



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**MADERAS DE LEGUMINOSAE EN EL NEÓGENO DE  
MÉXICO**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**BIÓLOGO**

**P R E S E N T A :**

**LUIS ALBERTO FLORES ROCHA**



**DIRECTOR DE TESIS:  
DR. SERGIO R. S. CEVALLOS FERRIZ  
2014**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## Hoja de Datos del Jurado

1. Datos del alumno  
Flores  
Rocha  
Luis Alberto  
5516481313  
Universidad Nacional Autónoma de México  
Facultad de Ciencias  
Biología  
302677832
2. Datos del asesor  
Dr.  
Sergio Rafael Silvestre  
Cevallos  
Ferriz
3. Datos del sinodal 1  
Dr.  
Alfonso Octavio  
Delgado  
Salinas
4. Datos del sinodal 2  
Dr.  
Mark Earl  
Olson  
Zunica
5. Datos del sinodal 3  
Dra.  
Aurora  
Zlotnik  
Espinosa
6. Datos del sinodal 4  
Dra.  
María del Socorro  
Lozano  
García
7. Datos de la tesis  
Maderas de Leguminosae en el Neógeno de México  
95  
2014

El presente trabajo se elaboró bajo la dirección del Dr. Sergio R. S. Cevallos Ferriz en el Laboratorio de Paleobotánica del Departamento de Paleontología del Instituto de Geología de la Universidad Nacional Autónoma de México, gracias al apoyo económico financiado por parte de los proyectos CONACYT 82433 y PAPIIT 204113 a cargo del Dr. Sergio R. S. Cevallos Ferriz y CONACYT 104515 a cargo de la Dra. Laura Calvillo Canadell, y gracias a la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México por medio del taller “Sistemas vegetales en el tiempo: reconstruyendo el pasado a través del presente y entendiendo el presente al conocer el pasado”.

## **Dedicatoria:**

*Para la persona más especial de todas y con la que quiero pasar el resto de mis días, la que le dio mayor sentido a mi vida y enseñarme a amar. Por que siempre está alentándome a seguir adelante, a mi Gabriela hermosa, cuya sonrisa siempre ilumina mi mundo ¡Te amo!*

*A mi Viejito y a mi Má que siempre han dado todo por el bienestar de mis hermanos y mío, por brindarme una maravillosa infancia y hacer de mi un hombre con criterio propio. Por dejarme elegir mi camino y jamás obstaculizarme ¡Los amo!*

*A mi hermanito Victor, que por las fuertes rencillas que hemos tenido, ahora somos más unidos. Gracias por tu amistad y hermandad ¡Desgraciado! Si no te quisiera tanto.*

*A mi hermano Juan que decidió hacer su vida en el Norte y que siempre mostró ser un hermano mayor ejemplar, del cual estoy orgulloso de sus logros y de ser su hermano ¡Gracias por tu apoyo!*

*A mi segunda madre la Dra. Silvia Riverón Ogazón y a Madame Guille, que me abrieron las puertas de su casa y su corazón, haciéndome parte de su familia. Las quiero mucho, pues me han enseñado a ser fuerte y no dejarme vencer por las adversidades.*

*A mi mejor amigo Gabriel, que después de 15 años seguimos en la batalla por la vida y la fantasía porque aún queda mucho camino por recorrer ¡Gracias por brindarme tu amistad, lealtad y confianza!*

*Ami primo Carlos que a pesar de ser distintos, hemos compartido vivencias y aventuras, forjándonos una amistad sincera. Gracias primo.*

*A Uxue, una gran persona que desde su llegada a México ha cambiado mi vida, es alguien con quien he compartido vivencias, anhelos, paseos y mucho más importante, me ha brindado su amistad y apoyo durante estos años. Muchas gracias por estar en mi vida.*

*A la familia Rocha Valencia que siempre han mostrado estar orgullosos de mi, que me han apoyado de toda manera posible en mi vida y sobretodo para terminar este ciclo. ¡Muchas gracias familia!*

*Ami abuela Estela que siempre me felicitaba por mi buena elección de carrera y sus hermosas pláticas sobre sus viajes. ¡Gracias donde quiera que andes!*

*No basta saber, se debe también aplicar.  
No es suficiente querer, se debe también hacer.*

*J.W. Goethe*

*Pese a los obstáculos que la vida presente,  
sigue adelante y lucha por tus sueños,  
mantente siempre firme y libre.*

*RLZ*

## **Agradecimientos**

De manera muy franca, agradezco al Dr. Sergio R. S. Cevallos Ferriz por tenerme tanta paciencia durante estos años, por brindarme su amistad y enseñarme que no hay que rendirse por cosas insignificantes, por permitirme formar parte del Laboratorio de Paleobotánica. Además mostrarme ese mundo secreto y misterioso que se encuentra bajo las rocas y en las maderas. Es una de las personas más admirables que conozco, muchas gracias.

Agradezco a la Dra. Laura Calvillo Canadell por darme la oportunidad de formar parte de su vida, por hacerme ver mis faltas, por brindarme un cariño maternal en el ámbito académico y su amistad, además por inculcarme el gusto por las leguminosas y resolver dudas sobre las mismas. Es una gran persona a la que admiro mucho. Muchas gracias Dra.

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” por mostrarme una amplia gama de opciones para entender, conocer y aprender de la vida, por brindar su aprendizaje con gusto. Muchas gracias Dra. Socorro Lozano y Dra. Margarita Caballero por mostrarme el mundo desde una perspectiva microscópica. A la Dra. Hilda Flores y a la Dra. Helga Ochoterena por abrir mi mente en el mundo de las plantas, por brindarme una sonrisa y alentarme a trabajar por un mundo mejor. Al Dr. Enrique González Torres que gracias a su cátedra y paciencia, ahora ya comprendo mucho más el planeta en que vivimos. A todos ellos, muchas gracias por sus enseñanzas.

Agradezco a mis sinodales Dr. Alfonso Delgado, Dr. Mark Olson, Dra. Aurora Zlotnik y a la Dra. Socorro Lozano por aceptar el trabajo, tomarse el tiempo para revisar la tesis y realizar correcciones tan acertadas que enriquecieron no sólo la tesis sino a mi mismo, por hacerme comprender que aún me falta mucho por aprender y leer.

Gracias a Enoch Ortíz Montejó por ayudarme en corte y preparación de algunas maderas, por enseñarme a utilizar la cortadora. A la Dra. Margarita Reyes y a la M. en C. Sonia Ángeles por su ayuda y apoyo para trabajar la maderas en el microscopio electrónico de barrido del Instituto de Geología, UNAM así como a la M. en C. Berenit Mendoza por apoyarme en el microscopio electrónico de barrido del Instituto de Biología, UNAM y a Angélica Gelover por ayudarme a encontrar la ornamentación de las punteaduras durante su tesis.

A los compañeros de Paleobotánica y anexos: Ana, Griselda, Ixchel, Denise, Nidia, Andrea, Karla, Luis Alfonso, César, Fabiola, Alma, Xochilt, Marco, Ceci, Angie buena y mala, Héctor, Erandi, Juliana y Diana que han hecho de mi estancia en el laboratorio muy divertida. Quiero agradecer especialmente a mis cuatachos queridos Aldo y Mar que me han brindado su amistad y apoyo desde antes de ingresar al taller y que hemos compartido varios momentos memorables. Muchas gracias.

A los buenos amigos de la Facultad y foráneos: César Augusto, Sergio González, Miguel Guerrero, Eduardo Álvarez, David García, Erick Pérez (pequeño vago), Chucho (Chiapas), Tasha, Gina Rebeles, Ivonne Reyes, Alfonsina Hernández, Viri y muchos más. Gracias por su amistad y las conversaciones tan enriquecedoras.

## ÍNDICE

Resumen	1
I. INTRODUCCIÓN	2
II. ANTECEDENTES	3
III. JUSTIFICACIÓN	8
IV. OBJETIVO	8
V. HIPÓTESIS	8
VI. MATERIAL Y MÉTODO	9
6.1. Áreas de estudio	9
6.1.1. La Mina, Panotla, Tlaxcala	9
6.1.2. Arroyo Maderas, Marqués de Comillas, Chiapas	9
6.1.3. Culiacán, Sinaloa	9
6.2. Colecta	10
6.3. Preparación del material	10
6.4. Descripción e identificación de las muestras	12
6.5. Microscopía electrónica de barrido	14
VII. RESULTADOS	15
7.1. Caesalpinioideae	15
7.1.1 Caesalpinieae	15
7.1.1.1. <i>Libidibioxylon miocenica</i>	15
7.1.1.2. <i>Libidibioxylon tracheidata</i>	16
7.1.1.3. <i>Gleditsioxylon mexicana</i>	23
7.1.1.4. <i>Gymnocladoxylon septata</i>	27
7.2. Mimosoideae	31
7.2.1. Mimoseae	31
7.2.1.1. <i>Mimosoxylon culiacanense</i>	31

<b>7.3. Papilionoideae</b>	35
<b>7.3.1. Dalbergieae</b>	35
7.3.1.1. <i>Andiroxylon cevallosii</i>	35
7.3.1.2. <i>Dalbergioxylon uniseriatum</i>	40
7.3.1.3. <i>Dalbergioxylon chiapense</i>	41
<b>7.3.2. Millettieae</b>	46
7.3.2.1. <i>Lonchocarpoxyton sousai</i>	46
<b>7.3.3. Sophoreae</b>	50
7.3.2.1. <i>Styphnolobioxyton panotlense</i>	50
<b>7.3.4. Swartzieae</b>	55
7.3.4.1. <i>Swartzioxylon delteil-desneuxii</i>	55
7.3.4.2. <i>Swartzioxylon comillasense</i>	56
<b>VIII. DISCUSIÓN</b>	62
<b>8.1. Caesalpinioideae</b>	67
<b>8.2. Mimosoideae</b>	72
<b>8.3. Papilionoideae</b>	75
<b>IX. BIBLIOGRAFÍA</b>	81
<b>X. APÉNDICE</b>	95



## Resumen

El uso de la anatomía con maderas permineralizadas se ha convertido una herramienta útil para el estudio de la vegetación y climas de hace millones de años, ha permitido la identificación de grupos de angiospermas desde el Cretácico al Pleistoceno, contribuyendo a la reconstrucción de la historia de la flora en nuestro país y en el continente americano. Para este trabajo, de aproximadamente 120 maderas permineralizadas colectadas en las localidades de Arroyo Maderas en Marqués de Comillas, Chiapas (Mioceno), La Mina en Panotla, Tlaxcala (Mioceno) y Culiacán, Sinaloa (Pleistoceno), se seleccionaron 13 maderas distintas que poseen caracteres anatómicos y/o combinaciones de estos, que permiten identificar a estas maderas dentro de la familia Leguminosae. Estas maderas del Neógeno tienen placas de perforación simple, punteaduras intervasculares alternas y ornamentadas, punteaduras vaso-radio similares en forma a las punteaduras intervasculares pero de menor tamaño, estructuras estratificadas (elementos de vaso, parénquima axial, radios), el parénquima axial puede ser vasicéntrico, aliforme, confluyente y en bandas, composición de los radios es heterocelular y/o homocelular. La porosidad en las maderas varía de anular a difusa, los vasos son principalmente solitarios (90%), algunos en múltiples radiales de 2-3 (10%) y en algunos casos vasos agregados (10-40%), incluso algunas maderas presentan tílides, engrosamientos helicoidales, traqueidas vasicéntricas y fibras con septos. El análisis sobre la variación de los caracteres en las maderas fósiles indica que pertenecen a Leguminosae. En los resultados obtenidos se reconocen a las tres subfamilias de Leguminosae, con sus respectivas tribus, géneros y nuevas especies, para la subfamilia Caesalpinioideae se registran *Gleditsioxylon mexicana*, *Gymnocladoxylon septata*, *Libidibioxylon miocenica* y *L. tracheidata*, para Papilionoideae a *Andiroxylon cevallosii*, *Dalbergioxylon uniseriatum*, *D. chiapense*, *Lonchocarpoxylon sousai*, *Styphnolobioxylon panotlense*, *Swartzioxylon comillasense* y *S. delteil-deneuxii*, y para Mimosoideae a *Mimosoxylon culiacanense*. Estos nuevos registros confirman la importancia de las leguminosas en México durante el Cenozoico, en particular durante el Neógeno (Mioceno y Pleistoceno) aportando información útil para estudios biogeográficos y las relaciones entre las especies actuales con los fósiles.

## I. INTRODUCCIÓN

México es poseedor en su territorio de un universo vegetal de excepcional diversidad, variedad y significado (Rzedowski, 1992). La diversidad vegetal presente en nuestro país resulta muy importante para el estudio de los distintos linajes de plantas, dado que incluye componentes procedentes del norte y sur de América, incluso África y Asia, resultando en una compilación significativa. Los diversos tipos de vegetación que existen en el país se deben en gran medida a la existencia de cientos de hábitats que albergan a miles de especies (tanto animales, bacterias, hongos, etc.) y con esto se reconoce a México como un país megadiverso (Magaña y Villaseñor, 2002).

Es importante para entender la historia de la biodiversidad mexicana conocer cómo se establecieron las distintas comunidades de plantas que caracterizan los tipos de vegetación actuales en el país. En la actualidad el intercambio de especies vegetales entre las zonas norte, centro y sur de América es frecuente y la pregunta sobre si en el pasado sucedía lo mismo se vuelve relevante. Para resolver esto, es necesario estudiar al registro de las paleofloras, pues los fósiles son muy importantes para realizar comparaciones entre las plantas fósiles y actuales.

Los fósiles son documentos biológicos e históricos que aportan evidencia sobre la vida pasada en la Tierra (Sainz-Reséndiz, 2011). Con base en el registro de la paleoflora se propone que la biodiversidad actual inicia cuando menos hace 132 millones de años, pues linajes que hoy viven en México se pueden reconocer desde este tiempo (Cevallos-Ferriz et al., 2012). Además, sugiere que a partir de comunidades desarrolladas bajo condiciones cálido-húmedas en el Cretácico, divergieron tipos de vegetación con capacidades diferentes ante el estrés hídrico, y comunidades que se favorecieron de condiciones templadas a frías (Cevallos-Ferriz et al., 2012).

Las gimnospermas dominaron el Mesozoico incluyendo gran parte del Cretácico pero las angiospermas a partir del Cretácico y en respuesta a los eventos geológicos ocurridos ampliaron su área de distribución. El registro de microfósiles de angiospermas en México está conservado en varias localidades que abarcan desde el Cretácico hasta el Pleistoceno (Flores-Rocha et al., 2013). Los variados materiales que contienen permiten describir

taxonómicamente plantas con base en órganos aislados, aunque ocasionalmente se pueden relacionar varios órganos a una sola planta. Además, estos materiales facilitan inferir paleoclimas y estos conocimientos en conjunto permiten reconstruir la historia de la Flora (Flores-Rocha, 2012). Las localidades con fósiles de angiospermas del Cretácico son escasas y poco estudiadas, de igual manera las floras cenozoicas de México aunque más comunes, también han sido poco estudiadas, tanto en lo que a investigaciones palinológicas como a megafósiles se refiere (Palacios-Chávez y Rzedowski, 1993). En la actualidad estos trabajos aumentan y se documenta la diversidad de especies botánicas existentes en el pasado.

## II. ANTECEDENTES

El estudio de los fósiles se basa en el uso de caracteres presentes en el material, los cuales son comparados con material actual. Estas comparaciones reconocen y contraponen los patrones morfo-anatómicos presentes en las especies de plantas fósiles y en las especies modernas. De esta forma se definen y discuten relaciones del material fósil con familias y géneros afines, respaldando su cercanía con taxones actuales, o fundamenta que podrían representar taxones extintos.

El registro fósil de angiospermas en nuestro país inicia en el Cretácico inferior-medio, pues en Chiapas se reporta a la familia Proteaceae y posibles miembros de Myrtaceae y pastos marinos (Guerrero-Márquez et al., 2013). Mientras que en el Cretácico superior se registra la presencia de plantas relacionadas a Fagaceae, Malvaceae, Lauraceae, Cornaceae y Anacardiaceae o Burseraceae, incluso Arecaceae (Cevallos-Ferriz y Weber, 1992; Cevallos-Ferriz y Ricalde-Moreno, 1995; Estrada-Ruiz y Cevallos-Ferriz, 2009; Estrada-Ruiz et al., 2007; 2010) de la Formación Olmos, Coahuila, así como las familias Musaceae y Zingiberaceae (Rodríguez-de la Rosa y Cevallos-Ferriz, 1994), Rhamnaceae (Calvillo-Canadell y Cevallos-Ferriz, 2007) y el orden Proteales (Vázquez-Rueda et al., 2011) en la Formación Cerro del Pueblo, Coahuila. Aunque son pocas las paleofloras que se conocen del Paleógeno de México (Cevallos-Ferriz et al., 2012), para el Eoceno en la Formación La Carroza, Nuevo León, se reportan a las familias Leguminosae y Burseraceae (Calvillo-Canadell y Cevallos-Ferriz, 2005; Calvillo-Canadell et al., 2013), y

recientemente a Malvaceae y Salicaceae (Pérez-Maussán, 2013). Del Oligoceno se reportan otras familias como Berberidaceae, Rhamnaceae y Salicaceae (Calvillo-Canadell y Cevallos-Ferriz, 2002; 2005; 2007) en la localidad Pie de Vaca, en Puebla. En el límite Oligoceno-Mioceno de Tehuacán, Puebla, se reporta además a otros miembros de Boraginaceae y Leguminosae (Sainz-Reséndiz, 2011).

Junto a la evidencia con microfósiles, hay que añadir que los estudios palinológicos reconocen a varios miembros de plantas que pudieron desarrollarse en distintos tipos de bosques mesófilos a partir de sedimentos tan antiguos como el Oligoceno (Martínez-Hernández y Ramírez-Arriaga, 1996). Para el Neógeno, especialmente el Mioceno, Langenheim et al. (1967) reportan con base en polen fósil para Simojovel de Allende, Chiapas al género *Rhizophora*, uno de los principales componentes de los manglares. En otro estudio realizado por Palacios-Chávez y Rzedowski (1993) se reconocen a más 80 familias de plantas en Simojovel de Allende, Chiapas, cuya importancia radica, junto con el realizado por Langenheim et al. (1967) en ser los primeros estudios basados en microfósiles de la región. Registros de flores fósiles contenidas en ámbar de Simojovel de Allende, Chiapas, incluyen a Anacardiaceae, Meliaceae, Leguminosae, Palmae y Euphorbiaceae (Miranda, 1963; Poinar, 2002; Poinar y Brown, 2002; Castañeda-Posadas y Cevallos-Ferriz, 2007; Calvillo-Canadell et al., 2010; Hernández-Damián et al., 2012). Para Chiapas también se reportan con base en maderas a las familias Lauraceae y Humiriaceae (Flores-Rocha et al., 2013). Rocas del Mioceno de Panotla, Tlax., contienen maderas de Meliaceae, Combretaceae y Lauraceae (Castañeda-Posadas y Cevallos-Ferriz, 2009), además de folíolos de Leguminosae (Hernández-Damián, 2010).

Existen varios trabajos realizados sobre las paleofloras cenozoicas de México, en las que se puede observar un incremento de su diversidad y permite su comparación con la diversidad actual. La diversidad en México es muy importante pues contiene aproximadamente el 10% de la flora del mundo y de acuerdo con las estimaciones hasta ahora publicadas, se encuentra en el cuarto lugar entre los países o regiones con más de 18 000 especies de plantas vasculares (Magaña y Villaseñor, 2002). Dentro de esa enorme

diversidad de plantas, resalta la familia Leguminosae, que ocupa actualmente el tercer lugar a nivel internacional en cuanto a número de especies, además de que es una familia de importancia económica por los recursos maderables y alimentarios (Gasson et al., 2010). Esta riqueza tiene paralelo en el registro fósil de México. Los estudios centrados en los distintos órganos aislados como hojas y folíolos incluyen reportes de Leguminosae por Magallón-Puebla y Cevallos-Ferriz (1994) y Calvillo-Canadell y Cevallos-Ferriz (2002) de hojas y frutos del Oligoceno. Más recientemente Hernández-Damián (2010) reporta en el Mioceno de Tlaxcala al género *Lonchocarpus* y Calvillo-Canadell y Cevallos Ferriz (2007) en rocas del Eoceno en la Formación La Carroza, Nuevo León, identifican frutos como representantes de *Inga*, *Senna*, *Chamaecrista* y *Sophora*. Flores fósiles, han sido identificadas por Poinar y Brown (2002) Calvillo-Canadell et al. (2010) con el género *Hymenaea* y Miranda (1963) reportó la presencia de *Acacia* con base en folíolos dispersos. Existen también trabajos realizados con maderas del Mioceno de Baja California Sur, tal como lo reportan Cevallos-Ferriz y Barajas-Morales (1994) y Martínez-Cabrera et al. (2006) con los géneros *Andiroxylon*, *Bajacalifornioxylon*, *Mimosoxylon* y *Copaiferoxylon*.

La información anatómica ha permitido dilucidar problemas taxonómicos (Cevallos-Ferriz, 1983; Wheeler y Baas, 1998). Incluso es una herramienta importante para identificar especies que deben protegerse bajo el CITES debido a su explotación comercial (e.g. Gasson et al., 2010). Además ha contribuido al entendimiento de la interacción de las especies con su ambiente y el clima (Wheeler y Baas, 1998).

En México se conocen maderas permineralizadas en rocas que varían en edad del Jurásico al Pleistoceno e incluyen representantes de gimnospermas y angiospermas, siendo estas últimas hasta ahora las más diversas en el registro xilológico fósil del país. El registro de macrofósiles de angiospermas en México inicia a partir del Cretácico Superior y está conformado por flores, frutos, hojas y maderas (Cevallos-Ferriz et al., 2012). El estudio conjunto de las maderas con otros órganos vegetales, permitirá reconstruir la historia de la flora en México y entender como se adquirió e incrementó la diversidad actual en el país.

La permineralización es un tipo de fosilización que permite realizar estudios del tejido interno de las plantas fósiles (Shopf, 1975). Las maderas son el mejor ejemplo de conservación de la anatomía de los organismos debido a que es posible observar su estructura celular. Incluso Wheeler y Baas (1993) sugieren que la identificación de maderas fósiles ayuda a reconstruir ecosistemas antiguos y para documentar el cambio climático. Además, las descripciones e identificaciones de este material confirman a través del estudio anatómico, las relaciones taxonómicas de los componentes arbóreos y brindan información útil para discutir las distribuciones a través del tiempo de las plantas, la historia de familias y géneros particulares, y los cambios en diversidad en áreas determinadas (Wheeler y Baas, 1993).

En México Cevallos-Ferriz (1983) y Cevallos-Ferriz y Weber (1992) inician los estudios taxonómicos con maderas fósiles procedentes de rocas del Cretácico. En los últimos años este tipo de estudios ha documentado la existencia de diversos grupos de angiospermas con representantes de Monocots (Tabla 1), Magnoliids y Eudicots (Tabla 2), y algunos ejemplares de Gymnospermae (Tabla 3).

Tabla 1. Trabajos realizados con maderas de Gimnospermae en México

	Edad	Procedencia	Autores
<b>Gymnospermae</b>			
<b>Cheirolepidiaceae</b>			
<i>Brachyoxylon</i>	Cretácico	Lampazos, Sonora	Cevallos-Ferriz, 1992
<b>Podocarpaceae</b>			
<i>Podocarpoxyylon</i>	Cretácico	Palaú-Salinas-Barrtoreán, Coahuila	Cevallos-Ferriz, 1992
<i>Podocarpoxyylon</i>	Mioceno	Bloque Tlaxcala, Panotla, Tlaxcala	Castañeda-Posadas, 2004
<b>Taxodiaceae</b>			
<i>Taxodioxyylon</i>	Cretácico	Palaú-Salinas-Barrtoreán, Coahuila	Cevallos-Ferriz, 1992
<i>Taxus</i>	Mioceno	Bloque Tlaxcala, Panotla, Tlaxcala	Castañeda-Posadas, 2004

Tabla 2. Trabajos realizados con tallos fósiles de Monocotyledoneae en México

	Edad	Procedencia	Autores
<b>Monocotyledoneae</b>			
<b>Arecaceae</b>			
<i>Palmoxylon commune</i>	Cretácico	Fm. Olmos, Coahuila	Cevallos-Ferriz y Ricalde-Moreno, 1995
<i>Palmoxylon enochii</i>	Cretácico	Fm. Olmos, Coahuila	Estrada-Ruíz y Cevallos-Ferriz, 2009
<i>Palmoxylon fibrosum</i>	Cretácico	Fm. Olmos, Coahuila	Cevallos-Ferriz y Ricalde-Moreno, 1995
<i>Palmoxylon livingstoniforme</i>	Mioceno	Fm. El Cien, Baja California Sur	Cevallos-Ferriz y Ricalde-Moreno, 1995
<i>Palmoxylon longum</i>	Cretácico	Fm. Olmos, Coahuila	Cevallos-Ferriz y Ricalde-Moreno, 1995
<i>Palmoxylon polymorphum</i>	Cretácico	Fm. Olmos, Coahuila	Cevallos-Ferriz y Ricalde-Moreno, 1995
<i>Palmoxylon teguachiense</i>	Cretácico/ Paleógeno	Teguachi, Sonora	Cevallos-Ferriz y Ricalde-Moreno, 1995
<i>Palmoxylon vasculare</i>	Eoceno	Fm. Cook Mountain, Nuevo León	Cevallos-Ferriz y Ricalde-Moreno, 1995

Tabla 3. Trabajos realizados con maderas fósiles de angiospermas (Magnolids y Eudicots) en México

	Edad	Procedencia	Autores
<b>Boraginaceae</b>			
<i>Cordia Laureana</i>	Oligoceno/Mioceno	Fm. Tehuacán, Puebla	Sainz-Reséndiz, 2011
<b>Burseraceae</b>			
<i>Tetragastroxylon magniporus</i>	Mioceno	Fm. El Cien, Baja California Sur	Martínez-Cabrera et al., 2006
<b>Combretaceae</b>			
<i>Terminalioxylon panotlensis</i>	Mioceno	Bloque Tlaxcala, Panotla, Tlaxcala	Castañeda-Posadas y Cevallos-Ferriz, 2009
<b>Cornaceae</b>			
<i>Musquioxylon porrasii</i>	Cretácico	Fm. Olmos, Coahuila	Estrada-Ruíz et al., 2010
<b>Fagaceae</b>			
<i>Quercinium centenote</i>	Cretácico	Fm. Olmos, Coahuila	Estrada-Ruíz et al., 2007
<b>Humiriaceae</b>			
Xilotipo 1 <i>aff. Sacoglottis</i>	Mioceno	Marqués de Comillas, Chiapas	Flores-Rochas et al., 2013
<b>Incertae sedis</b>			
<i>Coahuiloxylon terrazasiae</i>	Cretácico	Fm. Olmos, Coahuila	Estrada-Ruíz et al., 2010
<i>Metcalfeoxylon</i> Xilotipo 1	Cretácico	Fm. Olmos, Coahuila	Estrada-Ruíz et al., 2010
<i>Paraphyllanthoxylon amazasi</i>	Cretácico	Fm. San Carlos, Chihuahua	Estrada-Ruíz y Martínez-Cabrera, 2011
<i>Paraphyllanthoxylon coloradensis</i>	Mioceno	Fm. El Cien, Baja California Sur	Martínez-Cabrera et al., 2006
<i>Paraphyllanthoxylon mennegae</i>	Mioceno	Fm. El Cien, Baja California Sur	Martínez-Cabrera et al., 2006
<i>Paraphyllanthoxylon sp.</i>	Cretácico	Fm. Olmos, Coahuila	Cevallos-Ferriz y Weber, 1992
<i>Sabinoxylon pasac</i>	Cretácico	Fm. Olmos, Coahuila	Estrada-Ruíz et al., 2007
<b>Lauraceae (Magnoliids)</b>			
<i>Argaloxylon richterii</i>	Mioceno	Bloque Tlaxcala, Panotla, Tlaxcala	Castañeda-Posadas y Cevallos-Ferriz, 2009
<i>Olmosoxylon upchurchii</i>	Cretácico	Fm. Olmos, Coahuila	Estrada-Ruíz et al., 2010
Xilotipo 1 <i>aff. Actinodaphne</i>	Mioceno	Marqués de Comillas, Chiapas	Flores-Rochas et al., 2013
<b>Leguminosae</b>			
<i>Andriroxylon cinnamomeus</i>	Mioceno	Fm. El Cien, Baja California Sur	Martínez-Cabrera et al., 2006
<i>Bajacalfonioxylon cienense</i>	Mioceno	Fm. El Cien, Baja California Sur	Cevallos-Ferriz y Baraja-Morales, 1994
<i>Copaeferoxylon matanzensis</i>	Mioceno	Fm. El Cien, Baja California Sur	Cevallos-Ferriz y Baraja-Morales, 1994
<i>Dalbergia sainzae</i>	Oligoceno/Mioceno	Fm. Tehuacán, Puebla	Sainz-Reséndiz, 2011
<i>Mimosoxylon tenax</i>	Mioceno	Fm. El Cien, Baja California Sur	Cevallos-Ferriz y Baraja-Morales, 1994
<i>Prioria mariensis</i>	Oligoceno/Mioceno	Fm. Tehuacán, Puebla	Sainz-Reséndiz, 2011
<b>Malvaceae</b>			
<i>Javelinoxylon deca</i>	Cretácico	Fm. San Carlos, Chihuahua	Estrada-Ruíz y Martínez-Cabrera, 2011
<i>Javelinoxylon weberii</i>	Cretácico	Fm. Olmos, Coahuila	Estrada-Ruíz et al., 2007
<i>Javelinoxylon</i> Xilotipo 1	Cretácico	Fm. Olmos, Coahuila	Estrada-Ruíz et al., 2010
<i>Javelinoxylon</i> Xilotipo 2	Cretácico	Fm. Olmos, Coahuila	Estrada-Ruíz et al., 2010
<i>Wheeleroxylon atascosense</i>	Cretácico	Fm. Olmos, Coahuila	Estrada-Ruíz et al., 2010
<b>Meliaceae</b>			
<i>Cedreloxylon tlaxcaliensis</i>	Mioceno	Bloque Tlaxcala, Panotla, Tlaxcala	Castañeda-Posadas y Cevallos-Ferriz, 2009
<b>Moraceae</b>			
<i>Ficoxylon bajacalforniense</i>	Mioceno	Fm. El Cien, Baja California Sur	Martínez-Cabrera et al., 2006

### **III. JUSTIFICACIÓN**

En el presente trabajo se describen e identifican plantas a través de sus maderas, resultando en un listado taxonómico de 13 plantas con afinidad a la familia Leguminosae, provenientes de las localidades neógenas Arroyo Maderas en Marqués de Comillas, Chiapas, La Mina en Panotla, Tlaxcala y Culiacán, Sinaloa. Conocer la afinidad taxonómica facilita discutir la distribución de las plantas a través del tiempo, aunque este no es el objetivo central de este trabajo. La forma en que los caracteres anatómicos se reparten en las especies actuales permite reconocer ciertos patrones que facilitan el reconocimiento de especies de distintos géneros. Se genera un sólido respaldo para apoyar que entre el material que se trabaje será posible distinguir representantes de Leguminosae, confirmando la importante presencia de esta familia en México durante el Cenozoico y contribuyendo a descifrar la historia de linajes con representantes en la flora actual de México.

Respecto a la familia Leguminosae, Müller-Stoll y Mädler (1967) realizaron un listado de 20 maderas con afinidad a esta familia, proponiendo nuevos géneros y especies, estableciendo así un enorme apoyo al estudio de las maderas de esta familia. La importancia de realizar trabajos como este en primer instancia es documentar con nuevos registros los taxones que se identifiquen, para conocer la composición arbórea de las vegetaciones del Cenozoico.

### **IV. OBJETIVO**

Realizar la identificación taxonómica de 13 maderas neógenas, provenientes de Panotla, Tlaxcala, Marqués de Comillas, Chiapas y Culiacán, Sinaloa.

### **V. HIPÓTESIS**

Considerando que la madera de las especies actuales de angiospermas conservan patrones en sus caracteres anatómicos que los relacionan con sus ancestros, es factible que al realizar estudios anatómicos a las maderas fósiles, los patrones que se conservaron en los fósiles se establezcan, facilitando la comparación con especies las actuales y por ende identificarlos a nivel familia y/o género.



## VI. MATERIAL Y MÉTODO

### 6.1. Áreas de estudio

#### 6.1.1. La Mina, Panotla, Tlaxcala (Mapa.1a; 1b).

La edad de la localidad La Mina está registrada como Mioceno y se encuentra al norte de San Nicolás Panotla, a 5 Km al Noroeste de la capital del estado, en un pequeño sistema montañoso llamado los Volcanes Blancos, ubicada a 19° 19' 37" de latitud norte y 98° 18' 23" longitud Oeste (Mapa. 1). Panotla actualmente tiene clima templado subhúmedo con lluvias en verano, caracterizado por precipitación mínima anual de 6.3mm, máxima de 1650mm y temperatura máxima de 24.3° C, además de vegetación compuesta por una comunidad de pino blanco (*Pinus pseudostrabus* Lindl.), encinos (*Quercus spp.*) y cedro blanco (*Cupressus bentharii* Endl.). En las partes medias de los cerros de este municipio existe abundante vegetación secundaria de tipo matorral xerófilo (Rzedowski, 1978). Esta vegetación regional es resultado de la topografía y geografía actual de la zona por ejemplo la altitud que varía de 2200 a 2300 msnm (provocada por la Faja Volcánica Transmexicana), y se encuentra a la sombra orográfica proyectada por la Sierra Madre Oriental (Castañeda-Posadas, 2007).

#### 6.1.2. Arroyo Maderas, Marqués de Comillas, Chiapas (Mapa.1c; 1d).

La localidad Arroyo Maderas se localiza en el municipio de Marqués de Comillas, a 252 Km de Palenque, por la carretera Fronteriza del Sur, en la parte más austral de la Selva Lacandona, entre la Reserva de la Biósfera de Montes Azules (REBIMA) y estribaciones de la Sierra de los Cuchumatanes (Mapa. 1). Los sedimentos que afloran alternan areniscas finas y gruesas. La edad tentativa para esta secuencias sedimentaria es del Mioceno, sugerida por el hallazgo de un colmillo de rinoceronte, vértebras de cocodrilo, placas de un caparazón de tortuga, y algunos gasterópodos ubicados por debajo de los estratos de las maderas (Castañeda-Posadas, 2007).

#### 6.1.3. Culiacán, Sinaloa (Mapa.1e; 1f)

Actualmente esta localidad ha desaparecido por el crecimiento de la ciudad. Las unidades estratigráficas del municipio tienen un registro en tiempo geológico del Jurásico al Cuaternario (López-Argulo, 2007) (Mapa. 1). Las

características geológicas del lugar de origen de las muestras son: la faja costera que esta formada por capas recientes del Pleistoceno y formaciones geológicas del principio de la era cuaternaria, particularmente de origen lacustre y palustre (Escamilla-Torres et al., 1999).

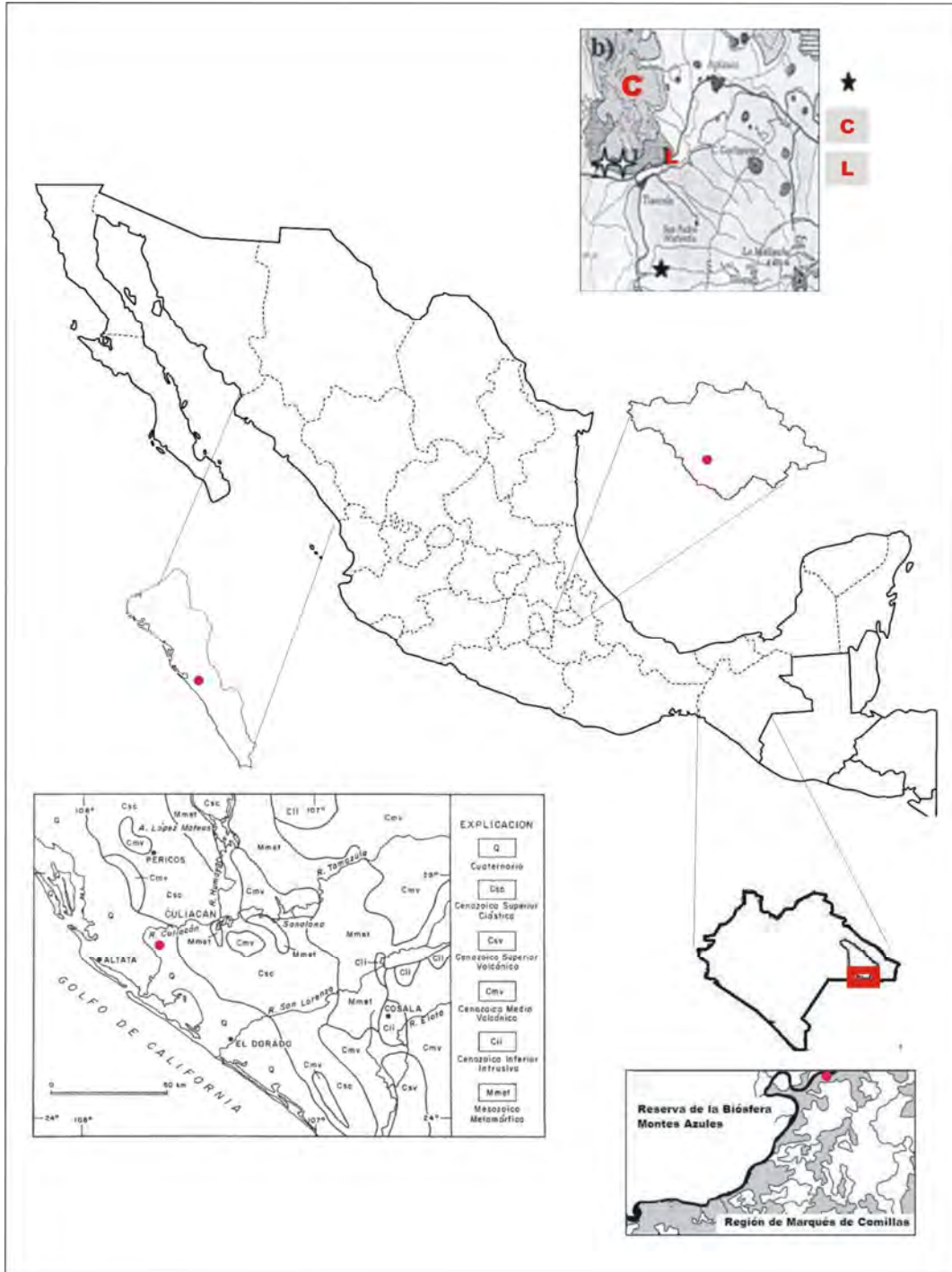
## **6.2. Colecta**

Las muestras procedentes de Tlaxcala fueron colectadas entre los años 2001-2004 por miembros de laboratorio de Paleobotánica del Instituto de Geología, UNAM y con colaboración del Museo de Paleontología Eliseo Palacios se obtuvieron las muestras de Chiapas. Este material fue descrito preliminarmente por Carlos Castañeda-Posadas pero no identificado. Las muestras procedentes de Culiacán, Sinaloa fueron donadas por el gobierno de Culiacán.

## **6.3. Preparación del material**

Se realizaron los cortes de las muestras con la ayuda de Enoch Ortíz Montejo, para las que se utilizó la técnica estándar de laminación delgada obteniendo para cada madera 15 laminillas de 30µm de grosor en planos transversal, tangencial y radial. En resumen la técnica consistió en:

- Reconocer los planos tangencial, radial y transversal en las maderas fósiles.
- Cortar en bloques delgados la madera en una cortadora de roca.
- Cortar 5 laminillas de cada plano.
- Fijar las laminillas en portaobjetos de vidrio.
- Devastar con uso de abrasivos las laminillas hasta alcanzar un espesor aproximado de 30µm.
- Cubrir con un cubre-objetos y Bálsamo de Canadá para su posterior observación en el microscopio.



Mapa 1. Se muestra la México y los estado estados origen de las maderas permineralizadas. a) Punto rojo representa al municipio de Panotla, Tlaxcala. b) Estrellas ✧ muestra las zonas de donde se extrajo el material (Modificado de Castañeda-Posada, 2004). c) se muestra al estado de Chiapa, el recuadro rojo indica la zona en la que se sobrelapan la REBIMA y el municipio Marqués de Comillas, Chiapas. d) Se muestra la zona de convergencia de la Reserva y el municipio, la línea negra es el río Lacantún que hace una división natural entre ellos. El punto rojo representa la localidad Arroyo Maderas en un ramal del río (Modificado de López-Toledo y Martínez-Ramos, 2010). e) Se muestra al estado de Sinaloa, el punto rojo representa al municipio de Culiacán. f) se muestra la geología de Culiacán, el punto rojo representa a la ciudad de Culiacán sobre sedimentos Cuaternarios (Modificado de Ayala-Castañares et al., 1994).

#### **6.4. Descripción e identificación de las muestras**

Con el propósito de facilitar su estudio, se nombró “Tlax” y “Ca” al material procedente de Tlaxcala, “Gch” al de Chiapas y “Cul” al de Culiacán, Sinaloa. Se les asignó numeración a todas las muestras de maderas obtenidas (e.g Tlax 1, Gch2, Cul 3). La terminología utilizada para las descripciones del material laminado se basó en la Lista de Caracteres propia para la identificación de maderas de la IAWA (IAWA Committee, 1989). Se utilizó el sitio InsideWood (2004) para obtener posibles afinidades a nivel familia y género con base en combinaciones de los caracteres presentes en las maderas de este trabajo. Alternadamente se realizó la búsqueda y revisión de bibliografía relacionada a la anatomía de la madera, así como de descripciones de especies fósiles y actuales de leguminosas y otras familias para realizar comparaciones con el material permineralizado que se presenta en este trabajo. Para el uso correcto de los términos anatómicos y mejor entendimiento se utilizó “Comparative Wood Anatomy” (Carlquist, 1988), así como el sitio web “Commercial timbers” (Richter y Dallwitz, 2000) y el sitio InsideWood (2004). Para el uso correcto de los nombres de las especies se utilizaron los sitios web The Plant List (2013), ILDIS (2006) y TROPICOS (2014).

En las descripciones, cuando se mencionan datos sobre los radios como tipo I, tipo II o tipo IIB, hacen referencia a la clasificación de las variaciones celulares observadas en las maderas, clasificación propuesta por D. A. Kribs (1935). Así mismo, los valores incluidos en los paréntesis y los que están fuera de ellos, son los valores mínimos y máximos, y promedio de las 25 medidas y/o conteos de los caracteres cuantitativos, por ejemplo, de 3 (2-4), “3” es el promedio y “(2-4)” son los valores mínimo y máximo.

Del material recolectado y clasificado, se observaron aproximadamente 120 muestras, de las cuales se eligieron 13 morfotipos para su observación al microscopio, descripción e identificación. Las angiospermas presentan varios caracteres en común con otras familias de angiospermas (e.g. placa de perforación simple, punteaduras intervasculares alternas, radios heterocelulares y homocelulares, entre algunos), sin embargo, existen caracteres o combinaciones de estos que pueden ser considerados diagnósticos para identificar familias y géneros.

Para seleccionar 13 maderas con afinidad a Leguminosae se consideró la porosidad difusa, punteaduras intervasculares alternas con ornamentación, punteaduras de contacto vaso-radio con forma similar a las punteaduras intervasculares pero de menor diámetro, parénquima axial aliforme, confluyente y en bandas, así como estructuras estratificadas (elementos de vaso, parénquima axial, radios y fibras) son caracteres que en combinación son comunes en la familia Leguminosae, aunado a ellos algunos caracteres como la presencia de vasos solitarios en un 90%, placa de perforación simple la composición celular de los radios y caracteres cuantitativos (diámetro tangencial y longitud de los elementos de vaso, frecuencia de vasos/mm<sup>2</sup>, frecuencia de radios por mm, diámetro de las punteaduras intervasculares, etc.). Dentro de los caracteres más importantes que ayudan a definir Leguminosae está la ornamentación de las punteaduras intervasculares, dicho carácter se considera un carácter presente en la mayoría de las especies de Leguminosae, sin embargo, es posible hallarlo en otras familias como Combretaceae, Myrtaceae, Euphorbiaceae, Lythraeaceae, Oleaceae, Polygonaceae, Melastomataceae y Rubiaceae por mencionar algunas (Carlquist, 1988; Ohtani e Ishida, 1976; Ohtani, 1983; Jing et al., 1988). La ornamentación puede ser vista en el objetivo 100x y aceite de inmersión pero es con ayuda de la microscopía electrónica de barrido que se confirma la presencia de dicho carácter, se han realizado trabajos en donde se hace observación de varias especies de Leguminosae (véase Ohtani e Ishida, 1976; Jing et al., 1988; Quirk y Miller, 1985; Angyalossy-Alfonso y Miller, 2002). Este carácter en conjunto con punteaduras intervasculares de forma similar a las punteaduras intervasculares pero de menor tamaño, son los caracteres más importantes que ayudan a definir a Leguminosae. Utilizando los últimos dos caracteres antes mencionados fue posible elegir 4 maderas más que presentan anillos de crecimiento distinguibles, porosidad anular y semianular (sólo un caso), diámetros de elementos de dos clases, vasos múltiples radiales y vasos agregados, traqueidas vasicéntricas, parénquima axial aliforme a confluyente, radios homogéneos y homocelulares, y fibras con septos en algunos casos.

La observación del material fue realizada en un microscopio óptico Zeiss Primo Star en aumentos 5x, 10x, 40x y 100x con aceite de inmersión, se observaron

caracteres cualitativos y se realizaron 25 mediciones para caracteres cuantitativos, calculando el promedio de cada uno. Las medidas se tomaron en el mismo microscopio con una reglilla de 1 mm. Las fotografías se obtuvieron con una cámara Canon Power Shot. Para las láminas sólo se utilizaron las fotografías tomadas a los morfotipos a excepción de *Libidibioxylon miocenica* "Tlax 31", que debido a su procedencia se le realizó una lámina individual (Lám.II).

### 6.5. Microscopía electrónica de barrido

Para corroborar la presencia de ornamentación en las punteaduras intervasculares, se hicieron observaciones al microscopio electrónico de barrido y para esto se procedió a:

- Cortar las maderas en plano tangencial de 1 cm<sup>3</sup>.
- Colocar las muestras en un recipiente plástico con ácido fluorhídrico hasta cubrir las por completo.
- Dejar reposar durante 10 minutos.
- Decantar y agregar ácido clorhídrico hasta cubrir las durante 10 minutos (para evitar la formación de fluorocristales).
- Realizar una segunda decantación.
- Lavar las muestras con agua destilada hasta alcanzar un pH de 7.

\*Nota: No se utilizaron soluciones básicas para neutralizar los ácidos debido a que se promueve la formación de fluorocristales que imposibilitan la observación del material.

- Se entregaron muestras a la Dra. Margarita Reyes Salas y a la M. en C. Sonia Ángeles García del Laboratorio de Microscopía Electrónica de Barrido del Instituto de Geología, UNAM que secaron, montaron y recubrieron con oro las muestras, las cuales fueron observadas en el microscopio electrónico de barrido JEOL-6300. Otra parte del material fue entregado a la M. en C. María Berenit Mendoza Garfias encargada del Laboratorio de Microscopía Electrónica de Barrido en el Instituto de Biología, UNAM, que realizó los mismos procedimientos arriba mencionados y se observaron las muestras en el microscopio electrónico de barrido Hitachi SU 1510.

## VII. RESULTADOS

**Familia:** Leguminosae

**Subfamilia:** Caesalpinioideae

**Tribu:** Caesalpinieae

**Género:** *Libidibioxylon* Flores-Rocha y Cevallos-Ferriz gen. nov.

**Especie:** *Libidibioxylon miocenica* Flores-Rocha y Cevallos-Ferriz sp. nov.

**Edad:** Mioceno

**Localidad:** Arroyo Maderas, Chiapas; Panotla, Tlaxcala

**Holotipo:** Gch 31

**Material adicional:** Tlax 31 de Panotla, Tlaxcala

**Depositorio:** Colección Paleobotánica del Museo de Paleontología, Instituto de Geología, UNAM.

**Muestras fotografiadas:** Morfotipo Gch31 y Tlax31.

**Nombre genérico:** Se reconoce la similitud anatómica de los fósiles con el género *Libidibia*.

**Epíteto específico:** En referencia a la edad (Mioceno) de las localidades de procedencia.

**Diagnosis.** Porosidad difusa, anillos de crecimiento indistinguibles; vasos solitarios mayoritariamente y en múltiples radiales de 2-3; placa de perforación simple; punteaduras intervasculares alternas, ovaladas, ornamentadas; punteaduras vaso-radio de menor tamaño pero similares en forma a las intervasculares; elementos de vaso estratificados; parénquima axial confluyente a bandeado y aliforme en algunas secciones, en hileras de 3-6 células, estratificado; radios homocelulares, 2-3 seriados y ocasionalmente uniseriados, cuerpo de los radios conformado por células procumbentes; frecuencia >12/mm, estratificados.

**Descripción.** Anillos de crecimiento indistinguibles o ausentes, porosidad difusa (Lám. I.1; Lám. II.1). Vasos principalmente solitarios en 90% y múltiples radiales de 2-3 en 10% (Lám. I.1; Lám. II.1,2). Elementos de vaso en sección

transversal son circulares a ovalados, con diámetro tangencial de 116.7 (65–180)  $\mu\text{m}$ , y longitud de 261 (190-470)  $\mu\text{m}$ . Frecuencia de 4.6 (3–8) vasos/ $\text{mm}^2$ , los elementos de vaso están estratificados (Lám. I.3; Lám. II.7). Placa de perforación simple (Lám. I.4). Punteaduras intervasculares alternas, ovaladas, areoladas y ornamentadas, con diámetro de 5 (4.5-6)  $\mu\text{m}$  (Lám. I.4,5; Lám. II.8,9; Lám. XIV.1,2). Punteaduras vaso-radio similares en forma a las punteaduras intervasculares pero de menor tamaño, con diámetro de 3.2 (2.5-4.5)  $\mu\text{m}$  (Lám. I.9; Lám. II.10). Fibras libriformes con paredes delgadas a gruesas, con diámetro del lumen de 6.81 (1-15)  $\mu\text{m}$  y de pared 5.3 (2-10)  $\mu\text{m}$  (Lám. II.3). Parénquima axial paratraqueal vasicéntrico y aliforme a confluyente, parénquima apotraqueal en bandas sinuosas compuestas de 2-10 células de ancho (Lám. I.1; Lám. II.1,2). Células de parénquima axial estratificadas (Lám. I.6; Lám. II.6). Radios 2-3 seriados y ocasionalmente uniseriados (Lám. I.2,3,4,6), homogéneos y homocelulares tipo I (Kribs, 1935), se miden 24.3 (15-40)  $\mu\text{m}$  de ancho y 175 (100-240)  $\mu\text{m}$  de alto. Frecuencia de 15.7 (14-20) radios/ $\text{mm}$ , se encuentran estratificados (Lám. I.2,3,6; Lám. II.4,5,6), con cuerpo compuesto únicamente por células procumbentes (Lám. I.7,8,9; Lám. II.11).

**Especie:** *Libidibioxylon tracheidata* Flores-Rocha y Cevallos-Ferriz sp. nov.

**Edad:** Mioceno

**Localidad:** Arroyo Maderas, Chiapas

**Holotipo:** Gch 70

**Depositorio:** Colección Paleobotánica del Museo de Paleontología, Instituto de Geología, UNAM

**Muestras observadas:** 1

**Epíteto específico:** El epíteto refiere a la presencia de traqueidas vasicéntricas.

**Diagnosis.** Porosidad difusa, anillos de crecimiento indistinguibles; vasos solitarios mayoritariamente y en múltiples radiales de 2-3; placa de perforación simple; punteaduras intervasculares alternas, ovaladas, ornamentadas;



punteaduras vaso-radio de menor tamaño pero similares en forma a las intervasculares; elementos de vaso estratificados; traqueidas vasicéntricas; parénquima axial confluyente a bandeado; radios homocelulares, radios 1-2 seriados, cuerpo de los radios conformado por células procumbentes, estratificados.

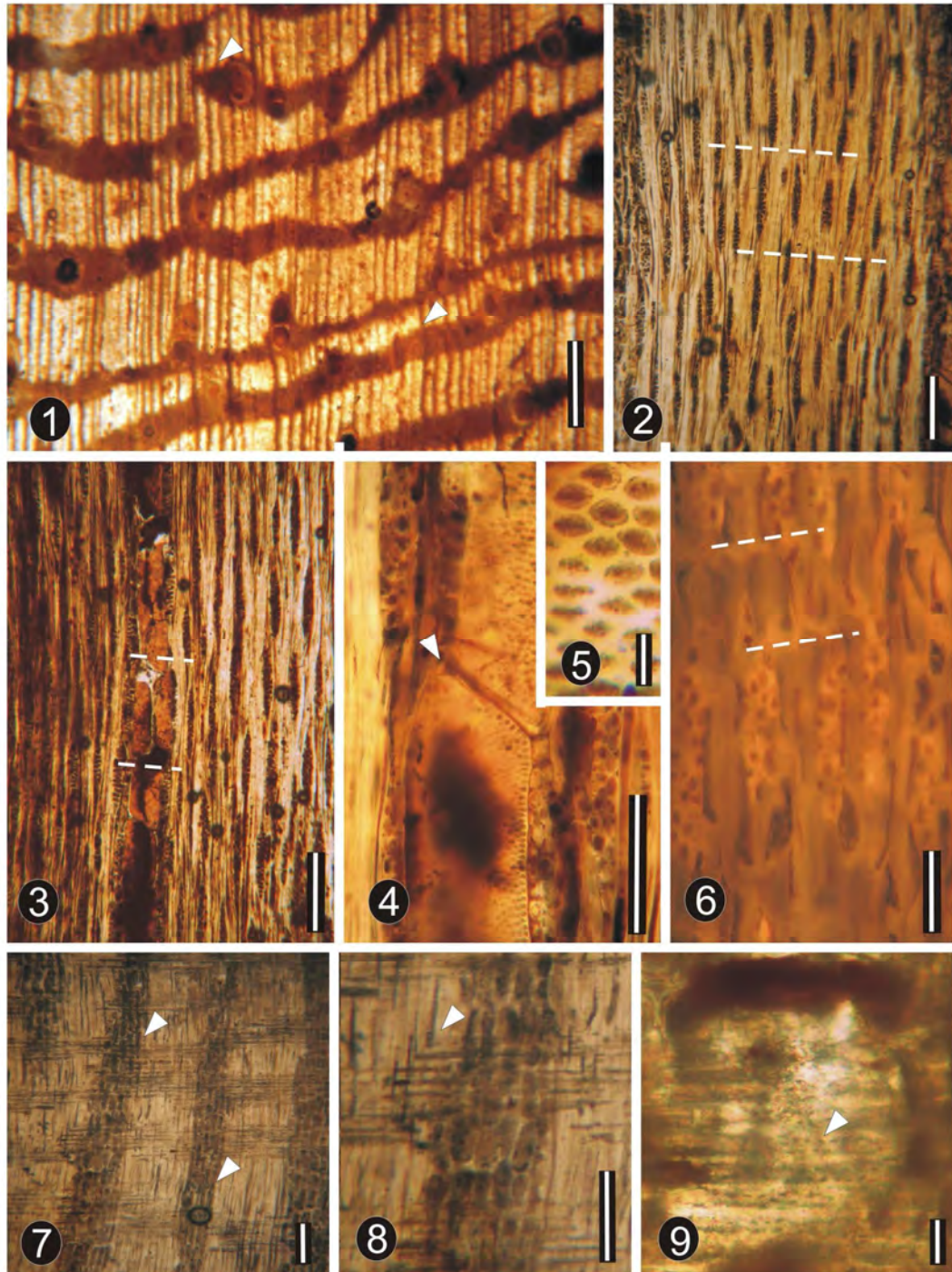
**Descripción.** Anillos de crecimiento distinguibles, porosidad anular (Lám. III.1). Vasos principalmente solitarios en 90% y múltiples radiales de 2-3 en 10% (Lám. III.1,2). Elementos de vaso en sección transversal son circulares a ovalados, con diámetro tangencial de 100 (40-200)  $\mu\text{m}$  y longitud de 336.7 (250-400)  $\mu\text{m}$ . Frecuencia de 5.3 (4-7) vasos/ $\text{mm}^2$ , los elementos de vaso están estratificados (Lám. III.5). Placa de perforación simple. Punteaduras intervasculares alternas, ovaladas, areoladas y ornamentadas, con diámetro de 5 (4.5-5.5)  $\mu\text{m}$  (Lám. III.6). Punteaduras vaso-radio similares en forma a las punteaduras intervasculares pero de menor tamaño, con diámetro de 2.9 (2.5-4)  $\mu\text{m}$  (Lám. III.8). Traqueidas vasicéntricas presentes (Lám. III.3). Fibras libriformes. Parénquima axial paratraqueal confluyente en algunas secciones, parénquima axial apotraqueal en bandas sinuosas (Lám. III.1,2) compuestas por 2-6 células de ancho. Radios 1-2 seriados (Lám. III.4) homogéneos y homocelulares del tipo I (Kribs, 1935) se miden 33.2 (20-40)  $\mu\text{m}$  de ancho y 567.3 (290-1050)  $\mu\text{m}$  de alto. Frecuencia de 12.7 (11-13) radios/ $\text{mm}$ , se encuentran estratificados (Lám. III.4), con cuerpo compuesto únicamente por células procumbentes (Lám. III.7,8).

**Comparación con taxones actuales.** Tanto *Libidibioxylon miocenica* como *L. tracheidata* poseen características anatómicas que permiten relacionarlas con especies actuales pertenecientes a la familia Leguminosae. La combinación de caracteres como porosidad difusa, ornamentación de punteaduras intervasculares, punteaduras vaso-radio de forma similar pero de menor diámetro a las punteaduras intervasculares, parénquima axial confluyente y bandeado, radios homocelulares, estratificación de estructuras (elementos de vaso, parénquima axial, radios), ingresada en InsideWood, coinciden con *Bobgunnia fistuloides* (Harms) J.H. Kirkbr. & Wiersema, *Lecointea amazonica* Ducke, *Schefflerodendron adenopetalum* (Taub.) Harms, *S. usambarensis* Harms, *Libidibia granadillo* (Pittier) Pittier, *L. coriaria* (Jacq.) Schtdl., *L.*

*paraguariensis* (D. Parodi) G.P. Lewis y *L. sclerocarpa* (Standl.) Britton & Rose.

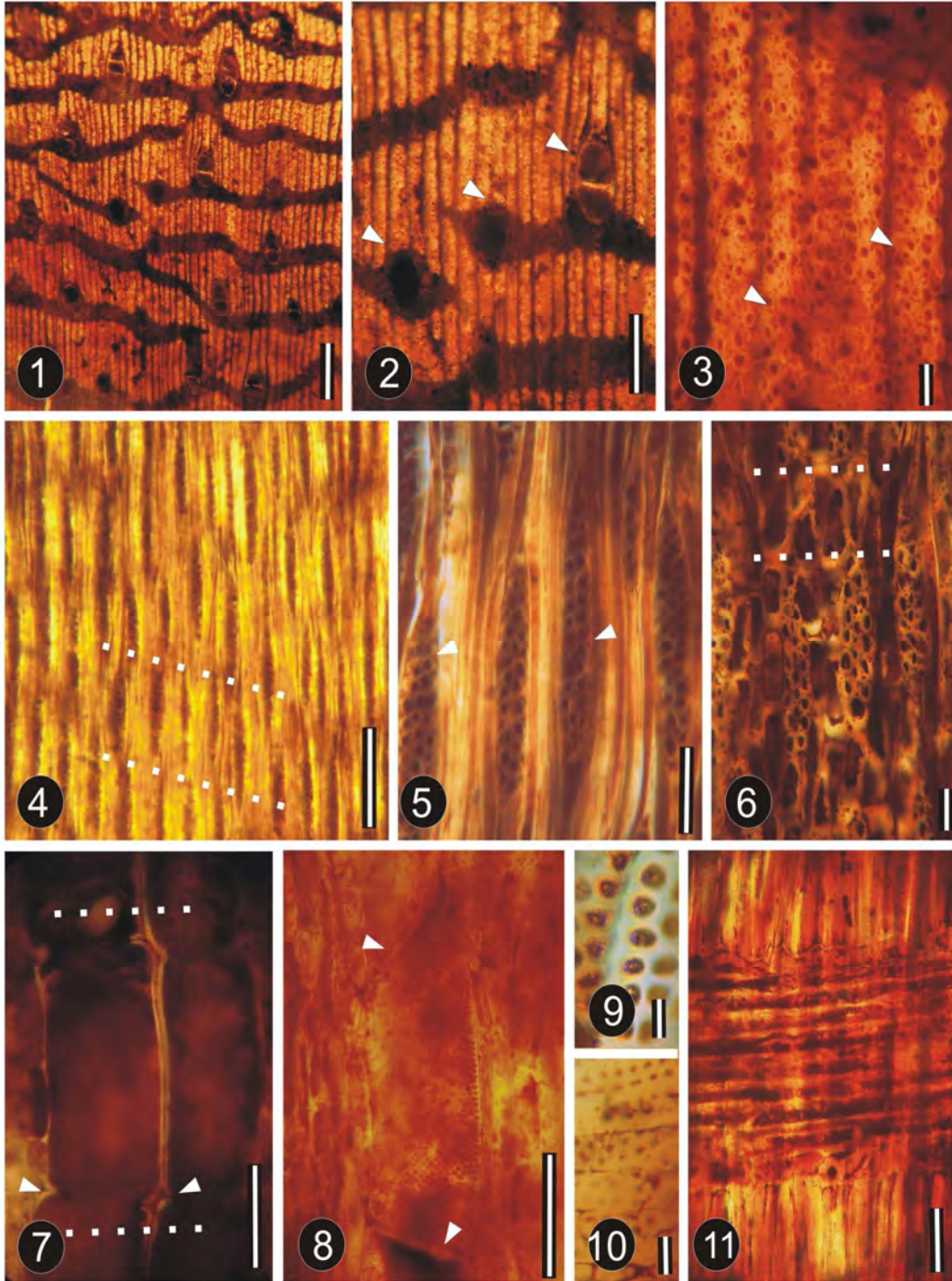
Las especies *Lecointea amazonica* y *Bobgunnia fistuloides*, ambas de la tribu Swartzieae, así como *Schefflerodendron adenopetalum* y *S. usambarensis* (Millettiae) coincidieron anatómicamente con los fósiles en la mayoría de los caracteres. Para *Libidibioxylon miocenica*, interrupciones en las bandas, observándose una tendencia a formar parénquima confluyente, además de presentar fibras con pared delgada y gruesas mezcladas, mientras que *Libidibioxylon tracheidata* las interrupciones en las bandas de parénquima, traqueidas vasicéntricas, radios 1-2 seriados y carecer de parénquima axial estratificado también permitieron descartar a las cuatro especies actuales arriba mencionadas como semejantes a los fósiles.

*Libidibia paraguariensis* también tiene similitud con los fósiles, aunque se diferencia de estos principalmente por el contraste de bandas del parénquima en el fósil y parénquima axial aliforme a confluyente, formando pocas bandas en la planta actual. En *L. sclerocarpa*, *L. granadillo* y *L. coriaria*, el arreglo del parénquima confluyente a bandeado se observa con mayor uniformidad, además que todas sus estructuras están estratificadas (elementos de vaso, parénquima axial y radios), sugieren similitud con *Libidibioxylon miocenica*; en contraste con *L. tracheidata*, se diferencia de todas estas por carecer de parénquima axial estratificado y tener traqueidas vasicéntricas. En el género *Libidibia* es común la ausencia, presencia o tendencia de estructuras estratificadas, por lo que no resulta raro que los fósiles suceda lo mismo, respecto a la presencia de traqueidas vasicéntricas, se definen vasicéntricas por estar asociadas a los elementos de vaso, pues es un camino alternativo para la conductividad (Rosell et al., 2007). El carácter es poco común en Leguminosae pero Gasson et al. (2009) las reportan en *Caesalpinia sensu lato*, con base en comparaciones de las especies actuales antes mencionadas, se observa una fuerte afinidad a *Libidibia*. Finalmente, considerando la gran semejanza de estas plantas fósiles a *Libidibia* se puede sugerir el nuevo género *Libidibioxylon* por la semejanza en a anatomía de su madera, ya que no puede atribuírsele formalmente el género *Libidibia*, pues hacen falta otros órganos de la planta para hacerlo.



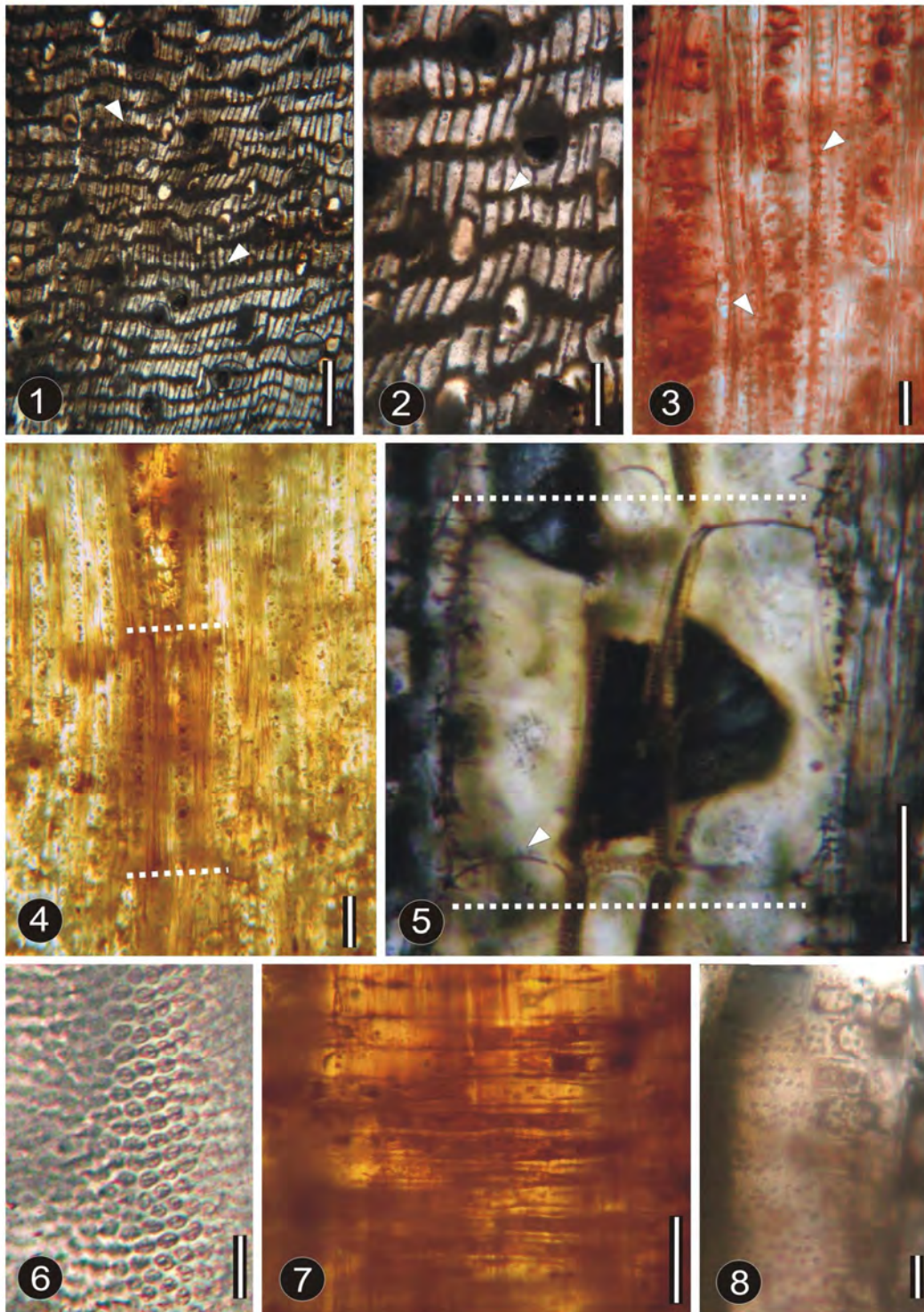
Lám. I. *Libidibioxylon miocenica* sp. nov. Flores-Rocha y Cevallos Ferriz (Chiapas). TR. 1. Porosidad difusa; anillos de crecimiento ausentes; vasos solitarios (90%); parénquima axial confluyente a bandeado. Barra 300 $\mu$ m. TN. 2. Vista general de radios homocelulares y estratificados. Barra 300 $\mu$ m. 3. Elementos de vaso estratificados (líneas punteadas); Radios estratificados. Barra 300 $\mu$ m. 4. Placa de perforación simple; punteaduras alternas; radios biseriados. Barra 200 $\mu$ m. 5. Punteaduras intervasculares alternas, ovaladas, areoladas y ornamentadas. Barra 10 $\mu$ m. 6. Parénquima axial estratificado (líneas punteadas); radios 2-3 seriados y estratificados. Barra 150 $\mu$ m. RL. 7. Vista general de radios homocelulares (Flechas) Barra 200 $\mu$ m. 8. radios homocelulares (flecha). Barra 200 $\mu$ m. 9. Campo de cruzamiento mostrando punteaduras vaso-radio. Barra 20 $\mu$ m.





Lám. II. *Libidibioxylon miocenica* sp. nov. Flores-Rocha y Cevallos Ferriz (Tlaxcala). TR. 1. Porosidad difusa; anillos de crecimiento ausentes; vasos solitarios (90%); parénquima axial confluyente a bandeado (flechas). Barra 450 $\mu$ m. 2. Vasos solitarios (90%) y múltiple radial (2) (flechas). Barra 300 $\mu$ m. 3. Fibras con paredes delgadas a gruesas. Barra 30 $\mu$ m. TN. 4. Radios homocelulares y estratificados (líneas punteadas). Barra 250 $\mu$ m. 5. Radios homocelulares (flecha), 2-3 seriados y estratificados. Barra 150 $\mu$ m. . Parénquima axial estratificado (líneas punteadas) en hileras de 3-5 células; radios 2-3 seriados y estratificados. Barra 30 $\mu$ m. 7. Elementos de vaso estratificados (líneas punteadas; placas de perforación (flechas). Barra 100 $\mu$ m. 8. Elemento de vaso con placa de perforación simple (Flechas). Barra 15 $\mu$ m. 9. Punteaduras intervasculares alternas, ovaladas, areoladas y ornamentadas. Barra 10 $\mu$ m. RL. 10. Punteaduras vaso-radio. Barra 10 $\mu$ m. 11. Radio homocelular con cuerpo compuesto por células procumbentes. Barra 40 $\mu$ m.





Lám. III. *Libidibioxylon tracheidata* sp. nov. Flores-Rocha y Cevallos-Ferriz. 1. TR. Porosidad difusa; anillos de crecimiento ausentes; parénquima axial confluyente a bandeado (flechas). Barra 800 $\mu$ m. 2. Parénquima confluyente (flecha) (2-3). Barra 250 $\mu$ m. 3. TN. Traqueidas vasicéntricas (flechas). Barra 40 $\mu$ m. 4. Radios estratificados (líneas punteadas). Barra 150 $\mu$ m. 5. Elementos de vaso estratificados (líneas punteadas; placa de perforación simple (flecha). Barra 200 $\mu$ m. 6. Punteaduras intervasculares; alternas, ovaladas, areoladas y ornamentadas. Barra 30 $\mu$ m. 7. Radios homocelulares. Barra 200 $\mu$ m. 8. Punteaduras vaso-radio. Barra 10 $\mu$ m.

**Género:** *Gleditsioxylon* Müller-Stoll y Mädler, 1967.

**Especie:** *Gleditsioxylon mexicana* Flores-Rocha y Cevallos-Ferriz sp. nov.

**Edad:** Mioceno

**Localidad:** Panotla, Tlaxcala

**Holotipo:** Ca 7

**Depositorio:** Colección Paleobotánica del Museo de Paleontología, Instituto de Geología, UNAM

**Muestras observadas:** 1

**Epíteto específico:** Se hace referencia a que es el primer registro del género para México.

**Diagnosis.** Porosidad anular, anillos de crecimiento distinguibles; vasos solitarios en la madera temprana, y vasos en múltiples-radiales y agrupados en la tardía; vasos en arreglo diagonal; placa de perforación simple, punteaduras intervasculares alternas, ovaladas, ornamentadas; punteaduras vaso-radio de menor tamaño pero similares en forma a las intervasculares; elementos de vaso estratificados; parénquima axial vasicéntrico, aliforme, confluyente esporádicamente y en bandas marginales; radios homocelulares, 2-8 seriados y raramente uniseriados, cuerpo de los radios conformado por células procumbentes.

**Descripción.** Anillos de crecimiento distinguibles, porosidad anular (Lám. IV.1,2). Vasos solitarios en 50%, múltiples radiales de 2-3 en 10% y agregados en 40%, con arreglo diagonal (Lám. IV.1,2). Los elementos de vaso en corte transversal son circulares a ovalados, con diámetro tangencial de en la madera tardía es de 190 (150-220)  $\mu\text{m}$ , y 27.5 (15-40)  $\mu\text{m}$  en la madera tardía, la longitud de los elementos de vaso es de 197 (130-250). Frecuencia de 22 (7-34) vasos/ $\text{mm}^2$ , en algunas secciones los elementos de vaso están estratificados (Lám. IV.4). Placa de perforación es simple (Lám. IV.3). Punteaduras intervasculares alternas, ovaladas, areoladas y ornamentadas (Lám. IV.3) con diámetro de 6 (5-7.5)  $\mu\text{m}$ . Punteaduras vaso-radio similares en forma a las punteaduras intervasculares pero de menor tamaño, con diámetro de 2.6 (2.5-3)  $\mu\text{m}$  (Lám. IV.8). Fibras libriformes. Parénquima axial paratraqueal

vasicéntrico, aliforme y confluyente en algunas secciones, parénquima axial apotraqueal en bandas marginales (Lám. IV.1,2). Hileras de parénquima de 1-2 células (Lám. IV.5). Radios 2-8 seriados (Lám. IV.6), homogéneos y homocelulares tipo I (Kribs, 1935), se miden 47.5 (40-70)  $\mu\text{m}$  de ancho y 258.6 (100-610)  $\mu\text{m}$  de alto. Frecuencia de 4.4 (4-5) radios/mm, con cuerpo compuesto únicamente por células procumbentes (Lám. IV.7).

**Comparación con taxones actuales.** Al ingresar caracteres en InsideWood como presencia de anillos de crecimiento, porosidad anular, vasos agregados, punteaduras intervasculares ornamentadas, punteaduras vaso-radio de forma similar pero de menor diámetro a las punteaduras intervasculares, parénquima axial vasicéntrico y confluyente, engrosamientos helicoidales en los elementos de vaso, frecuencia de radios de 4/mm y radios homocelulares, se sugiere una fuerte afinidad a la familia Leguminosae, en especial con *Laburnum anagyroides* Medik., *Robinia neomexicana* A.Gray y *R. pseudoacacia* L., *Gleditsia sinensis* Lam., y *G. amorphoides* (Griseb.) Taub.

*Laburnum anagyroides* y el fósil *Gleditsioxylon mexicana* poseen caracteres anatómicos similares no obstante, al comparar ambas especies, los radios multiseriados mayores a 10 células, radios de 1mm de longitud, presencia de células envainantes en los radios y la estratificación tanto del parénquima axial como de los elementos de vaso, delimitan a la actual especie como afín de *Gleditsioxylon mexicana*.

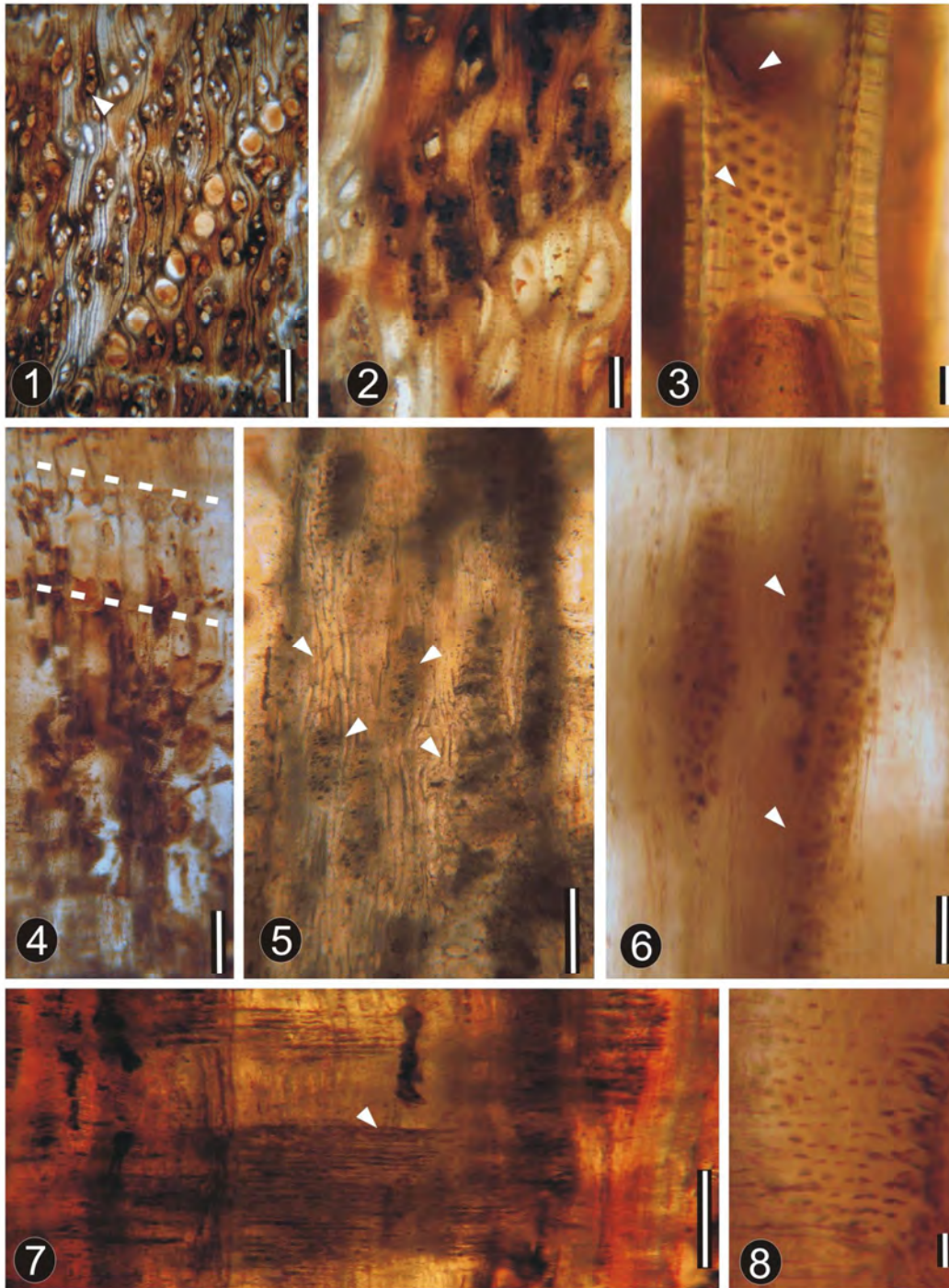
*Robinia pseudoacacia* y *R. neomexicana* poseen tílides (Page, 1993; Schmitt y Liese, 1994), además elementos de vaso y células de parénquima axial estratificados (Richter y Dallwitz, 2000) mientras que *Gleditsioxylon mexicana* carece de tílides y los elementos de vaso tienden a la estratificación.

Existe mayor similitud del fósil con *Gleditsia* pues comparten caracteres como porosidad anular, alta frecuencia de vasos agregados, parénquima axial vasicéntrico, confluyente y en bandas marginales, radios homocelulares y multiseriados de 2-8 células, así como la estratificación ocasional de los elementos de vaso. Además la estratificación de estructuras como el parénquima axial o los elementos de vaso son muy raros en *Gleditsia*, pero no inexistentes. *Gleditsia sinensis* es similar al fósil pero se diferencia en el arreglo tangencial de los vasos que corresponde a la forma común en las especies de

este género. El fósil estudiado es semejante a *G. amorphoides*, aunque este último carece de estratificación de los elementos de vaso y de engrosamientos helicoidales (Cozzo, 1951).

La madera de esta nueva planta fósil sugiere que se trata de un ejemplar de *Gleditsia*, pero las diferencias detectadas apoyan que se reconozca como una especie nueva hasta que no se logre la reconstrucción de la planta completa. Se incluye además en *Gleditsioxylon* para señalar la semejanza al género actual pero resaltando la necesidad del reconocimiento de otros órganos que confirmen su reconocimiento como *Gleditsia*.





Lám. IV. *Gleditsioxylon mexicana* sp. nov. Flores-Rocha y Cevallos-Ferriz. TR.1. Porosidad anular; anillos de crecimiento distinguibles; arreglo diagonal de los vasos; vasos solitarios y agregados (flecha); parénquima axial vasicéntrico. Barra 460 $\mu$ m. 2. Vasos solitarios y agregados; parénquima axial vasicéntrico. Barra 230 $\mu$ m. TN.3. Elemento de vaso con placa de perforación simple (flecha) y punteaduras intervasculares alternas (flecha). Barra 200 $\mu$ m. 4. Elementos de vaso estratificados (líneas punteadas). Barra 60 $\mu$ m. 5. Radios 4-5 seriados (flechas); parénquima axial (flechas). Barra 300 $\mu$ m. 6. Radios 3-6 seriados (flecha). Barra 100 $\mu$ m. RL. 7. Radios homocelulares con cuerpo compuesto únicamente por células procumbentes (flecha). Barra 500 $\mu$ m. 8. Campo de cruzamiento mostrando punteaduras vaso-radio. Barra 10 $\mu$ m.

**Género:** *Gymnocladoxylon* Flores-Rocha y Cevallos-Ferriz gen. nov.

**Especie:** *Gymnocladoxylon septata* Flores-Rocha y Cevallos-Ferriz sp. nov.

**Edad:** Mioceno

**Localidad:** Panotla, Tlaxcala

**Holotipo:** Tlax 37

**Depositorio:** Colección Paleobotánica del Museo de Paleontología, Instituto de Geología, UNAM

**Muestras observadas:** 1

**Nombre genérico:** Se asocia al género *Gymnocladus* debido la semejanza anatómica de la madera fósil.

**Epíteto específico:** el epíteto *septata* hace referencia a las fibras septadas que caracterizan a esta madera fósil.

**Diagnosis.** Porosidad anular, anillos de crecimiento distinguibles; vasos solitarios, en múltiples radiales y agregados; vasos en arreglo diagonal; placa de perforación simple, punteaduras intervasculares alternas, ovaladas, ornamentadas; punteaduras vaso-radio de menor tamaño pero similares en forma a las intervasculares; traqueidas vasicéntricas; fibras septadas; parénquima axial vasicéntrico, confluyente a bandeado; bandas marginales de parénquima axial; radios homocelulares, radios 2-6 seriados y raramente uniseriados, cuerpo de los radios conformado por células procumbentes.

**Descripción.** Anillos de crecimiento distinguibles, porosidad anular (Lám. V.1,2). Vasos solitarios en 75%, múltiples radiales de 2-3 en 15% y agregados en 10% (Lám. V.2,3). Los elementos de vaso en corte transversal son circulares a ovalados y tienen un arreglo diagonal, con diámetro tangencial de 175.7 (100-280)  $\mu\text{m}$  en la madera temprana y 23 (10-30)  $\mu\text{m}$  en la madera tardía, su longitud es 274.2 (140-400)  $\mu\text{m}$ . Frecuencia de 8 (5–11) vasos/ $\text{mm}^2$ . Placa de perforación simple (Lám. V.5). Punteaduras intervasculares alternas, ovaladas, areoladas y ornamentadas (Lám. V.6; Lám. XIV.3,4) con diámetro de 5.4 (5-6)  $\mu\text{m}$ . Punteaduras vaso-radio similares en forma a las punteaduras intervasculares pero de menor tamaño, con diámetro de 2.6 (2.5-3)  $\mu\text{m}$  (Lám. V.10). Fibras libriformes con septos (Lám. V.8). Parénquima axial paratraqueal

es vasicéntrico, aliforme y confluyente en algunas secciones, parénquima axial apotraqueal en bandas marginales (Lám. V.2) compuestas de 1-4 células de ancho. Traqueidas vasicéntricas presentes (Lám. V.4). Radios 2-6 seriados y raramente uniseriados (Lám. V.7), homogéneos y homocelulares tipo I (Kribs, 1935), se miden 39 (30-50)  $\mu\text{m}$  de ancho y 220 (100-280)  $\mu\text{m}$  de alto. Frecuencia de 4.4 (4-5) radios/mm., con cuerpo compuesto únicamente por células procumbentes (Lám. V.9).

**Comparación con taxones actuales.** En InsideWood, la combinación de caracteres como porosidad anular, presencia de anillos de crecimiento, vasos agrupados, traqueidas vasicéntricas, punteaduras intervasculares ornamentadas, punteaduras vaso-radio de forma similar pero de menor diámetro a las punteaduras intervasculares, parénquima axial vasicéntrico, frecuencia de radios de 4/mm, estructura celular de los radios (homocelulares o heterocelulares), presencia/ausencia de estratificación de algunas estructuras, permiten sugerir afinidad a *Catalpa bignonioides* Walter, y *C. speciosa* (Warder ex Barney) Warder ex Engelm., de Bignoniaceae, *Fraxinus excelsior* L. de Oleaceae, así como *Robinia pseudoacacia* L., *R. neomexicana* A.Gray, *Gymnocladus dioica* (L.) K.Koch., y *G. chinensis* Baill., de Leguminosae

De las especies referenciadas, *Catalpa bignonioides* y *C. speciosa* (Bignoniaceae) se distinguen de *Gymnocladoxylon septata* por tener porosidad semianular, arreglo dendrítico de los vasos, tílides, carecer tanto de traqueidas vasicéntricas y de fibras septadas. Otros dos caracteres importantes son que tienen radios heterocelulares y carecen de ornamentación en las punteaduras intervasculares.

*Fraxinus excelsior* (Oleaceae) no tiene vasos agregados, sus punteaduras intervasculares son diminutas (menores a 4 $\mu\text{m}$ ) y carece de traqueidas vasicéntricas. Además, posee muchos caracteres variables, es decir, poseen una descripción ambigua que permite descartar como un género viable con base a una correcta comparación con el fósil.

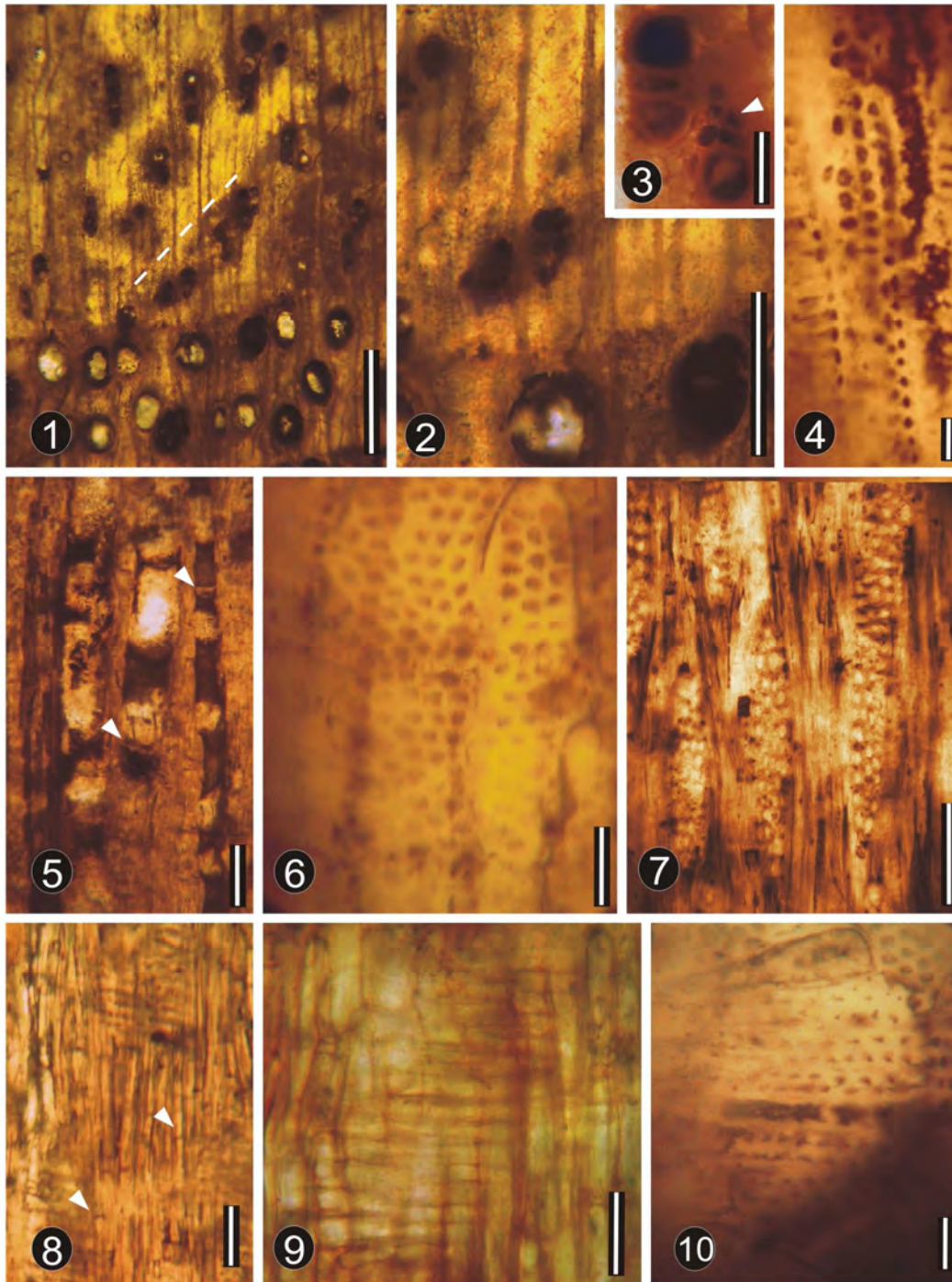
Respecto a las leguminosas *Robinia neomexicana* y *R. pseudoacacia* (Robinieae), se distinguen de la planta fósil por tener tílides, carecer de traqueidas vasicéntricas y tener fibras, pues no es posible encontrarlas en maderas con fibras con pared gruesa por poseer un lumen pequeño o sin

lumen (Gasson et al., 2003), y un carácter importante que permite descartar al género *Robinia* es la presencia de estructuras estratificadas, como los elementos de vaso y el parénquima axial.

La comparación del fósil con la madera de las especies antes mencionadas indica una mayor afinidad con *Gymnocladus dioica*. Los caracteres que permitieron asociarlos como similares son porosidad anular, presencia de anillos de crecimiento, presencia de vasos agrupados, traqueidas vasicéntricas, punteaduras intervasculares ornamentadas, punteaduras vaso-radio de forma similar pero de menor diámetro a las punteaduras intervasculares, presencia de traqueidas vasicéntricas, parénquima axial vasicéntrico, radios 2-6 seriados, frecuencia de radios de 4/mm, radios homocelulares, y ausencia de estratificación de tipos celulares (elementos de vaso, parénquima axial y radios). En *G. dioica* existe sólo una diferencia con el fósil, que consiste en la ausencia de fibras septadas. Se comparó también con la especie *G. chinensis* cuyos caracteres también sugieren afinidad al fósil, aunque caracteres como la ausencia de fibras septadas y de traqueidas vasicéntricas en la planta actual permiten distinguir al fósil como una especie distinta. La diferencia del fósil respecto a *Gymnocladus* son las fibras septadas, carácter poco común en Caesalpinioideae no obstante, se llega a observar en la tribu Caesalpinieae, a la que pertenece el género (Gasson et al., 2003; 2009), por lo que la presencia de este carácter no es una limitante en la asignación al género del fósil, incluso hay quienes proponen que el Grupo *Gleditsia*, en el que se encuentran *Gymnocladus* y *Gleditsia*, pudieran tener mayor relación con Mimosoideae (LPWG, 2013), ya que en esta tribu es común observar dicho carácter (Evans et al., 2006).

Aunque los caracteres anatómicos de la madera de este fósil sugieren que es afín a *Gymnocladus*, las diferencias observadas dan soporte a reconocer al fósil como una nueva especie, pues sin otros órganos como hojas, flores o frutos, este fósil se identifica como *Gymnocladoxyton*, dada su semejanza con el género actual. Además, se propone como nuevo género al ser el primer registro de una madera similar a *Gymnocladus* en el mundo.





Lám. V. *Gymnocladoxylon septata* Sp. nov. Flores-Rocha y Cevallos-Ferriz. TR. 1. Porosidad anular; anillos de crecimiento distinguibles; arreglo diagonal de los vasos (línea punteada); vasos solitarios y en vasos agregados (flechas). Barra 750 $\mu$ m. 2. Vasos solitarios y vasos agregados (flecha); parénquima axial vasicéntrico (flecha). Barra 300 $\mu$ m. 3. Vasos en múltiple radial y agregado (flecha). Barra 150 $\mu$ m. TN. 4. Traqueidas vasicéntricas. Barra 15 $\mu$ m. 5. Elementos de vaso con placa de perforación simple (flechas). Barra 200 $\mu$ m. 6. Elementos de vaso con punteaduras alternas, ovaladas, areoladas y ornamentadas. Barra 30 $\mu$ m. 7. Radios 2-4 seriados. Barra 150 $\mu$ m. RL. 8. Fibras septadas (flechas). Barra 50 $\mu$ m. 9. Radio homocelular compuesto por células procumbentes. Barra 100 $\mu$ m. 10. Campo de cruzamiento mostrando punteaduras vaso-radio. Barra 15 $\mu$ m.

**Subfamilia:** Mimosoideae

**Tribu:** Mimoseae

**Género:** *Mimosoxylon* Müller-Stoll y Mädler, 1967

**Especie:** *Mimosoxylon culiacanense* Flores-Rocha y Cevallos-Ferriz sp. nov.

**Edad:** Pleistoceno

**Localidad:** Culiacán, Sinaloa

**Holotipo:** Cul 4

**Material adicional:** Cul1, Cul2, Cul-3, Cul5, Cul6, Cul7, Cul8, Cul9, Cul10

**Depositorio:** Colección Paleobotánica del Museo de Paleontología, Instituto de Geología, UNAM

**Muestras observadas:** 10

**Epíteto específico:** Hace referencia al municipio de Culiacán, Sinaloa, en donde se colectó la muestra.

**Diagnosis.** Porosidad semianular, anillos de crecimiento distinguibles; vasos solitarios mayoritariamente, 90% y en múltiples radiales de 2-3, 10%; placa de perforación simple, punteaduras intervasculares alternas, ovaladas, ornamentadas; punteaduras vaso-radio de menor tamaño pero similares en forma a las intervasculares; tílides escleróticas; parénquima axial vasicéntrico y escaso; radios homocelulares, 1-3 seriados, cuerpo de los radios conformado por células procumbentes.

**Descripción.** Anillos de crecimiento distinguibles, porosidad semianular (Lám. VI.1). Vasos solitarios en 90%, múltiples radiales de 2-3 en 10% (Lám. VI.1,2). Los elementos de vaso en corte transversal son circulares a ovalados, diámetro tangencial de 165 (50-270)  $\mu\text{m}$ , su longitud es 304 (180-450)  $\mu\text{m}$ . Frecuencia de 6 (5-7) vasos/ $\text{mm}^2$ . Placa de perforación simple (Lám. VI.6). Punteaduras intervasculares alternas, ovaladas, areoladas y ornamentadas (Lám. VI.6,7) con diámetro de 6.6 (6-7.5)  $\mu\text{m}$ . Punteaduras vaso-radio similares en forma a las punteaduras intervasculares pero de menor tamaño (Lám. VI.9) con diámetro de 2.7 (2.5-3)  $\mu\text{m}$ . Los elementos de vaso presentan tílides escleróticas (Lám. VI.2,8). Parénquima paratraqueal escaso y vasicéntrico,

ligeramente aliforme y confluyente (Lám. VI.1,2), parénquima apotraqueal se organiza en bandas marginales compuestas de 1-3 células de ancho (Lám. VI.1). Fibras libriformes con paredes gruesas (Lám. VI.3) con diámetro del lumen de 5 (5-6)  $\mu\text{m}$ , la pared tiene grosor de 10 $\mu\text{m}$ . Radios 1-3 seriados (Lám. VI.4,5), homogéneos y homocelulares tipo I (Kribs, 1935), se miden 33 (20-40)  $\mu\text{m}$  de ancho y 293 (200-450)  $\mu\text{m}$  de alto. Frecuencia de 7.1 (6-8) /mm, con cuerpo de los radios compuesto únicamente por células procumbentes (Lám. VI.8).

**Comparación con taxones actuales.** De la combinación de caracteres que esta madera fósil presenta como anillos de crecimiento distinguible, porosidad anular y semianular, poros en un 90% solitarios, ornamentación en punteaduras intervasculares, punteaduras vaso-radio de forma similar pero de menor diámetro a las punteaduras intervasculares, parénquima axial vasicéntrico, composición celular de los radios, y sin estructuras estratificadas, InsideWood sugiere afinidad a *Carya illinoensis* (Wangenh.) K.Koch de Juglandaceae, *Zanthoxylum schinifolium* Siebold & Zucc., de Rutaceae, *Tectona grandis* L.f., de Lamiaceae, y especies como *Cercis siliquastrum* L., *Copaifera langsdorffii* Desf., *Cladrastis kentukea* (Dums.Cours.) Rudd, *Mimosa acanthaloba* (H. & B. ex Will.) Poir., *M. bahamensis* Rose & Robinson, *M. bentharii* J.F. Macbr., *M. hexandra* (DC.) O. Kuntze, *M. leucaenoides* Benth., *M. tejupilcana* R. Grether & A. Martínez-Bernal, *M. tenuiflora* (Wild.) Poir., *M. texana* (A.Gray) Small, *M. menabeensis* R. Vig., y *M. waterloti* R. Vig. de Leguminosae.

Aunque *Carya illinoensis* (Juglandaceae) coincidió en algunos caracteres con *Mimosoxylon culiacanense*, se diferenció de esta planta fósil por tener diámetro tangencial de vasos en más de 200  $\mu\text{m}$ , parénquima axial difuso y en agregados, banda de parénquima, presencia de radios 4-10 seriados, y dos caracteres importantes como ausencia de ornamentación en punteaduras intervasculares y tener radios heterocelulares. Otra especie sugerida es *Zanthoxylum schinifolium* (Rutaceae) que se distingue del fósil por carecer de ornamentación en las punteaduras intervasculares y tener radios heterocelulares.

De taxones que poseen cierta similitud con el fósil, *Cercis siliquastrum* (Cercideae) que se diferencia por tener vasos en agregados, más de 40 vasos/mm<sup>2</sup>, parénquima confluyente, radios heterocelulares y fibras estratificadas. *Copaifera langsdorffii* (Caesalpinieae) puede diferenciarse del fósil por su porosidad difusa, fibras con pared delgada, parénquima aliforme y confluyente y radios heterocelulares. Aunque *Cladrastis kentukea* (Sophoreae) mostró gran similitud con el fósil, se diferenció por su radios de distintos tamaños y heterocelulares.

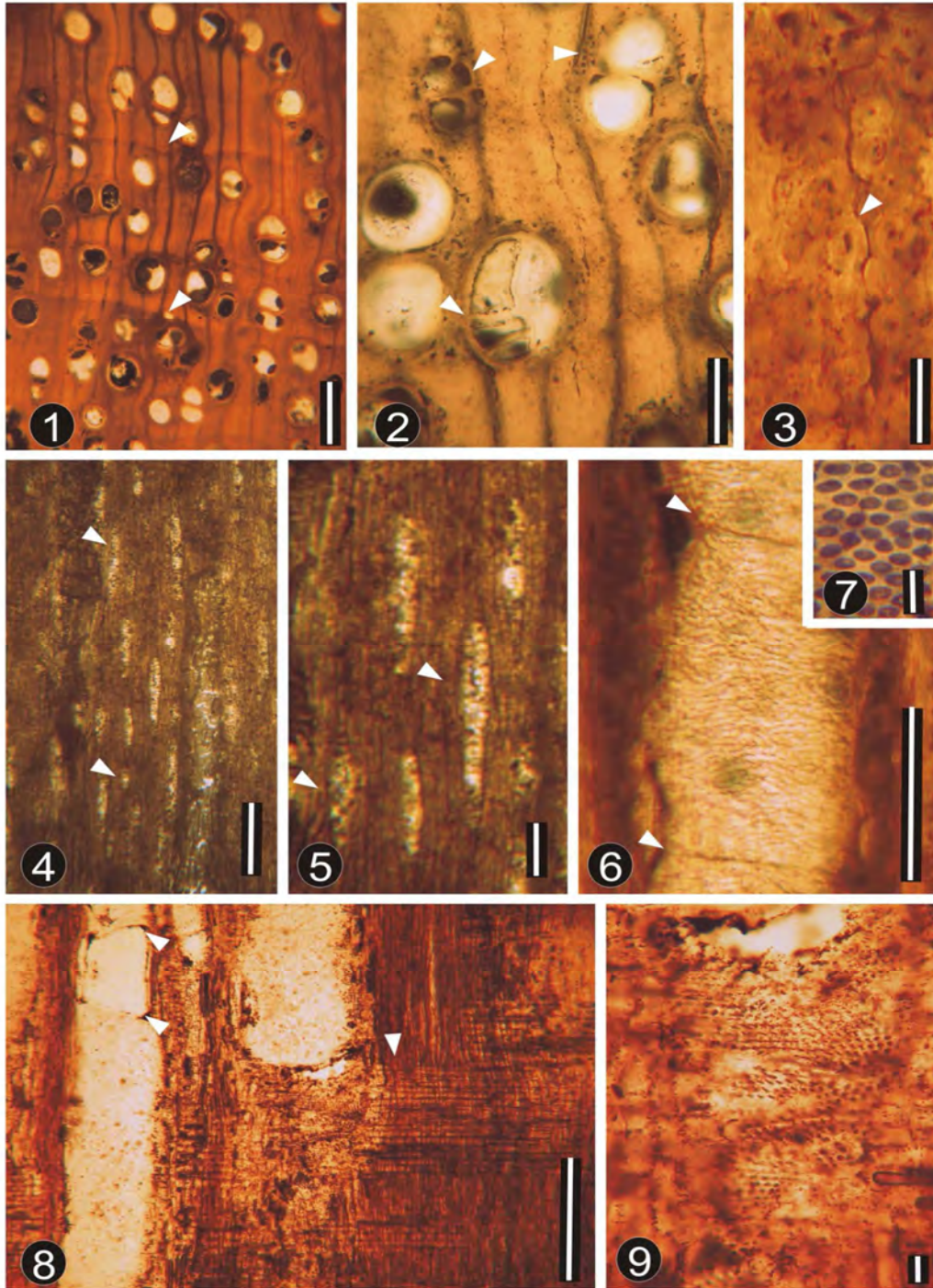
La anatomía de la madera de esta planta fósil sugiere afinidad a Mimosoideae, con base en la ausencia de estructuras estratificadas, presencia únicamente de radios homocelulares, parénquima axial paratraqueal ausente o de escasa distribución, por lo regular vasicéntrico aliforme a confluyente (Baretta-Kuipers, 1981). Su afinidad a *Mimosa* se sustenta en que *M. menabeensis* y *Mimosa waterloti* comparten caracteres con el fósil, como poseer anillos de crecimiento distinguibles, porosidad semianular, parénquima axial paratraqueal escaso y vasicéntrico, parénquima axial apotraqueal ausente o raro, bandas marginales delgadas, ausencia de tipos celulares estratificados y radios homocelulares. Otras especies de *Mimosa* comparadas con el fósil difieren principalmente por carecer de tílides, sin embargo, coinciden anatómicamente en caracteres cualitativos como *M. acanthaloba* que difiere principalmente por presentar porosidad anular. *Mimosa bahamensis* difiere de *Mimosoxylon culiacanense* por presentar traqueidas vasicéntricas y mayor abundancia de parénquima, *Mimosa bethamii* difiere por presentar porosidad anular, traqueidas vasicéntricas y mayor abundancia de parénquima. Mientras que *M. hexandra* se distingue por presentar traqueidas vasicéntricas, presentar mayoritariamente radios uniseriados y abundancia de parénquima formando bandas, en el caso de *M. leucaenoides* la presencia de traqueidas vasicéntricas la diferencian del fósil, *M. tejupilcana* difiere por presentar traqueidas vasicéntricas, radios totalmente uniseriados y parénquima abundante, *M. tenuiflora* se diferencia del fósil por presentar traqueidas vasicéntricas. Para *M. texana*, la diferencias consisten principalmente en presencia de traqueidas vasicéntricas. Como en muchos casos, los caracteres cuantitativos son mínimos no obstante, las coincidencias anatómicas con *Mimosa acanthaloba*,



*M. leucaenoides*, *M. tenuiflora* y *M. texana* refuerzan al fósil como afín al género.

La presencia de tílides en el fósil puede hablar un poco de las condiciones en las que se encontraba o bien, ser un carácter que define a ésta madera fósil como parte de una especie distinta dentro de *Mimosa*. Las tílides consideradas podrían ser utilizadas como ayuda en la identificación de la madera debido a que algunas familias la presentan naturalmente (Carlquist, 1988). Sin embargo, su estudio se centra principalmente en la función ecológica, ya sea para almacenamiento de azúcares u otras sustancias, o bien como acción mecánica al estrés causado por elementos bióticos abióticos (e.g. hifas de hongos, bacterias, estrés hídrico. (Myers, 1924; McElrone et al., 2010). Por lo que la presencia de este carácter en el fósil y ausente en las actuales podría hablar que durante el Pleistoceno de Culiacán, Sinaloa, las condiciones en las que se encontraba la planta fósil eran en parte, distintas.

La similitud anatómica observada en las especies actuales de *Mimosa* con el fósil, sugiere que esta planta pertenece a dicho género sin embargo, no es posible asignarle alguna especie actual, pues se carece de otros órganos que confirmen alguna especie actual. Debido a la fuerte afinidad reflejada en la madera a *Mimosa*, se determina como *Mimosoxylon* y así considerarla como una especie fósil nueva.



Lám. VI. *Mimosoxylon culiacanense* sp. nov. Flores-Rocha y Cevallos-Ferriz. TR. 1. Porosidad semianular; anillos de crecimiento distinguibles (flechas); vasos solitarios. Barra 300 $\mu$ m. 2. Vasos solitario con tílides esclerótica (flecha↙) y vasos en agregados (flecha↘); parénquima axial vasicéntrico ligeramente aliforme (flecha→). Barra 250 $\mu$ m. 3. Fibras con paredes delgadas a gruesas (flecha). Barra 20 $\mu$ m. TN.4. Vista general de radios no estratificados y 2-3 seriados (flechas). Barra 250 $\mu$ m. 5. Radios homocelulares 2-3 seriados (flecha). Barra 100 $\mu$ m. 6. Elemento de vaso con placa de perforación simple (flechas); con engrosamientos en la pared de los elementos de vaso. Barra 270 $\mu$ m. 7. Punteaduras alternas, ovaladas, areoladas y ornamentadas. Barra 15 $\mu$ m. RL. 8. Radios homocelulares (flecha↘); tílides esclerótica (flecha↙). Barra 270 $\mu$ m. 9. Punteaduras vaso-radio. Barra 15 $\mu$ m.

**Subfamilia:** Papilionoideae

**Tribu:** Dalbergieae

**Género:** *Andiroxylon* Müller-Stoll y Mädal, 1967

**Especie:** *Andiroxylon cevallosii* Flores-Rocha sp. nov.

**Edad:** Mioceno

**Localidad:** Arroyo Maderas, Chiapas

**Holotipo:** Gch 14

**Material adicional:** Gch13, Gch15 y Gch17

**Depositorio:** Colección Paleobotánica del Museo de Paleontología, Instituto de Geología, UNAM

**Muestras observadas:** 4

**Epíteto específico:** Se hace un reconocimiento al Dr. Sergio R. S. Cevallos-Ferriz por su trayectoria en el estudio de las maderas fósiles de México.

**Diagnosis.** Porosidad difusa, anillos de crecimiento indistinguibles; vasos solitarios mayoritariamente y esporádicos múltiples radiales de 2-3; placa de perforación simple, punteaduras intervasculares alternas, ovaladas, ornamentadas; punteaduras vaso-radio de menor tamaño pero similares en forma a las intervasculares; elementos de vaso estratificados; fibras con pared gruesa; parénquima axial aliforme y confluyente a bandeado; hileras de 3-6 células; estratificado; radios heterocelulares, radios 2-3 seriados y raramente uniseriados, cuerpo conformado por células procumbentes, 1-2 células cuadradas marginales, estratificados.

**Descripción.** Anillos de crecimiento indistinguibles o ausentes, porosidad difusa (Lám. VI.1,2). Vasos solitarios en 90% y múltiples radiales de 2-3 en 10% (Lám. VI.1,2). Los elementos de vaso en corte transversal son circulares a ovalados, con diámetro tangencial de 132 (80-175)  $\mu\text{m}$ , su longitud es 310 (290-350)  $\mu\text{m}$ . Frecuencia de 2-4 vasos/ $\text{mm}^2$ , se encuentran estratificados (Lám. VI.8). Placa de perforación simple (Lám. VI.8,9). Punteaduras intervasculares alternas, ovaladas, areoladas y ornamentadas (Lám. VI.9; Lám. XIV.5,6) con diámetro de 8.5 (7.5-10)  $\mu\text{m}$ . Punteaduras vaso-radio similares en

forma a las punteaduras intervasculares pero de menor tamaño (Lám. VI.11,12) con diámetro de 6.5 (5-7.5)  $\mu\text{m}$ . Fibras libriformes con paredes gruesas (Lám. VI.4) con diámetro del lumen 4 (2-7)  $\mu\text{m}$  y de pared 11 (6-20)  $\mu\text{m}$ . Parénquima axial paratraqueal es vasicéntrico, aliforme a confluyente, parénquima axial apotraqueal en bandas compuesto de 2-12 células de ancho (Lám. VI.1,2,3), parénquima axial en hileras de 3-6 células (Lám. VI.7). Células de parénquima axial estratificadas (Lám. VI.7). Radios 2-3 seriados y ocasionalmente 1 ó 4 seriados (Lám. VI.5,6,7), heterogéneos y heterocelulares tipo IIB (Kribs, 1935), se miden 50-70 $\mu\text{m}$  de ancho y 270 (230-310)  $\mu\text{m}$  de alto. Frecuencia de 11 (10-14) radios/mm, se encuentran estratificados (Lám. VI.5,6,7), con cuerpo compuesto por células procumbentes y en sus márgenes presentan línea de 3 células cuadradas (Lám. VI.10).

**Comparación de con taxones actuales.** Para la combinación de caracteres como poros en un 90% solitarios, de punteaduras intervasculares ornamentadas, punteaduras vaso-radio de forma similar pero de menor diámetro a las punteaduras intervasculares, parénquima axial abundante que se presenta como vasicéntrico, aliforme, confluyente y bandeado, radios heterogéneos y heterocelulares, estratificación de estructuras (elementos de vaso, parénquima axial, radios y/o fibras), InsideWood sugiere afinidad a la subfamilia Papilionoideae con las especies *Andira coriacea* Pulle, *A. surinamensis* (Bondt.) Pulle, *Dalbergia monticola* Bosser et Rabev., *D. trichocarpa* Baker, *Hymenolobium excelsum* Ducke, *H. elatum* Ducke, *H. flavum* Kleinhoonte, *H. petraeum* Ducke pertenecientes a la tribu (Dalbergieae), *Cordyla africana* Lour., y *Swartzia benthamiana* Miq. (Swartzieae).

En *Cordyla africana* (Swartzieae) la longitud de sus elementos de vaso es grande (350-800 $\mu\text{m}$ ) y su parénquima es difuso, radios homocelulares a heterocelulares y la presencia de más de un cristal en sus células no son caracteres constantes, por lo que la relación con el fósil se debilita.

*Swartzia benthamiana* (Swartzieae) con longitud de los elementos de vaso grande (350-800 $\mu\text{m}$ ), parénquima axial reticulado, radios exclusivamente uniseriados, homocelulares a heterocelulares, por lo que se diferencia de la planta fósil.

Esta madera tiene clara afinidad a la tribu Dalbergieae, pues comparte caracteres con cinco especies de esta tribu, como es el caso de *Dalbergia monticola* y *D. trichocarpa* que difieren del fósil por tener anillos de crecimiento distinguibles, longitud de los elementos de vaso variada (<350-800µm), parénquima axial difuso y en agregados.

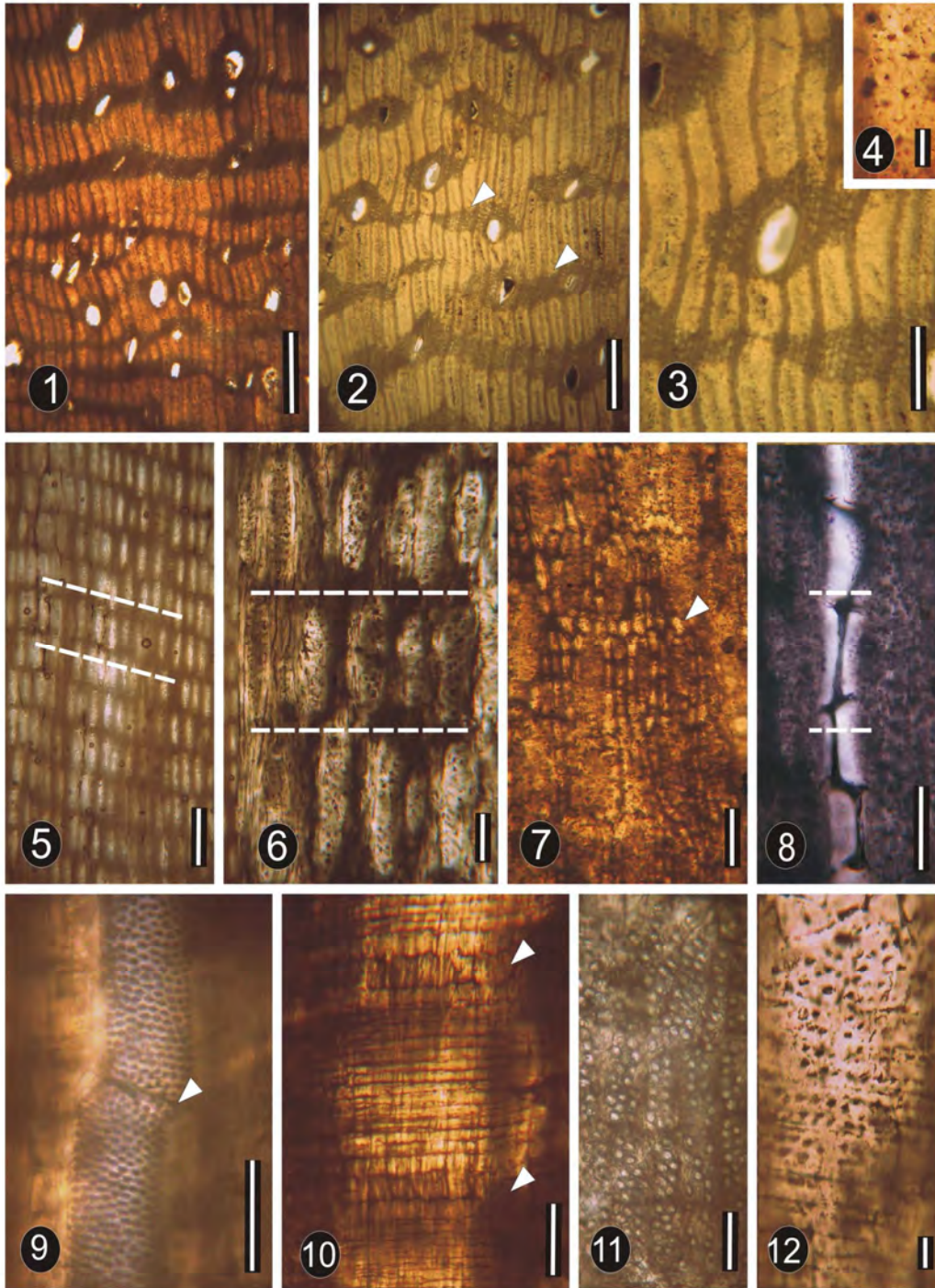
Las especies *Hymenolobium excelsum*, *H. elatum*, *H. flavum*, *H. petraeum*, cuyas características anatómicas son consideradas como las mismas entre si (InsideWood, 2004; Richter y Dallwitz, 2000), y las especies *Andira surinamensis*, *A. inermis* y *A. coriacea* coinciden anatómicamente con el fósil. Son pocos los caracteres que podrían deslindar a *Hymenolobium* afín al fósil, principalmente caracteres cuantitativos como el diámetro tangencial (>200 µm) y la longitud de los elementos de vaso (<350-800µm). Si embargo, estos caracteres no pueden ser considerados como diferencias genéricas o específicas debido a que dichos caracteres dependen del tamaño de la planta y sus interacciones ambientales (Olson y Rosell, 2012; Olson et al., 2013).

Aunque anatómicamente no puede descartarse a *Hymenolobium* como género afín a la planta fósil, se sugiere que este fósil posee afinidad con *Andira*, pues en México se tiene un registro de otra madera para el Mioceno (véase Martínez-Cabrea et al., 2006). Respecto a *Andira coriacea*, *A. inermis* y *A. surinamensis*, los caracteres que permiten sugerir semejanza con el fósil incluyen el tamaño mediano de las punteaduras intervasculares, la presencia constante de parénquima axial aliforme y confluyente a bandeado, radios heterocelulares, estratificación de todas sus estructuras (elementos de vaso, parénquima axial, radios). Aunque coinciden las maderas de las plantas actuales y fósiles en todos los caracteres cualitativos, respecto a los cuantitativos existen diferencias mínimas.

Exceptuando la edad del fósil con las plantas actuales, tanto las especies de *Hymenolobium* como las *Andira* coinciden anatómicamente con el fósil, la dificultad para determinar a cual género se asemeja más puede deberse precisamente a la estrecha relación que existe entre ellos como se observa en Cardoso et al. (2012). Además, Pennington (1995; 1996) menciona que la única forma de diferenciar a *Andira* de *Hymenolobium* es por el fruto.

Finalmente, es posible sugerir que ambos géneros son afines al fósil pero considerando la presencia de *Andiroxylon cinnamomeus* en el registro fósil de México, se considera a *Andira* como el género relacionado a la nueva planta fósil. Debido a la falta de otros órganos, no se le puede designar *Andira* como tal, por lo que se le nombra *Andiroxylon*, haciendo referencia a su similitud anatómica y por tanto se reconoce especie nueva hasta que la planta fósil pueda ser reconstruida.





Lám. VII. *Andiroxylon cevallosii* sp. nov. Flores-Rocha. TR. 1. Porosidad difusa; vasos solitarios (90%); parénquima axial confluyente a bandeado. Barra 450µm. 2. Parénquima axial aliforme y confluyente a bandeado (flechas). Barra 600µm. 3. Vaso ovalado y con parénquima axial aliforme. Barra 200µm. 4. Fibras con pared gruesa. Barra 20µm. TN. 5. Vista de radios heterocelulares estratificados (líneas punteadas). Barra 620µm. 6. Radios heterocelulares y 2-4 seriados y estratificados (líneas punteadas). Barra 100µm. 7. Parénquima axial estratificado en hileras de 3-6 células (flecha). Barra 100µm. 8. Elementos de vaso estratificados (líneas punteadas). Barra 250µm. RL. 9. Elementos de vaso con placa de perforación simple (flecha) y punteaduras alternas. Barra 150µm. 10. Radio heterocelular con cuerpo compuesto por células procumbentes y márgenes con 3 células cuadradas (flechas). Barra 100µm. 11. Punteaduras vaso-parénquima axial. Barra 50µm. 12. Punteaduras vaso-radio. Barra 20µm.

**Género:** *Dalbergioxylon* C. G. K Ramanujam, 1960

**Especie:** *Dalbergioxylon uniseriatum* Flores-Rocha y Cevallos-Ferriz sp. nov.

**Edad:** Mioceno

**Localidad:** Arroyo Maderas, Chiapas

**Holotipo:** Gch 7

**Material adicional:** Gch 10a

**Depositorio:** Colección Paleobotánica del Museo de Paleontología, Instituto de Geología, UNAM

**Muestras observadas:** 2

**Epíteto específico:** Se hace referencia a los radios uniseriados en el fósil.

**Diagnosis.** Porosidad difusa, anillos de crecimiento indistinguibles; vasos mayoritariamente solitarios y esporádicamente en múltiples radiales de 2-3; placa de perforación simple, punteaduras intervasculares alternas, ovaladas y ornamentadas; punteaduras vaso-radio de menor tamaño pero similares en forma a las intervasculares; parénquima axial aliforme y confluyente a bandeado, estratificado; radios heterocelulares, uniseriados y raramente biseriados, cuerpo conformado por células procumbentes, 1-2 células cuadradas marginales, estratificados.

**Descripción.** Anillos de crecimiento indistinguibles o ausentes, porosidad difusa (Lám. VII.1). Vasos solitarios en 90% y multiradiales de 2-4 en 10% (Lám. VII.1,2). Los elementos de vaso en corte transversal son circulares a ovalados, con diámetro tangencial de 55 (15-100)  $\mu\text{m}$ , su longitud es 89 (60-160)  $\mu\text{m}$ . Frecuencia de 6 (4-8) vasos/mm<sup>2</sup>, los elementos de vaso están estratificados (Lám. VII.6). Placa de perforación simple (Lám. VII.5,6). Punteaduras intervasculares alternas, ovaladas, areoladas y ornamentadas (Lám. VII.5) con diámetro de 4.7 (4.5-5)  $\mu\text{m}$ . Punteaduras vaso-radio similares en forma a las punteaduras intervasculares pero de menor tamaño (Lám. VII.9) con diámetro de 2.8 (2.5-3.5)  $\mu\text{m}$ . Fibras libriformes con paredes gruesas (Lám. VII.3), su diámetro de lumen es 3 (2-4)  $\mu\text{m}$ , la pared tiene grosor de 7 (6-8)  $\mu\text{m}$ . Parénquima axial apotraqueal confluyente a bandeado, compuesto de 2-8 células de ancho (Lám. VII.1,2) y se encuentra estratificado (Lám. VII.7).



Radios uniseriados y raramente biseriados (Lám. VII.4), son heterogéneos y heterocelulares del tipo IIB (Kribs, 1935), se miden 20 (15-25)  $\mu\text{m}$  de ancho y 273 (250-310)  $\mu\text{m}$  de alto. Frecuencia de 9 (7-13) radios/mm., se encuentran estratificados (Lám. VII.4), con cuerpo compuesto por células procumbentes y tienen una línea de células cuadradas en sus márgenes (Lám. VII.8).

**Especie:** *Dalbergioxylon chiapense*

**Edad:** Mioceno

**Localidad:** Arroyo Maderas, Chiapas

**Holotipo:** Gch 65

**Depositorio:** Colección Paleobotánica del Museo de Paleontología, Instituto de Geología, UNAM

**Muestras observadas:**

**Epíteto específico:** Se nombra *chiapense* por ser el primer registro en Chiapas.

**Diagnosis.** Porosidad difusa, anillos de crecimiento indistinguibles; vasos mayoritariamente solitarios y esporádicamente múltiples radiales de 2-3; placa de perforación simple, punteaduras intervasculares alternas, ovaladas, ornamentadas; punteaduras vaso-radio de menor tamaño pero similares en forma a las intervasculares; elementos de vaso estratificados; parénquima axial aliforme y confluyente a bandeado, estratificado; radios heterocelulares, 2-3 seriados y raramente uniseriados, cuerpo conformado por células procumbentes, 1 línea de células cuadradas marginales, radios estratificados.

**Descripción.** Anillos de crecimiento indistinguibles o ausentes, porosidad difusa (Lám. VIII.1,2). Vasos solitarios en 90% y multiradiales de 2-3 en un 10% (Lám. VIII.1,2). Los elementos de vaso en corte transversal son circulares a ovalados, con diámetro tangencial de 129.4 (50-200)  $\mu\text{m}$ , su longitud es 193.3 (150-300)  $\mu\text{m}$ . Frecuencia de 8 (4-11) vasos/ $\text{mm}^2$ , se encuentran estratificados (Lám. VIII.6). Placa de perforación simple (Lám. VIII.6,7). Punteaduras intervasculares alternas, ovaladas, areoladas y ornamentadas (Lám. VIII.8) con diámetro de 5 (4.5-5)  $\mu\text{m}$ . Punteaduras vaso-radio similares en forma a las

punteaduras intervasculares pero de menor tamaño (Lám. VIII.10) con diámetro de 2.5 (2-3)  $\mu\text{m}$ . Fibras libriformes. Parénquima axial paratraqueal confluyente en algunas secciones, parénquima axial apotraqueal bandeado (Lám. VIII.1,2), compuesta por 2-4 células de ancho, y se encuentra estratificado (Lám. VIII.5). Radios 2-3 seriados y raramente uniseriados (Lám. VIII.4,5), heterogéneos y heterocelulares del tipo IIB (Kribs, 1935), se miden 65 (30-80)  $\mu\text{m}$  de ancho y 272.5 (250-300)  $\mu\text{m}$  de alto. Frecuencia de 8.9 (5-18) radios/mm, se encuentran estratificados (Lám. VIII.3,4), con cuerpo compuesto por células procumbentes y tienen una línea de células cuadradas en sus márgenes (Lám. VIII.9).

**Comparación de con taxones actuales.** Caracteres como poros en un 90% solitarios, de punteaduras intervasculares ornamentadas, punteaduras vaso-radio de forma similar pero de menor diámetro a las punteaduras intervasculares, parénquima axial abundante bandeado con grosor de 2-8 células, radios uniseriados, heterogéneos y heterocelulares, estratificación de elementos de vaso, parénquima axial y radios, en combinación permiten que InsideWood sugiera afinidad a la familia Leguminosae, particularmente de la subfamilia Papilionoideae y más puntualmente a *Holocalyx balansae* Micheli., *Swartzia laevicarpa* Amshoff de la tribu Swartzieae, *Dalbergia trichocarpa* Baker, *D. melanoxyton* Guill. & Perr., *D. nigra* (Vell.) Benth., *D. retusa* Hemsl., *D. maritima* R. Vig., *D. madagacariensis* Vatke y *Pterocarpus dalbergioides* DC. de la tribu Dalbergieae, además a especies *Libidibia granadillo* (Pittier) Pittier., y *L. coriaria* (Jacq.) Willd., de la tribu Caesalpinieae en Caesalpinioideae.

Debido a que en el grupo *Caesalpinia* existe mucha variación anatómica entre los géneros y especies, de las cuales sólo algunas poseen caracteres compartidos con los fósiles *Dalbergioxylon uniseriatum* y *D. chiapense*, las especies *Libidibia granadillo*, *L. paraguariensis* y *L. coriaria* en su anatomía recuerdan mucho a los fósiles, difieren de estos por presentar parénquima axial aliforme a confluyente, y únicamente radios homocelulares.

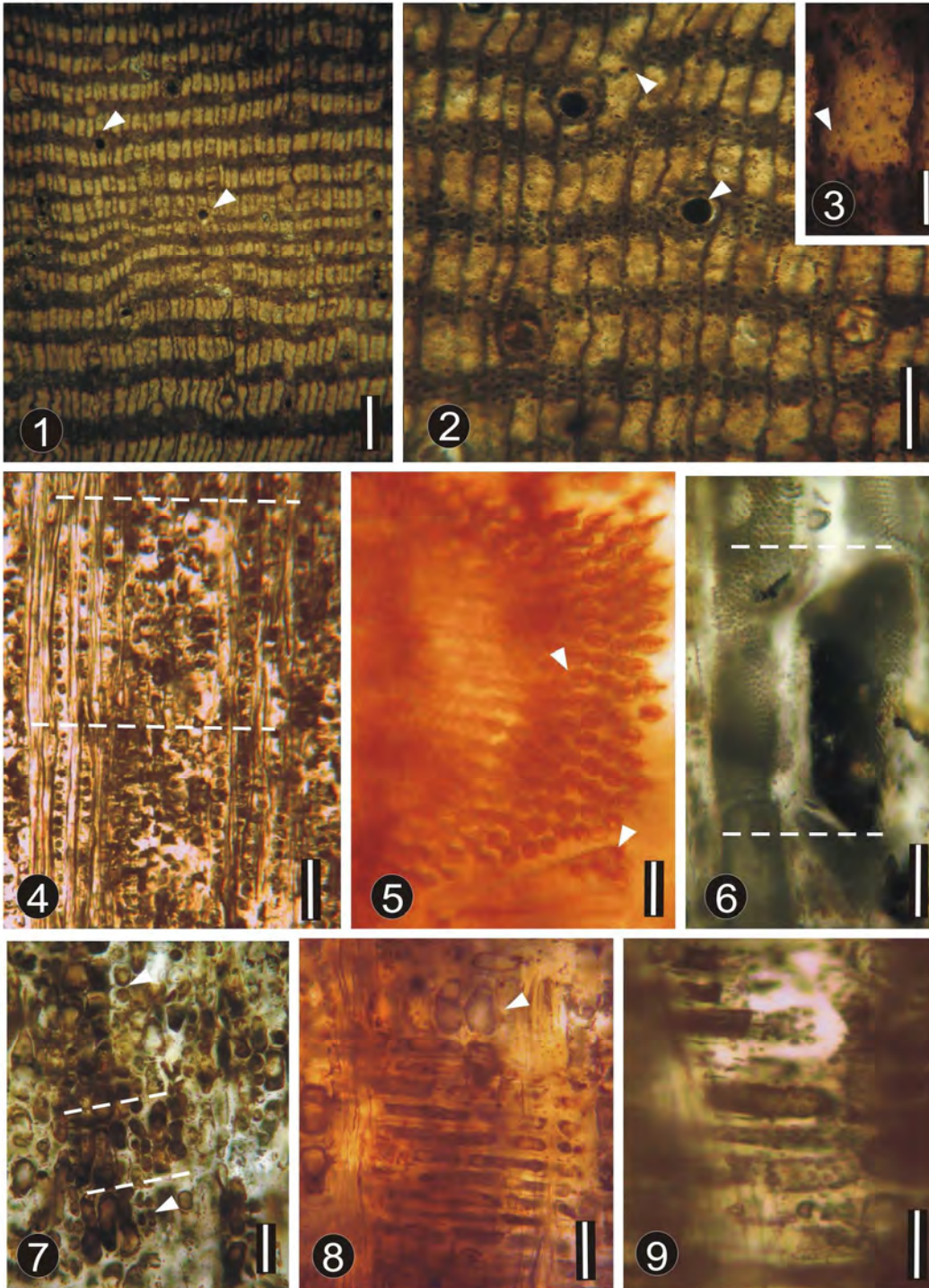
De las especies de la tribu Swartzieae, principalmente por la abundancia de parénquima axial aliforme a confluyente y ocasionales se observan algunas bandas tangenciales, radios delgados (estrechos) y 1-3 seriados (Gasson, 1994), mientras que en *Dalbergioxylon chiapense* y *D. uniseriatum* predomina parénquima axial bandeado, en *D. chiapense* los radios son más gruesos

(amplios) y *D. uniseriatum* tiene radios totalmente uniseriados. En el caso de *Swartzia laevicarpa* el parénquima axial en bandas delgadas (no más de 2 células de grosor) y poco continuas, además de la estratificación irregular de los radios, son características que alejan a esta especie de los fósiles.

Estas nuevas plantas fósiles presentan una fuerte tendencia a la tribu Dalbergieae. Entre las especies que mostraron semejanzas con los fósiles, *Pterocarpus dalbergioides*, por presentar parénquima axial aliforme, confluyente y bandas discontinuas, así como radios homocelulares y fibras estratificadas, limitan la semejanza de esta especie con los fósiles.

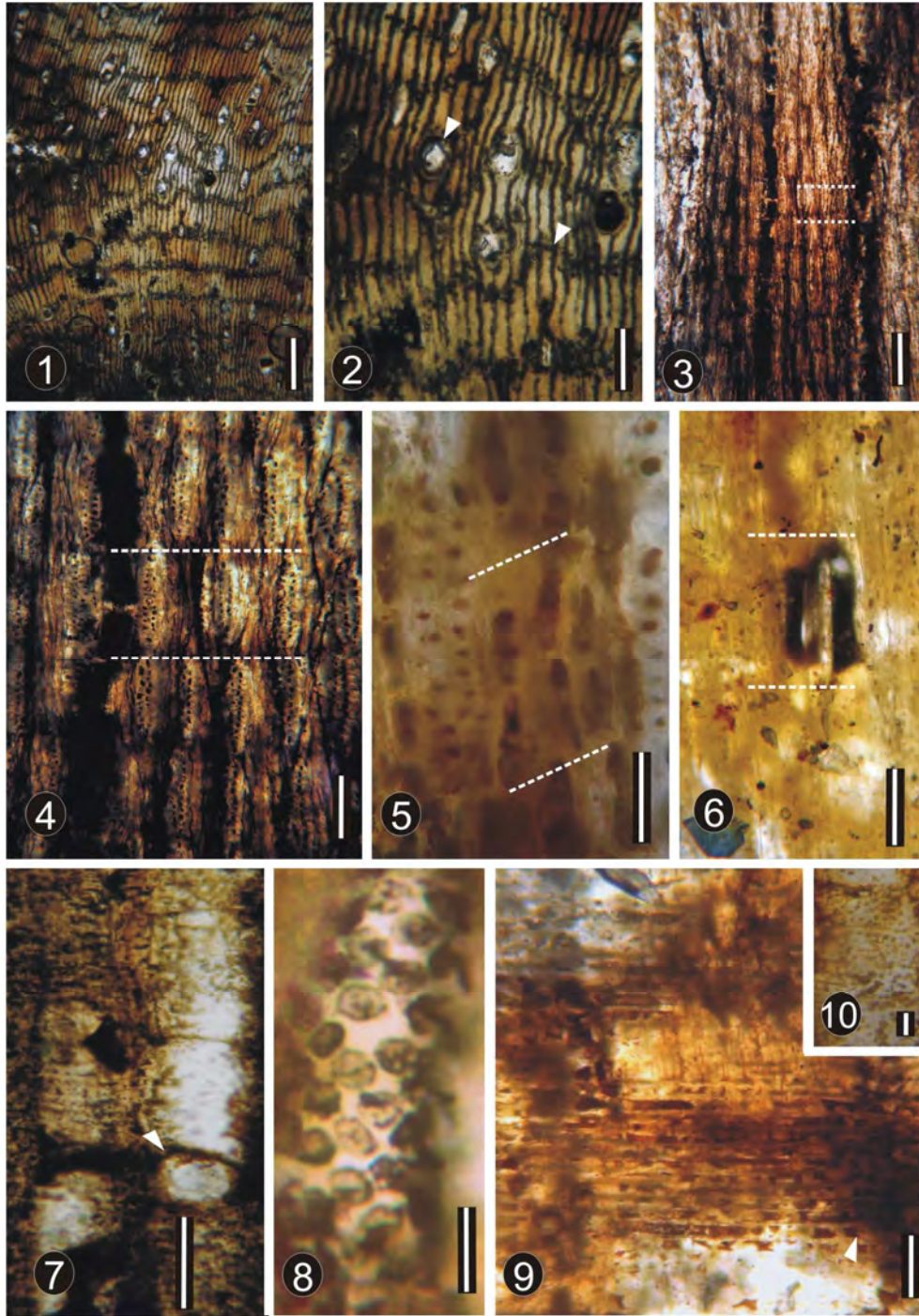
Los caracteres anatómicos compartidos de las plantas actuales con las maderas fósiles, sugieren una mayor afinidad con *Dalbergia*. Es un género que comparte una enorme similitud con otros dentro de Dalbergieae, y con otras tribus de la subfamilia Papilionoideae (Baretta-Kuipers, 1981). Algunos caracteres observables en *Dalbergioxylon uniseriatum*, como parénquima axial bandeado abundante, radios uniseriados y heterocelulares, así como la estratificación de diferentes estructuras (elementos de vaso, parénquima axial, radios), permitieron sugerir afinidad a las especies de *Dalbergia*. Por lo tanto, *Dalbergioxylon uniseriatum* es más semejante a *Dalbergia maritima* y *D. trichocarpa*, especialmente por el parénquima bandeado, los radios uniseriados y heterocelulares. *Dalbergioxylon uniseriatum*, en comparación con *Dalbergia nigra* y *D. retusa*, muestra diferencias en el grosor de las bandas. En el caso de *Dalbergioxylon chiapense*, las especies *Dalbergia maritima* y *D. trichocarpa* se distinguen por tener radios homocelulares, mientras que *D. melanoxylon* se diferencia de *Dalbergioxylon chiapense* por tener bandas de parénquima axial ligeramente más delgadas. Existen diferencias numéricas entre las especies mencionadas respecto a los fósiles pero cualitativamente se sugiere gran afinidad a *Dalbergia*.

Considerando la afinidad a *Dalbergia*, nuevamente se debe nombrar *Dalbergioxylon* denotando tal semejanza entre las especies del género con los fósiles, además de que se proponen dos especies nuevas.



Lám. VIII. *Dalbergioxylon uniseriatum* sp. nov. Flores-Rocha y Cevallos-Ferriz. TR. 1. Porosidad difusa; anillos de crecimiento ausentes; vasos solitarios; parénquima axial bandas de distintos tamaños (Flechas). Barra 300 $\mu$ m. 2. Vasos solitarios; parénquima axial confluyente y bandeado (flechas). Barra 200 $\mu$ m. 3. Paquete de fibras con pared gruesa (flecha). Barra 50 $\mu$ m. TN. 4. Radios uniseriados y estratificados (líneas punteadas). Barra 50 $\mu$ m. 5. Punteaduras intervasculares alternas, ovaladas, areoladas y ornamentadas (flechas). Barra 30 $\mu$ m. 6. Elementos de vaso estratificados (líneas punteadas). Barra 100 $\mu$ m. 7. Parénquima axial estratificado (líneas punteadas); radios uniseriados (flecha). Barra 40 $\mu$ m. RL. 8. Radio heterocelular con cuerpo compuesto por células procumbentes y una línea marginal de células erectas (flecha). Barra 20 $\mu$ m. 9. Punteaduras vaso-radio. Barra 30 $\mu$ m.





Lám. IX. *Dalbergioxylon chiapense* sp. nov. Flores-Rocha y Cevallos-Ferriz. TR. 1. Porosidad difusa; anillos de crecimiento ausentes; vasos solitarios (90%); parénquima axial en bandas delgadas. Barra 400 $\mu$ m. 2. Vasos solitarios circulares a ovalados; parénquima axial en bandas de 2-4 células de grosor (flechas). Barra 300 $\mu$ m. TN. 3. Radios 2-4 seriados estratificados (líneas punteadas). Barra 300 $\mu$ m. 4. Radios 2-4 seriados y estratificados (líneas punteadas). Barra 250 $\mu$ m. 5. Parénquima axial estratificado (líneas punteadas); hileras de parénquima de 3-5 células; radio2-seriado. Barra 60 $\mu$ m. RL. 6. Elementos de vaso estratificados (líneas punteadas). Barra 160 $\mu$ m. 7. Elementos de vaso con placa de perforación simple (flecha). Barra 180 $\mu$ m. 8. Punteaduras intervasculares alternas, areoladas y ornamentadas. Barra 15 $\mu$ m. 9. Radios heterocelulares con cuerpo compuesto por células procumbentes y una línea marginal de células cuadradas (flecha). Barra 150 $\mu$ m. 10. Campo de cruzamiento mostrando punteaduras vaso-radio. Barra 150 $\mu$ m.

**Tribu:** Millettieae

**Género:** *Lonchocarpoxyton* Flores-Rocha y Cevallos-Ferriz

**Especie:** *Lonchocarpoxyton sousai* Flores-Rocha, Hernández-Damián y Cevallos-Ferriz

**Edad:** Mioceno

**Localidad:** Panotla, Tlaxcala

**Holotipo:** Tlax 10

**Depositorio:** Colección Paleobotánica del Museo de Paleontología, Instituto de Geología, UNAM

**Muestras observadas:** 1

**Nombre genérico:** se nombra *Lonchocarpoxyton*, debido a la semejanza anatómica mostrada del ejemplar fósil con *Lonchocarpus*

**Epíteto específico:** en reconocimiento a la labor del Dr. Mario Sousa Sánchez que ha estudiado el género *Lonchocarpus* durante muchos años.

**Diagnosis.** Porosidad difusa, anillos de crecimiento indistinguibles; vasos solitarios mayoritariamente y múltiples radiales de 2-3 esporádicos; placa de perforación simple, punteaduras intervasculares alternas, ovaladas, ornamentadas; punteaduras vaso-radio de menor tamaño pero similares en forma a las intervasculares; elementos de vaso estratificados; parénquima axial confluyente a bandeado; hileras de células 2-3, estratificado; radios homocelulares, 2-3 seriados y ocasionalmente uniseriados, cuerpo por células procumbentes, estratificados.

**Descripción.** Anillos de crecimiento indistinguibles o ausentes, porosidad difusa (Lám. X.1). Vasos solitarios en 90%, múltiples radiales de 2-3 en 10% (Lám. X.1,3). Los elementos de vaso en corte transversal son circulares a ovalados, con diámetro tangencial de 178.8 (60-250)  $\mu\text{m}$ , su longitud es 300 (180-700). Frecuencia de 2-6 (3-8) vasos/ $\text{mm}^2$ , están estratificados (Lám. X.6). Placa de perforación simple (Lám. X.7). Punteaduras intervasculares alternas, ovaladas, areoladas y ornamentadas (Lám. X.8) con diámetro de 7.1 (5-7.5)  $\mu\text{m}$ . Punteaduras vaso-radio similares en forma a las punteaduras

intervasculares pero de menor tamaño (Lám. X.10) con diámetro de 2.8 (2.5-3)  $\mu\text{m}$ . Fibras libriformes delgadas a gruesas (Lám. X.2) con diámetro del lumen es de 2.7 (2.5-5)  $\mu\text{m}$  y pared de 5.4 (4-7)  $\mu\text{m}$ . Parénquima axial paratraqueal confluyente en algunas secciones (Lám. X.7), parénquima axial apotraqueal bandeado (Lám. X.1,3) compuesto de 3-8 células de ancho, parénquima axial en 2-3 hileras de células (Lám. X.5), están estratificadas (Lám. X.5). Radios 2-3 seriados, homogéneos y homocelulares (Kribs, 1935) (Lám. X.4,5), se miden 38.8 (15-50)  $\mu\text{m}$  de ancho y 211.9 (110-330)  $\mu\text{m}$  de alto. Frecuencia de 9 (7-11) radios/mm, se encuentran estratificados (Lám. X.4,5) con cuerpo compuesto por células procumbentes (Lám. X.9).

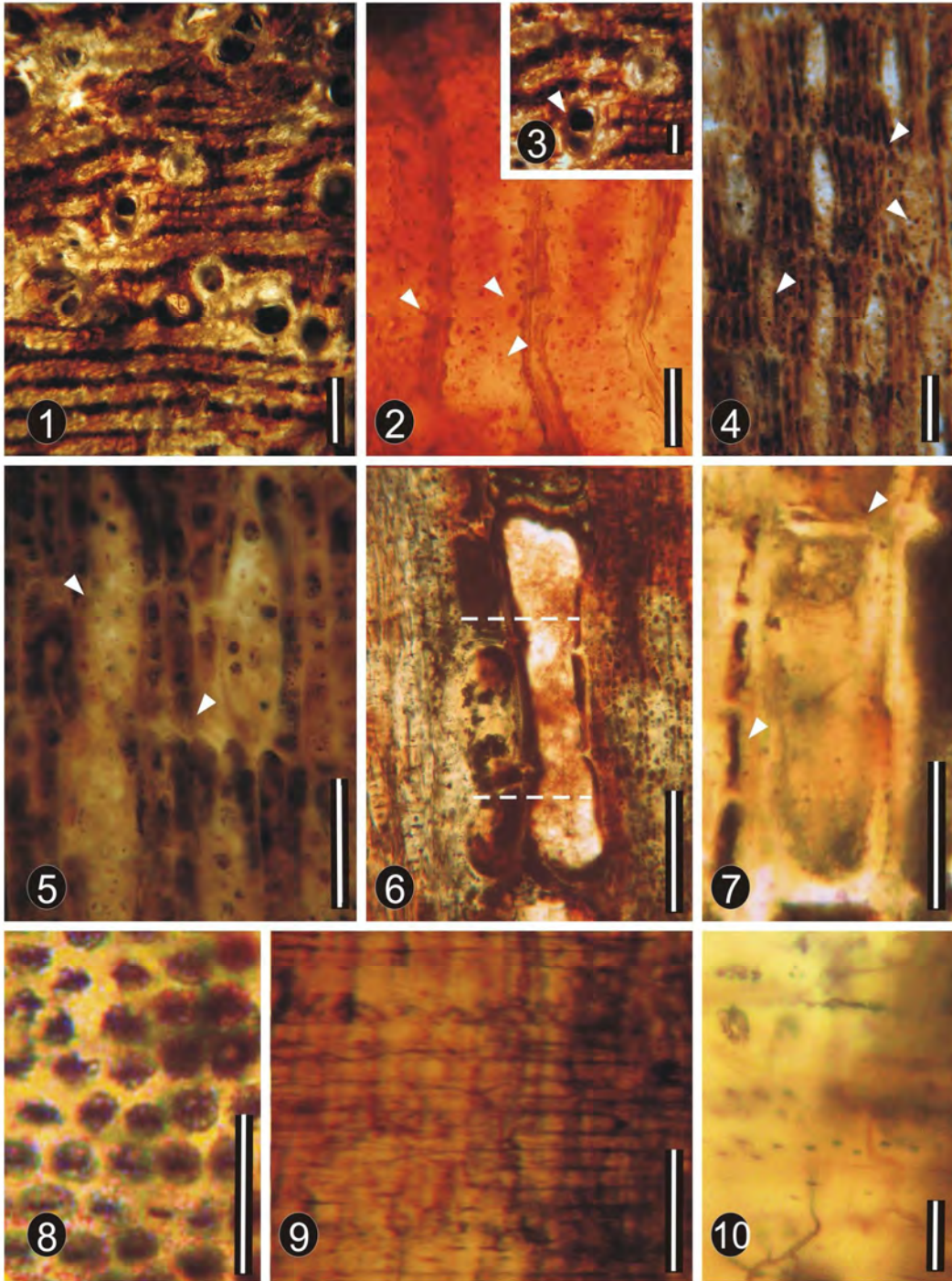
**Comparación con taxones actuales.** Considerando en InsideWood la combinación de caracteres como porosidad difusa, poros en un 90% solitarios, punteaduras intervasculares con tamaño mediano con ornamentación, punteaduras vaso-radio de forma similar pero de menor diámetro respecto a las intervasculares, parénquima axial en bandas continuas, radios biseriados, homocelulares, estratificación de elementos de vaso, parénquima axial y radios, sugiere afinidad a varias especies de la familia Leguminosae, como *Pterocarpus santalinus* L.f., *Callerya atropurpurea* (Wall.) Shot, *Lonchocarpus sericeus* (Poir.) DC., *L. oaxacensis* Pittier y *L. castilloi* Standl., especies pertenecientes a la subfamilia Papilionoideae.

De las especies comparadas, *Pterocarpus santalinus* (Dalbergieae) se distingue del fósil por presentar anillos de crecimiento, porosidad semianular, parénquima axial aliforme, confluyente y bandas discontinuas.

El fósil tiene mayor afinidad con la tribu Millettieae donde se encuentran *Millettia*, *Derris*, *Callerya* y *Lonchocarpus*. La anatomía de madera de la tribu tiene mucha similitud entre sus géneros, especialmente entre *Millettia* y *Lonchocarpus* (Baretta-Kuipers, 1981), aunque es posible diferenciarlos en muchos casos porque *Lonchocarpus* tiene como carácter constante radios homocelulares, mientras que *Millettia* tiene radios homocelulares, heterocelulares o ambos. *Callerya atropurpurea* (Millettieae) tiene parénquima axial aliforme, confluyente y bandas gruesas de 3-10 células de ancho, mientras el fósil tiene bandas delgadas de 2-3 células y las bandas no presentan interrupciones. Al fósil se le atribuye el género *Lonchocarpus* con base a los

caracteres arriba mencionados, encontrando mayor afinidad con *L. sericeus* que difiere por presencia de parénquima aliforme, fibras septadas y estratificadas, con *L. castilloi* difiere por tener fibras estratificadas y con *L. oaxacensis* no hay diferencias aparentes, por lo que, debido a las semejanzas entre el fósil y *Lonchocarpus*, se atribuye afinidad a dicho género, además en el registro fósil de la zona se reportan foliolos pertenecientes a *Lonchocarpus*. Por lo tanto, sustenta al estudio anatómico realizado con el fósil de este trabajo. Sin embargo, aún no es posible afirmar que se trata de *Lonchocarpus* pero si se le puede considerarse como nueva especie y nombrar al fósil como *Lonchocarpoxyton* por su semejanza anatómica con la planta actual.





Lám. X. *Lonchocarpoxyton sousai* sp. nov. Flores-Rocha, Hernández-Damián y Cevallos-Ferriz. TR. 1. Porosidad difusa; vasos solitarios (90%); parénquima axial bandeado. Barra 300 $\mu$ m. 2. Fibras con paredes delgadas a gruesas (flechas). Barra 30 $\mu$ m. 3. Vaso solitario y un múltiple radial (2) (flecha); parénquima axial confluyente. Barra 100 $\mu$ m. TN. 4. Estratificación del parénquima axial y de radios (flechas). Barra 200 $\mu$ m. 5. Parénquima axial estratificado (flecha  $\blacktriangleleft$ ); presenta hileras de 2-3 células; radios triseriados y estratificados (flecha  $\blacktriangleright$ ). Barra 150 $\mu$ m. 6. Elementos de vaso estratificados (líneas punteadas). Barra 400 $\mu$ m. RL. 7. Elemento de vaso con placa de perforación simple (flecha derecha); parénquima axial vasicéntrico (flecha izquierda). Barra 200 $\mu$ m. 8. Punteaduras intervasculares alternas; ovaladas; areoladas y ornamentadas. Barra 25 $\mu$ m. 9. Radio heterocelular con cuerpo compuesto por células procumbentes y una línea marginal de células cuadradas (flecha). Barra 100 $\mu$ m. 10. Campo de cruzamiento mostrando punteaduras vaso-radio. Barra 15 $\mu$ m.

**Tribu:** Sophoreae

**Género:** *Styphnolobioxylon* Flores-Rocha y Cevallos-Ferriz gen. nov.

**Especie:** *Styphnolobioxylon panotlensis* Flores-Rocha y Cevallos-Ferriz sp. nov.

**Edad:** Mioceno

**Localidad:** Panotla, Tlaxcala

**Holotipo:** Tlax VI

**Material adicional:** Ca8, Ca12, Tlax12c, Tlax13c, Tlax14c Tlax32, Tlax33 y Tlax 35

**Depositorio:** Colección Paleobotánica del Museo de Paleontología, Instituto de Geología, UNAM

**Muestras observadas:** 6

**Nombre genérico:** hace referencia a la semejanza anatómica en la madera del género *Styphnolobium*.

**Epíteto específico:** hace referencia al municipio de Panotla, Tlaxcala, donde se colectó este ejemplar.

**Diagnosis.** Porosidad anular a semianular, anillos de crecimiento distinguibles; vasos solitarios, múltiples radiales de 2-5 y vasos agregados; placa de perforación simple, punteaduras intervasculares alternas, ovaladas, ornamentadas; punteaduras vaso-radio de menor tamaño pero similares en forma a las intervasculares; elementos de vaso con engrosamientos de la pared y estratificados; fibras septadas con paredes delgadas, se presentan septos; parénquima axial vasicéntrico, aliforme y confluyente a bandeado; bandas marginales de parénquima axial; radios heterocelulares, radios 2-6 seriados y raramente uniseriados, cuerpo conformado por células procumbentes y una línea células cuadradas marginales; cadenas de cristales romboidales en fibras.

**Descripción.** Anillos de crecimiento distinguibles, porosidad anular a semianular (Lám. XI.1,2). Vasos solitarios en 70%, múltiples radiales de 2-5 en 15% y vasos agregados en 15% (Lám. XI.1,2,4). Los elementos de vaso en

corte transversal son circulares a ovalados, con diámetro tangencial de 216 (120-310)  $\mu\text{m}$  en la madera temprana y 53 (30-75)  $\mu\text{m}$  en la madera tardía, su longitud es 302 (100-750). Frecuencia de 20(8–37) vasos/ $\text{mm}^2$ . Tendencia a la estratificación de los elementos de vaso, con aparentes engrosamientos en la pared. Placa de perforación simple (Lám. XI.5). Punteaduras intervasculares alternas, ovaladas, areoladas y ornamentadas (Lám. XI.5,6) con diámetro de 6.1 (5.5-7.5)  $\mu\text{m}$ . Punteaduras vaso-radio similares en forma a las punteaduras intervasculares pero de menor tamaño (Lám. XI.11) con diámetro de 4.6 (3.5-5)  $\mu\text{m}$  (Lám. XI.9). Fibras libriformes septadas, con paredes delgadas (Lám. XI.3) con diámetro del lumen de 12 (7-20)  $\mu\text{m}$  y grosor de pared de 5 $\mu\text{m}$ , cadenas de cristales romboidales incluidas en ellas (Lám. XI.8). Parénquima axial paratraqueal vasicéntrico, aliforme y confluyente en algunas secciones, parénquima axial apotraqueal bandeado (Lám. XI.1,2), compuesto de 3-20 células de ancho. Radios 2-6 seriados y ocasionalmente uniseriados (Lám. XI.7,8), heterogéneos y heterocelulares tipo II (Kribs, 1935), se miden 20-70  $\mu\text{m}$  de ancho y 175 (50-350)  $\mu\text{m}$  de alto. Frecuencia de 5 (4-6) radios/ $\text{mm}$ , con cuerpo está compuesto por células procumbentes y células cuadradas en los márgenes (Lám. XI.10).

**Comparación con taxones actuales.** Caracteres como porosidad anular, presencia de anillos de crecimiento, vasos agregados, frecuencia de 20-40 vasos/ $\text{mm}^2$ , punteaduras intervasculares ornamentadas, punteaduras vaso-radio de forma similar pero de menor diámetro a las punteaduras intervasculares, estratificación de los elementos de vaso, parénquima axial vasicéntrico y radios heterocelulares, ingresados en InsideWood sugieren afinidad a la familia Leguminosae, particularmente a la subfamilia Papilionoideae en la que se presentan similitudes con *Robinia pseudoacacia* L., *R. neomexicana* A.Gray de la tribu Robinieae y de la tribu Sophoreae a *Dermatophyllum secundiflorum* (Ortega) Gandhi & Reveal, *D. arizonicum* (S. Watson) Vincent, *Styphnolobium affine* Torr. & A.Gray, *S. japonicum* (L.) Schott y *Pericopsis elata* (Harms) Meeuwen. También se presenta afinidad a *Gleditsia sinensis* Lam., de la subfamilia Caesalpinioideae.

Esta nueva planta fósil tiene caracteres que permiten relacionarla con las especies de Leguminosae antes mencionadas, pero también posee caracteres

que permiten deslindar algunas de ellas del fósil. Aunque son similares anatómicamente, caracteres como alta frecuencia de vasos/mm<sup>2</sup> y radios heterocelulares y fibras con septos diferencian a *Styphnolobioxylon panotlensis* de *Gleditsia sinensis*, estas diferencias permiten descartar la relación de esta especie actual con la planta fósil.

Respecto a *Robinia pseudoacacia* y *R. neomexicana* (Robinieae) se distinguen del fósil por tener tílides, estratificación de los elementos de vaso y el parénquima axial, fibras septadas y radios homocelulares (Page, 1993; Schmitt y Liese, 1994; Richter y Dallwitz, 2000), por lo que se aleja de cualquier relación de la especie actual con la nueva planta fósil.

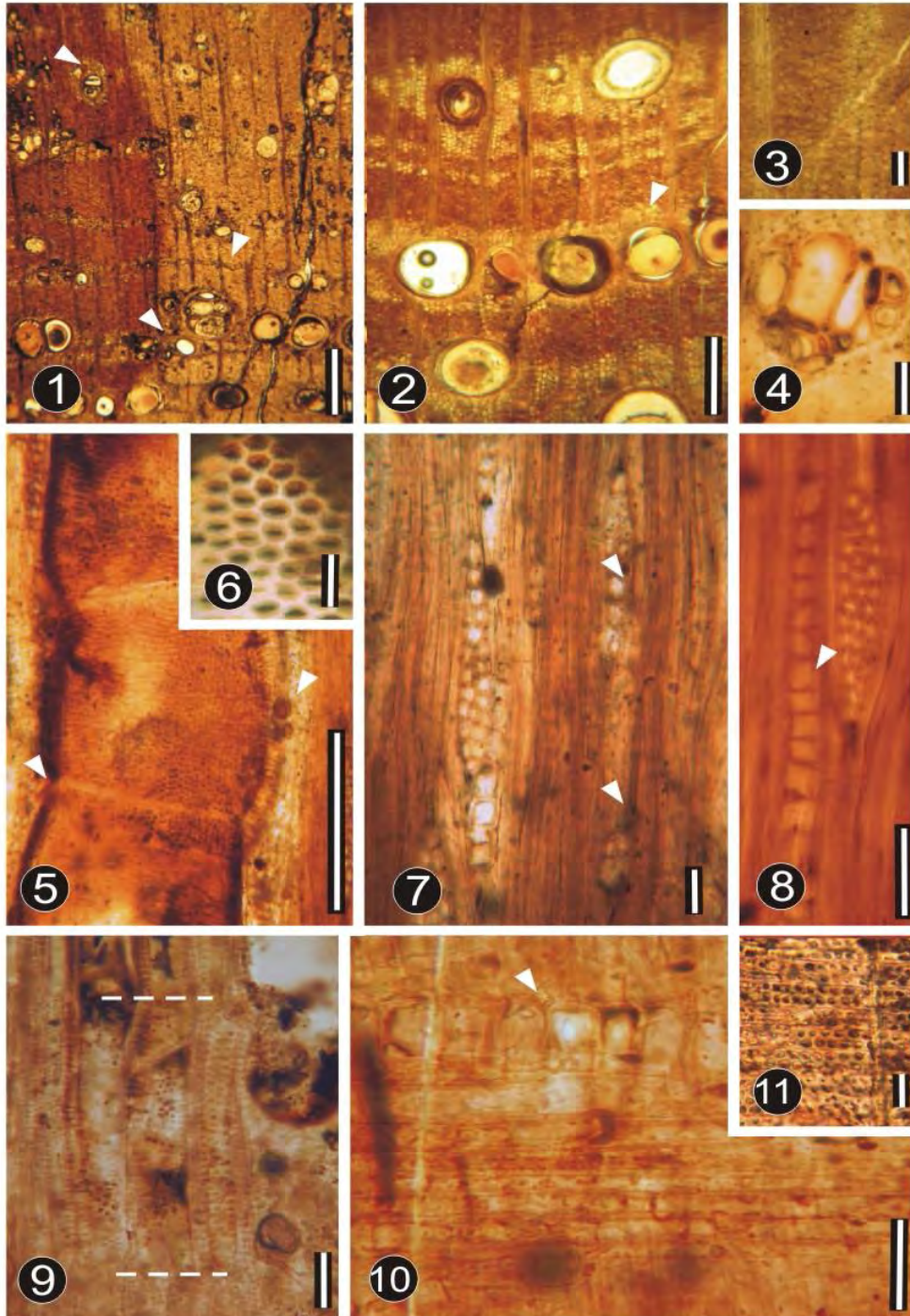
Con base en los caracteres arriba mencionados, el fósil muestra una enorme similitud a la tribu Sophoreae, cuyas especies en general poseen porosidad difusa a excepción de los géneros *Maackia*, *Ammodendron* y algunas especies de *Cladrastis* y *Sophora* (Gasson, 1994). La relación de *Pericopsis elata* con el fósil se descarta por su porosidad difusa, estratificación de radios y parénquima axial, radios 1-3 seriados y carecer de fibras septadas. Así, aunque semejantes en algunos caracteres, las diferencias entre la especie actual y el fósil son claras.

El género *Sophora* en su anatomía general se caracteriza por tener anillos de crecimiento distinguibles, porosidad anular, presencia de vasos agregados, parénquima axial paratraqueal aliforme y confluyente, radios heterogéneos tipo II, estratificación de los elementos de vaso y del parénquima axial, o bien rara o nula estratificación del parénquima (Fujii et al., 1994) y es precisamente la combinación de anillos de crecimiento distinguibles, porosidad anular, vasos agregados parénquima axial aliforme y confluyente, radio heterocelulares, elementos de vaso estratificados, la que caracteriza al fósil y que sugiere como afín al género, recientemente algunas especies asignadas en *Sophora* fueron reasignadas a los géneros *Styphnolobium* y *Dermatophyllum* (véase Gandhi et al., 2011). El fósil se comparó con *Dermatophyllum secundiflorum* que se distingue del fósil por la variación que presenta en su porosidad, que puede ser difusa a semianular o presentar un arreglo dendrítico de los vasos, Meyer y Meola (1978) la reportan con porosidad anular, carecer de fibras septadas y presenta estratificación regular o irregular de parénquima axial y/o elementos

de vaso, mientras que en la planta fósil se presenta estratificación irregular de los elementos de vaso. Se comparó también con *Styphnolobium affine* y *Dermatophyllum arizonicum*, que también muestran semejanza anatómica, y que difieren del fósil por tener parénquima estratificado, *S. affine* carece de cadenas de cristales en las fibras, sin embargo, este carácter se ha observado en *Dermatophyllum arizonicum* (antes *Sophora arizonica*, véase Fujii et al., 2004) pero difiere de *Styphnolobioxylon panotlensis* por presentar arreglo diagonal de los vasos en corte transversal. Se revisó la anatomía de *Styphnolobium japonica* (véase Cumbie y Mertz, 1962; Fujii et al., 2004) cuyas diferencias con el fósil son anatómicamente las misma observadas en *S. affine* como los son las cadenas de cristales, sin embargo Fujii et al (2004) reportan cristales en fibras de estas especies, por tanto, se refuerza la relación a *Styphnolobioxylon panotlensis*.

Debido a las semejanzas de la nueva planta fósil con especies de *Styphnolobium*, se sugiere afinidad a este género. Nuevamente, por falta de otros órganos (hojas, frutos, flores) no puede considerarse como una especie de *Styphnolobium* pero sí se propone el nuevo género *Styphnolobioxylon*, haciendo referencia a la semejanza observada, además de una nueva especie para el Mioceno de México.





Lám. XI. *Styphnolobioxylon panotlensis* sp. nov. Flores-Rocha y Cevallos-Ferriz. TR. 1. Porosidad anular; anillos de crecimiento distinguibles; vasos solitarios, múltiples radiales y en agregados; parénquima vasicéntrico, aliforme y bandeado (flechas). Barra 600 $\mu$ m. 2. Vasos solitarios (flecha); parénquima axial confluyente a bandeado; bandas de 3-12 células de grosor. Barra 300 $\mu$ m. 3. Fibras con paredes delgadas a gruesas. Barra 50 $\mu$ m. 4. Vasos en agregado. Barra 150 $\mu$ m. TN. 5. Elementos de vaso con placa de perforación simple (flecha  $\blacktriangledown$ ); punteaduras alternas; parénquima vasicéntrico (flecha  $\blacktriangleleft$ ) Barra 300 $\mu$ m. 6. Punteaduras intervasculares alternas, areoladas y ornamentadas. Barra 15 $\mu$ m. 7. Radio 1-3 seriados (flechas). Barra 50 $\mu$ m. 8. Radio triseriado; y cadena de cristales incluidos en fibras (flecha). Barra 50 $\mu$ m. 9. Elementos de vaso estratificados (líneas punteadas). Barra 50 $\mu$ m. RL. 10. Radios heterocelulares con cuerpo compuesto por células procumbentes y una línea marginal de células cuadradas (flecha). Barra 100 $\mu$ m. 11. Punteaduras vaso-radio. Barra 15 $\mu$ m.

**Tribu:** Swartzieae

**Género:** *Swartzioxylon* Delteil-Desneux, 1981

**Especie:** *Swartzioxylon delteil-desneuxii* Flores-Rocha y Cevallos-Ferriz sp. nov.

**Edad:** Mioceno

**Localidad:** Arroyo Maderas, Chiapas

**Holotipo:** Gch 6

**Material adicional:** Gch40, Gch64, Gch67 y Gch68

**Depositorio:** Colección Paleobotánica del Museo de Paleontología, Instituto de Geología, UNAM

**Muestras observadas:** 5

**Epíteto específico:** Se hace referencia a F. Delteil-Desneux, quien reportara el primer registro de *Swartzioxylon* en el mundo.

**Diagnosis.** Porosidad difusa, anillos de crecimiento indistinguibles; vasos solitarios mayoritariamente y múltiples radiales de 2-3 esporádicos; placa de perforación simple, punteaduras intervasculares alternas, ovaladas, ornamentadas; punteaduras vaso-radio de menor tamaño pero similares en forma a las intervasculares; elementos de vaso estratificados; parénquima axial confluyente a bandeado, hileras de 2-3 células, parénquima axial estratificado; radios homocelulares, 1-2 seriados, raramente 3-seriados, cuerpo conformado por células procumbentes, una línea de células cuadradas marginales, estratificados.

**Descripción.** Anillos de crecimiento indistinguibles o ausentes, porosidad difusa (Lám. XII.1). Vasos solitarios en 90% y multiradiales de 2-3 en 10% (Lám. XII.1,2). Los elementos de vaso en corte transversal son circulares a ovalados, con diámetro tangencial de 106.5 (70-210)  $\mu\text{m}$ , su longitud es 254.5 (130-360)  $\mu\text{m}$ , la pared tiene grosor de 10 $\mu\text{m}$ . Frecuencia de 6.6 (3-8) vasos/ $\text{mm}^2$ , se encuentran estratificados (Lám. XII.8). Placa de perforación simple (Lám. XII.7). Punteaduras intervasculares alternas, ovaladas, areoladas y ornamentadas (Lám. XII.7,9) con diámetro de 6 (5-7)  $\mu\text{m}$ . Punteaduras vaso-

radio similares en forma a las punteaduras intervasculares pero de menor tamaño (Lám. XII.10) con diámetro de 2.6 (2.5-3)  $\mu\text{m}$ . Fibras libriformes con paredes gruesas (Lám. XII.3), el diámetro de su lumen es de 6 (1-10)  $\mu\text{m}$ , grosor de la pared es 6 (3-9)  $\mu\text{m}$ . Parénquima axial paratraqueal confluyente (Lám. XII.1,2), parénquima axial apotraqueal bandeado (Lám. XII.1,2), compuesto por 2-6 células de ancho, parénquima axial de 4-6 hileras de células (Lám. XII.6), se encuentran estratificadas (Lám. XII.6). Radios 1-2 seriados y raramente 3 seriados (Lám. XII.4,5), heterogéneos y heterocelulares del tipo IIB (Kribs, 1935), se miden 30 (25-40)  $\mu\text{m}$  de ancho y 203 (250-300)  $\mu\text{m}$  ó 12-14 células de alto Frecuencia de los radios de 11 (9-12) radios/mm, se encuentran estratificados (Lám. XII.4,5), con cuerpo compuesto por células procumbentes y una línea de células cuadradas en los márgenes (Lám. XII.11).

**Género:** *Swartzioxylon* Delteil-Desneux, 1981

**Especie:** *Swartzioxylon comillasense* Flores-Rocha y Cevallos-Ferriz sp. nov.

**Edad:** Mioceno

**Localidad:** Arroyo Maderas, Chiapas

**Holotipo:** Gch 57

**Material adicional:** Gch22 y Gch58

**Depositorio:** Colección Paleobotánica del Museo de Paleontología, Instituto de Geología, UNAM

**Muestras observadas:** 3

**Epíteto específico:** referencia al municipio Marqués de Comillas, Chiapas, dónde se recolectó el fósil.

**Diagnosis.** Porosidad difusa, anillos de crecimiento indistinguibles; vasos solitarios mayoritariamente y múltiples radiales de 2-3 esporádicos; placa de perforación simple, punteaduras intervasculares alternas, ovaladas, ornamentadas; punteaduras vaso-radio de menor tamaño pero similares en forma a las intervasculares; elementos de vaso estratificados; traqueidas vasicéntricas; parénquima axial confluyente a bandeado; parénquima axial



estratificado; radios heterocelulares, 1-2 seriados, cuerpo conformado por células procumbentes y una línea de células cuadradas marginales, estratificados.

**Descripción.** Anillos de crecimiento indistinguibles o ausentes, porosidad difusa (Lám. XIII.1). Vasos solitarios en 90% y multiradiales de 2-3 en 10% (Lám. XIII.1,2). Los elementos de vaso en corte transversal son circulares a ovalados, con diámetro tangencial de 83.1 (20-140)  $\mu\text{m}$ , su longitud es 267 (240-300)  $\mu\text{m}$ , la pared tiene grosor de 5 (2.5-7)  $\mu\text{m}$ ; su frecuencia es 5.8 (4-8) vasos/ $\text{mm}^2$ , se encuentran estratificados. Placa de perforación simple (Lám. XIII.6). Punteaduras intervasculares alternas, ovaladas, areoladas y ornamentadas (Lám. XIII.4,5) con diámetro de 4.6 (4.5-5)  $\mu\text{m}$ . Punteaduras vaso-radio similares en forma a las punteaduras intervasculares pero de menor tamaño (Lám. XIII.10) con diámetro de 2.8 (2.5-3)  $\mu\text{m}$ . Fibras libriformes. Parénquima axial apotraqueal bandeado (Lám. XIII.1,2), compuesto por 1-4 células de ancho. Las células de parénquima axial se encuentran estratificadas (Lám. XIII.7). Radios 1-2 seriados (Lám. XIII.5,6), heterogéneos y heterocelulares del tipo IIB (Kribs, 1935), se miden 40 (25-50)  $\mu\text{m}$  de ancho y 263 (225-300)  $\mu\text{m}$  de alto. Frecuencia de los radios de 9.8 (8-11) radios/ $\text{mm}$ , se encuentran estratificados (Lám. XIII.5,6), con cuerpo compuesto por células procumbentes y células cuadradas en sus márgenes (Lám. XIII.9).

**Comparación con taxones actuales.** En InsideWood, la combinación de caracteres como poros en un 90% solitarios, diámetro tangencial de los vasos de 100-200  $\mu\text{m}$ , punteaduras intervasculares ornamentadas de tamaño pequeño (4-7 $\mu\text{m}$ ), punteaduras vaso-radio de forma similar pero de menor diámetro a las punteaduras intervasculares, parénquima axial bandeado con grosor de 2-8 células, hileras de 2-6 células de parénquima axial, radios heterocelulares y 1-2 (3) seriados, estratificación de elementos de vaso, parénquima axial y radios, sugiere afinidad a la familia Leguminosae, particularmente a las especies *Bobgunnia madagascariensis* (Desv.) J.H. Kirkbr. & Wiersema, *Holocalyx balansae* Michel, *Lecointea amazonica* Ducke, *Swartzia arborescens* (Aubl.) Pittier, *S. recurva* Poepp., y *Zollernia paraensis* Huber, todas ellas pertenecientes a la tribu Swartzieae, además de *Dalbergia trichocarpa* Baker de la tribu Dalbergieae.

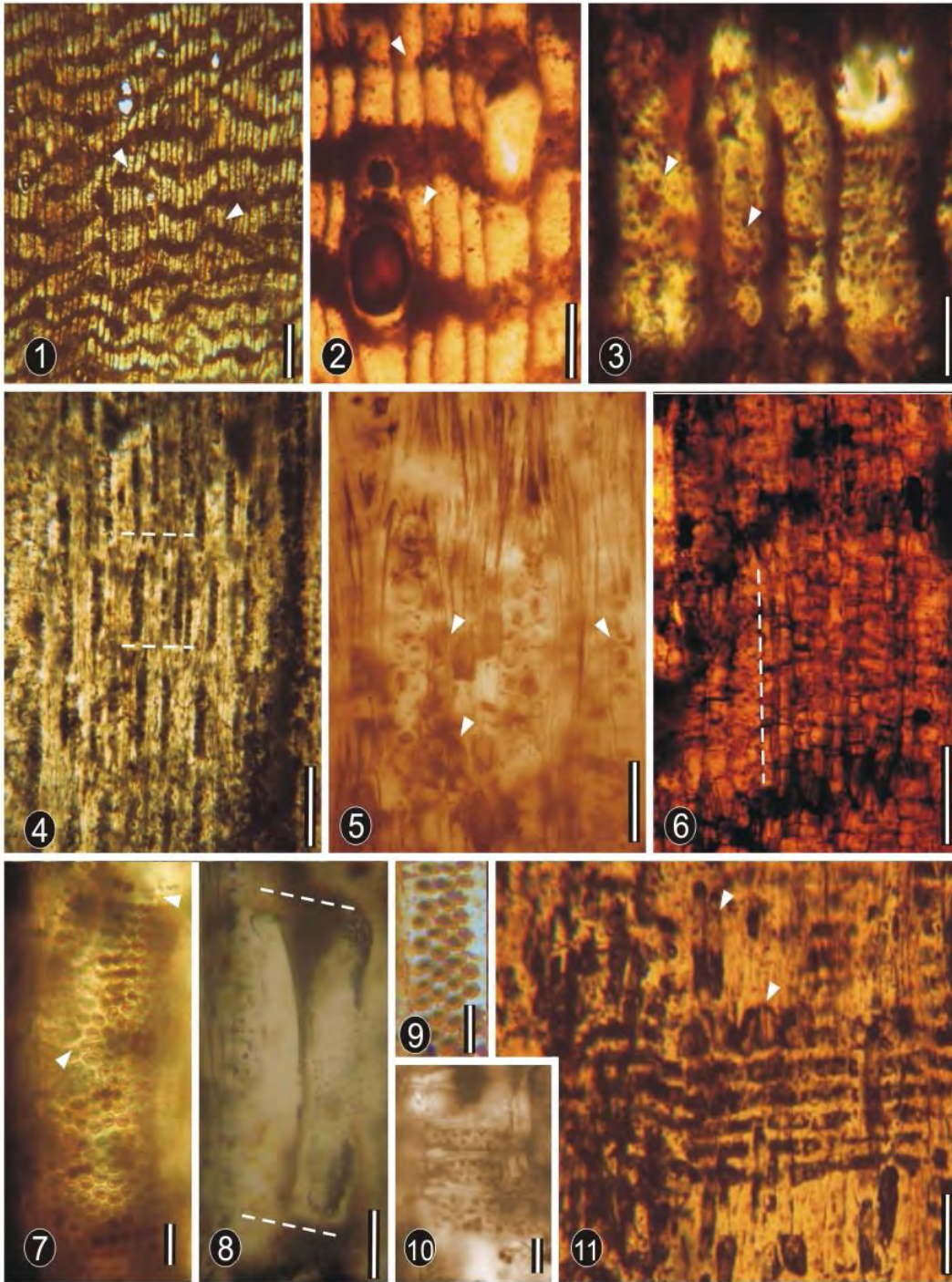
El género *Dalbergia*, representado en este caso por *D. trichocarpa*, se distingue de los fósiles por tener anillos de crecimiento distinguibles, vasos de dos clases de tamaños, tamaño de las punteaduras intervasculares de medianas (7-10 $\mu$ m) a grandes (>10 $\mu$ m), presencia de parénquima axial difuso y en agregados, además de parénquima aliforme marcado y confluyente.

Los caracteres anatómicos en la tribu Swartzieae que puedan ser utilizados como base para diferenciar a las especies, pueden ser cualitativos y cuantitativos. *Lecointea amazonica* se distingue por tener parénquima aliforme con alas largas y parénquima confluyente, y radios homocelulares. Con estos caracteres, se deslinda a esta especie de los fósiles. En el caso de *Zollernia paraensis* se diferencia de los fósiles por una frecuencia alta de 17(11-25) vasos/mm<sup>2</sup>, además Angyalossy-Alfonso y Miller (2002) reportan únicamente radios homocelulares para esta especie actual, por lo que se descarta como afín a los fósiles. *Holocalyx balansae* se descarta por el tamaño de sus punteaduras intervasculares, cuyo tamaño va de medianas (7-10 $\mu$ m) a grandes (>10 $\mu$ m), además de que tiene parénquima axial aliforme, confluyente y en bandas, y frecuencia de 20-40 vasos/mm<sup>2</sup>. *Bobgunnia madagascariensis* antes estaba considerada parte del género *Swartzia* y Gasson (1996) opina que no hay razón para considerar a *Bobgunnia* como tal, debido a que la anatomía de su madera es semejante a la de *Swartzia*. Sin embargo se ha observado que ambos géneros tienen una estrecha relación filogenética (Cardoso et al., 2012). No obstante, es posible descartar a *Bobgunnia madagascariensis* por tener radios homocelulares.

Los fósiles que se presentan aquí sugieren una relación cercana a Swartzieae. Se propone que *Swartzioxylon delteil-desneuxii* corresponde con *Swartzia*, utilizando caracteres como la frecuencia de 5-20 vasos/mm<sup>2</sup>, en sección longitudinal la presencia de parénquima axial de 4-6 hileras de células como en *S. recurva*, Angyalossy-Alfonso y Miller (2002) toman este último carácter como importante para distinguir a *Swartzia*, así como radios heterocelulares y fibras con pared gruesa. Estos caracteres se encuentran en los fósiles, dando soporte a la afinidad genérica. Sin embargo, *S. arborescens* difiere por la variación de tamaño de las punteaduras intervasculares de pequeñas (4-7 $\mu$ m) a medianas (7-10 $\mu$ m), mientras que en *Swartzioxylon delteil-*

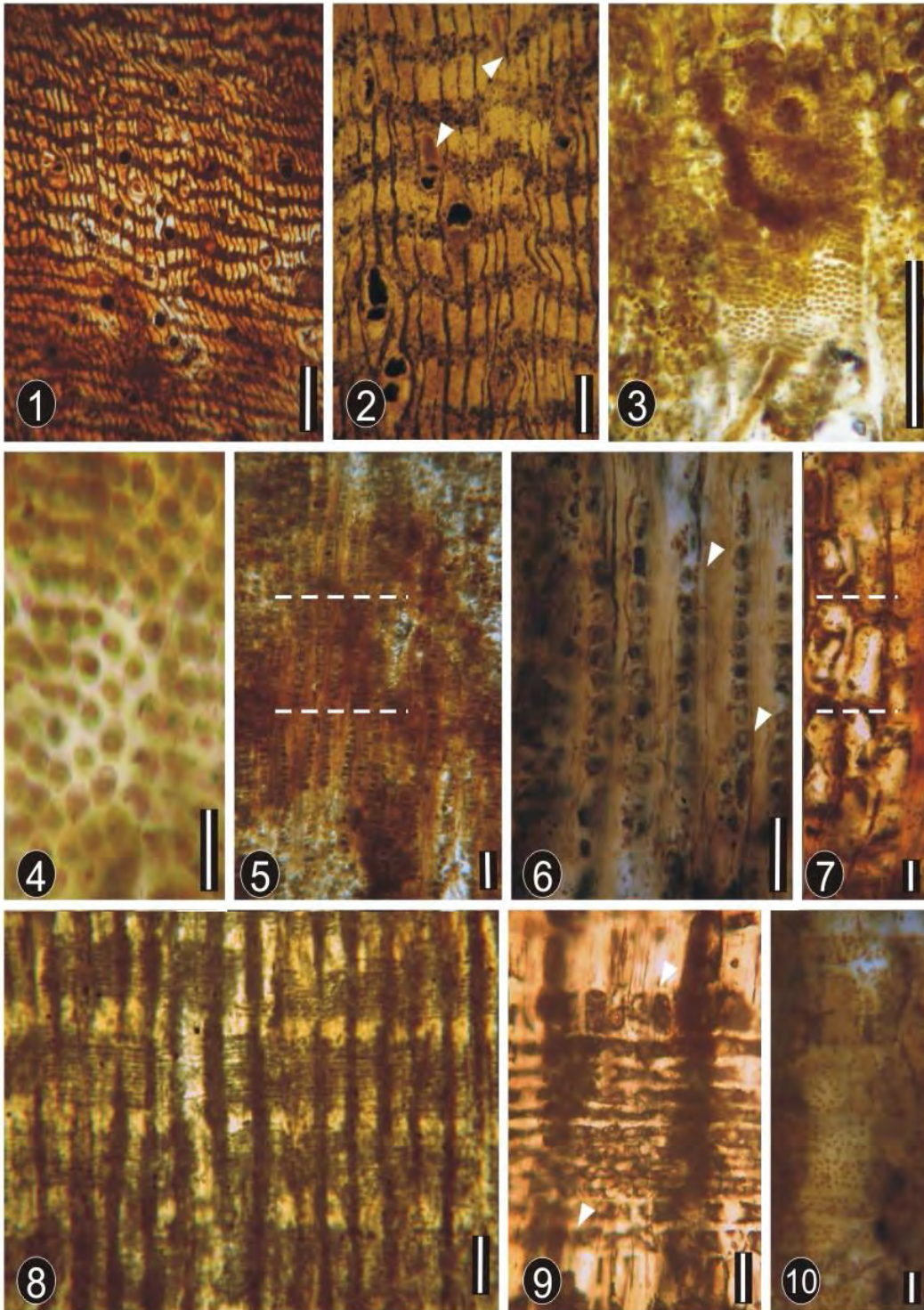
*desneuxii* sólo se reportan pequeñas (4-7 $\mu$ m). Además *Swartzioxylon comillasense*, difiere de las especies arriba mencionadas por tener radios 1-2 seriados principalmente pero se observa mayor similitud a *Swartzioxylon naraense* descrito por Delteil-Desneux (1981).

Aunque estas nuevas especies fósiles no pueden ser definidas como *Swartzia*, pues no se tienen órganos como flores y frutos para confirmarlo, debido a su similitud anatómica con el género se proponen como parte del genero *Swartzioxylon*.



Lám. XII. *Swartzioxylon delteil-desneuxii* sp. nov. Flores-Rocha y Cevallos-Ferriz. TR. 1. Porosidad difusa; vasos solitarios (90%); parénquima axial en bandas (flechas). Barra 400 $\mu$ m. 2. Vasos en múltiples radiales 2-3 (flecha  $\blacktriangleleft$ ); parénquima axial confluyente (flecha  $\blacktriangleright$ ). Barra 20 $\mu$ m. 3. Fibras con paredes delgadas a gruesas. Barra 50 $\mu$ m. TN. 4. Radios estratificados. Barra 30 $\mu$ m. 5. Radios 1-2 seriados, estratificados; parénquima axial estratificado. Barra 70 $\mu$ m. 6. Parénquima axial estratificado y en hileras de 4-5 células (línea punteada). Barra 250 $\mu$ m. 7. Elemento de vaso con placa de perforación simple; punteaduras intervasculares alternas (flechas); parénquima axial vasicéntrico. Barra 100 $\mu$ m. 8. Elementos de vaso estratificados (líneas punteadas). Barra 25 $\mu$ m. 9. Punteaduras intervasculares alternas, areoladas y ornamentadas. Barra 10 $\mu$ m. 10. Campo de cruzamiento mostrando punteaduras vaso-radio. Barra 70 $\mu$ m. 11. Radio heterocelular con cuerpo compuesto por células procumbentes y una línea marginal de células cuadradas (flecha de abajo); parénquima axial (flecha de arriba). Barra 70 $\mu$ m.





Lám. XIII. *Swartzioxylon comillasense* sp. nov. Flores-Rocha y Cevallos-Ferriz. TR. 1. Porosidad difusa; vasos solitarios (90%); parénquima axial en bandas. Barra 450 $\mu$ m. 2. Vasos en múltiples radiales 2-3 (flechas  $\blacktriangleleft$ ); parénquima axial confluyente a bandeado (flecha  $\blacktriangleright$ ). Barra 150 $\mu$ m. TN. 3. Elemento de vaso con placa de perforación simple; punteaduras intervasculares alternas. Barra 120 $\mu$ m. 4. Punteaduras intervasculares alternas, areoladas y ornamentadas. Barra 15 $\mu$ m. 5. Radios estratificados (líneas punteadas). Barra 50 $\mu$ m. 6. Radios heterocelulares y uniseriados (flechas). Barra 50 $\mu$ m. 7. Parénquima axial estratificado (líneas punteadas). Barra 20 $\mu$ m. RL. 8. Radios heterocelulares; bandas de parénquima axial. Barra 300 $\mu$ m. 9. Radios heterocelulares con cuerpo compuesto por células procumbentes y una línea marginal de células cuadradas. Barra 40 $\mu$ m. 10. Campo de cruzamiento mostrando punteaduras vaso-radio. Barra 20 $\mu$ m.

## VIII. DISCUSIÓN

Parte de la historia de la vegetación en México se ha recreado con base en fósiles de otras partes del mundo, pues hasta hace un par de décadas poco se sabía de las plantas con flor que crecieron en el pasado en el país. En los últimos años esta situación ha cambiado, como se observa en trabajos realizados con material de angiospermas, como hojas (Calvillo-Canadell, 2000; 2005; Hidalgo-Morales, 2007; Peralta-Medina, 2009; Rodríguez-Reyes, 2009; Hernández-Damián, 2010; Porras-Carrasco, 2012; Pérez-Maussán, 2013), flores y frutos (Hernández-Damián et al., 2013; Guerrero-Márquez et al., 2013; Vázquez-Rueda et al., 2012), y maderas (Castañeda-Posadas, 2004; Estrada-Ruíz, 2004; Martínez-Cabrera, 2002; Flores-Rocha et al., 2013) además de trabajos con hojas, conos y maderas de gimnospermas (González-Ramírez et al., 2013; Huerta-Vergara et al., 2013; Ríos-Santos et al., 2012), incluso se han realizado algunos trabajos con climas (Castañeda-Posadas, 2007; Estrada-Ruíz, 2009; Martínez-Cabrera, 2004; Hernández-Villalva, 2012; Domínguez-de la Torre, 2013), incluso trabajos con perspectiva ecológica y evolutiva de las plantas (Rosell, 2002) Con base en los trabajos de identificación antes mencionados poco a poco han ido reconociéndose que los linajes de las plantas que hoy crecen en México tienen historias largas y variadas en el país. Así en el Cretácico las plantas reconocidas representan grupos extintos aunque relacionados con familias actuales (Cevallos-Ferriz et al., 2012; Guerrero-Márquez et al., 2013; González-Ramírez et al., 2013; Vázquez-Rueda et al., 2012; Huerta-Vergara et al., 2013). En el Paleógeno, géneros actuales son reconocidos con mayor facilidad pero las especies son claramente distintas a las actuales y relacionadas con plantas del Hemisferio Norte que crecieron en esa época (Ramírez y Cevallos-Ferriz, 2000a; 2000b; Calvillos-Canadell y Cevallos-Ferriz, 2005; Rodríguez-Reyes, 2009; Cevallos-Ferriz et al., 2012; Pérez-Maussán, 2013). Es en el Neógeno cuando los taxones tienen mayor parentesco morfológico con las plantas modernas, y entonces al parecer las comunidades a las que pertenecen también son cada vez más parecidas a las actuales (Wheeler y Baas, 1992; Cevallos-Ferriz et al., 2012).

Se ha observado que una de las familias reconocidas en el registro fósil de México resalta Leguminosae, que como en la actualidad son especialmente

diversas y abundantes en los distintos afloramientos en donde se han recolectado plantas fósiles (Miranda, 1963; Magallón-Puebla y Cevallos-Ferriz, 1994; Calvillo-Canadell y Cevallos-Ferriz, 2002; Hernández-Damián, 2010; Calvillo-Canadell y Cevallos Ferriz, 2002; Calvillo-Canadell et al., 2010; Cevallos-Ferriz y Barajas-Morales, 1994; Martínez-Cabrera et al., 2006). La familia Leguminosae es muy diversa en muchas formas, desafiando la generalización en casi cualquier atributo por ejemplo, frutos, flores e inflorescencias, foliolos y madera (Doyle y Luckow, 2003). Esta familia en el pasado y en el presente es ejemplo de la gran variedad de hábitats en donde se puede establecer, distribuyéndose a lo largo de todo el país bajo distintas condiciones ambientales (Awasthi, 1992; Calvillo-Canadell y Cevallos-Ferriz, 2005; Cevallos-Ferriz et al., 2012). La estructura de la madera, tema central de esta tesis, muestra una gran variación y es un recurso rico en información que ha demostrado ser útil a la taxonomía clásica (Baretta-Kuipers, 1981), cuyo aporte contribuye a corroborar la presencia de familias y géneros en el pasado de México.

El registro de maderas fósiles de Leguminosae en México ha sido escasamente reportado, precisamente por el aparente poco material que se ha encontrado. En sedimentos terciarios de Tlacolula, Oaxaca, se reporta *Mimosoxylon tenax* (Felix y Nathorst, 1899; Müller-Stoll y Mädell, 1967). Para Puebla *Prioria mariensis* y *Dalbergia sainzae* se describen en una tesis (Sainz-Reséndiz, 2011), mientras que para Baja California Sur, en la localidad El Cien se presentan *Mimosoxylon tenax* (Mimosoideae), *Bajacalifornioxylon cienense*, *Copaiferoxylon matazensis* (Caesalpinioideae) (Cevallos-Ferriz y Barajas-Morales, 1994), y *Andiroxylon cinnamomeus* (Papilionoideae) (Martínez-Cabrera et al., 2006). Las nuevas descripciones e identificaciones que forman parte de esta tesis incrementan el registro de Leguminosae en México tanto en tipos de plantas reconocidas como en su distribución espacial y temporal durante el Neógeno. El reconocimiento de plantas fósiles es importante porque ayuda a entender como se fueron formando asociaciones vegetales y permite descifrar como variaron estas a través del tiempo, hasta lograrse presentar una hipótesis mejor fundamentada del origen de la biodiversidad actual. Aunque el tema de la tesis no abarca estos temas, cabe señalar la presencia de plantas



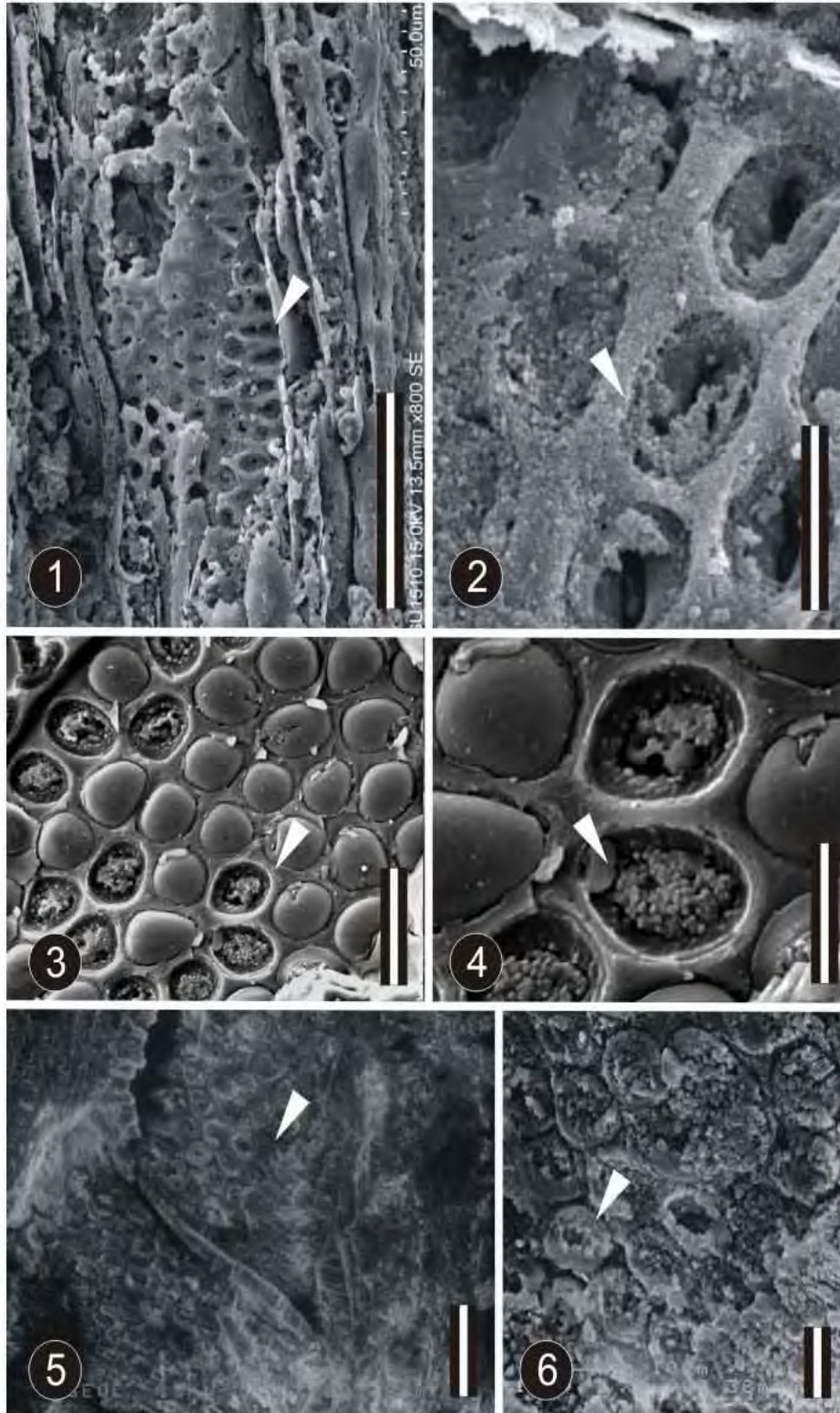
que crecieron y diversificaron en México antes del gran intercambio biótico en el Plio-Pleistoceno, sugiriendo que plantas hoy típicas de vegetaciones o floras particulares tienen historias más complicadas que las pensadas anteriormente. Así, la presencia de *Inga* y otros miembros de Ingeae sugieren que a la flora Neotropical se incorporaron elementos muy distintivos desde el Norte (Calvillo-Canadell et al., en prensa editorial). *Prioria* Griseb., sería otro ejemplo de esta aportación de plantas del Hemisferio Norte a la Flora Neotropical (Sainz-Reséndiz, 2011). De las plantas incluidas en esta tesis, *Gleditsia*, *Gymnocladus*, *Mimosa* y *Styphnolobium* pudieran añadirse a esta lista. Estas y otras plantas ejemplifican una historia larga de linajes con especies endémicas en México, como puede ser *Lonchocarpus*, *Andira*, *Swartzia*, *Dalbergia* y *Libidibia*. Finalmente, es importante señalar que la presencia de especies distintas de un mismo género en localidades diferentes sugiere fuertemente que el proceso de diversificación está asociado a la presencia de nuevos espacios en que las plantas pueden aumentar sus áreas de distribución.

En este estudio hubo varios caracteres que compartieron varias de las maderas como porosidad difusa, punteaduras intervasculares alternas con ornamentación, punteaduras de contacto vaso-radio con forma similar a las punteaduras intervasculares pero de menor diámetro, parénquima axial aliforme, confluyente y en bandas, así como estructuras estratificadas (elementos de vaso, parénquima axial, radios) y aunque no fue el caso para todas las maderas, hay dos caracteres que permiten asignarlas a la familia Leguminosae uno de ellos es que las punteaduras vaso-radio son de forma similar y de menor tamaño a las intervasculares, y el otro es la ornamentación de las punteaduras intervasculares. En este caso de maderas fósiles, resulta complicado observar con claridad este último carácter (Cevallos-Ferriz y Barajas-Morales, 1994) no obstante, con el uso de la microscopía electrónica de barrido es posible distinguirlo y así confirmar que las punteaduras con proyecciones pequeñas sin orientación preferencial que se observan en la apertura de las punteaduras intervasculares con el microscopio de luz transmitida representan la ornamentación. Observaciones en el microscopio de luz transmitida de maderas que carecen de las proyecciones mencionadas y después observadas en el microscopio electrónico de barrido no fue posible

observar las ornamentaciones. Desafortunadamente, entre las maderas del presente trabajo, sólo se han podido confirmar ornamentaciones en tres de ellas (Lám XIV). La razón de esto es aún desconocida pero se propone que el tratamiento del material con el ácido fluorhídrico es muy agresivo con las muestras y elimina toda evidencia, o bien, que el material está muy deteriorado y por ello es difícil de observar, sin embargo, con base en la conclusión basada en la observación de maderas sin proyecciones la generalización de presencia de ornamentación en las punteaduras está bien respaldada.

Nombrar es un paso imprescindible en cualquier disciplina científica (Valdecasas et al., 2013), por lo que un nombre científico tiene como objetivo proporcionar información sobre el objeto involucrado (Smith, 1999), por ende, en las plantas del Cenozoico, la identificación de los fósiles con sus respectivos géneros actuales proveen información paleoecológica y fitogeográfica (Dayal, 1971) especialmente los nuevos taxones de este trabajo son importantes para el entendimiento de la biodiversidad de México desde un punto de vista histórico.

Desde un punto de vista taxonómico, los caracteres anatómicos de las maderas de Tlaxcala, Chiapas y Sinaloa han sido muy útiles no sólo para señalar a la familia a la que pertenecen, sino para distinguir los géneros y especies. Así, la porosidad (anular, semianular y difusa), el parénquima axial (vasicéntrico, aliforme, confluyente y bandeado), las punteaduras vaso-radio de forma similar pero de menor diámetro a las punteaduras intervasculares, y la organización de células particulares en estratificación (elementos de vaso, parénquima axial, radios), tienen patrones conservados en las maderas actuales, y esta concordancia permite orientar la identificación taxonómica de las plantas leguminosas de las que deriva el material fósil. Con base en los caracteres observados en las 13 maderas, se reportan para el Neógeno de México nuevos géneros con especies nuevas de las subfamilias Caesalpinioideae, Mimosoideae y Papilionoideae (Tabla 4).



Lám. XIV. Imágenes en microscopía electrónica de barrido (MEB) a 15 kV. Se observa la ornamentación de las punteaduras intervasculares de las especies. *Libidibioxylon miocenica*. 1. Vista general de un elemento de vaso con sus punteaduras intervasculares ornamentadas (flecha). Barra 50 $\mu$ m. 2. Ornamentación de una punteadura de *Libidibioxylon miocenica*. Barra 5 $\mu$ m. *Gymnocladoxylon septata*. 3. Campo de punteaduras intervasculares ornamentadas (flecha). Barra 10 $\mu$ m. 4. Acercamiento a unas punteaduras intervascular con su ornamentación (flecha). Barra. 5 $\mu$ m. *Andiroxylon cevallosii*.

Tabla 4. Asignación de las 13 maderas a cada subfamilia y su correspondencia con sus respectivas tribus y géneros. También se pueden observar el número de las maderas asignadas a los géneros y la procedencia de las maderas. Edades: Pleistoceno (Pe) y Mioceno (Mio).

Subfamilias	Tribu	Género afín	Género fósil	Especies	Procedencia	Edad		
Caesalpinioideae	Caesalpinieae	<i>Libidibia</i>	<i>Libidibioxylon</i>	<i>L. miocenica</i> (2)	Tlax/Chis	Mio		
				<i>L. tracheidata</i> (1)	Chis	Mio		
		<i>Gleditsia</i>	<i>Gleditsioxylon</i>	<i>G. mexicana</i> (1)	Tlax	Mio		
		<i>Gymnocladus</i>	<i>Gymnocladoxylon</i>	<i>G. sepata</i> (1)	Tlax	Mio		
Mimosoideae	Mimoseae	<i>Mimosa</i>	<i>Mimosoxylon</i>	<i>M. culiacanense</i> (1)	Sin.	Pe		
Papilionoideae	Dalbergieae	<i>Andira</i>	<i>Andiroxylon</i>	<i>A. cevallosii</i> (1)	Chis	Mio		
				<i>Dalbergia</i>	<i>Dalbergioxylon</i>	<i>D. uniseriatum</i> (1)	Chis	Mio
						<i>D. chiapense</i> (1)	Chis	Mio
	Millettieae	<i>Lonchocarpus</i>	<i>Lonchocarpoxyton</i>	<i>L. sousai</i> (1)	Tlax	Mio		
	Sophoreae	<i>Styphnolobium</i>	<i>Styphnolobioxylon</i>	<i>S. panotlensis</i> (1)	Tlax	Mio		
	Swartzieae	<i>Swartzia</i>	<i>Swartzioxylon</i>	<i>S. delteil-desneuxii</i> (1)	Chis	Mio		
<i>S. comillasense</i> (1)				Chis	Mio			

### 8.1. Caesalpinioideae

Durante años la subfamilia Caesalpinioideae ha comprendido 162 géneros (Doyle y Luckow, 2003), distribuidos en 4 tribus: Caesalpinieae, Cassieae, Cercideae y Detarieae (Cowan y Polhill, 1981). Principalmente crecen como lianas, arbustos y árboles, y tienen distribución tropical e incluso templada. Está considerada como una de las subfamilias más problemáticas taxonómicamente en Leguminosae (Gasson et al., 2003), pues posee características en común con las otras dos subfamilias, incluso hay quienes la consideran como transitoria entre Mimosoideae y Papilionoideae, tanto en caracteres propios de la maderas como en estructuras florales y frutos (Baretta-Kuipers, 1981). Debido a que resulta una subfamilia no parafilética en la actualidad se están realizando nuevas propuestas en la clasificación respecto a Caesalpinioideae (LPWG, 2013). Sin embargo, es posible definir la presencia de tres géneros y cuatro especies en el material fósil. De especial interés es que *Libidibioxylon* se encuentra tanto en el centro como al sur del país, demostrando para el Mioceno la ampliación de su área de distribución en ambientes distintos.

*Libidibioxylon* es el primer registro de este género para México y su diversificación para este momento lo sugiere la distinción de 2 especies con base en la presencia de parénquima axial bandeado y confluyente, y estructuras estratificadas (elementos de vaso, parénquima axial y radios). Este último

carácter no es común en el género, al menos nos las tres estructuras mencionadas, pero existen especies actuales con esta particularidad como *Libidibia granadillo* y *L. coriaria*, especies con las que se compararon los fósiles y que mostraron muchas similitudes anatómicas. La amplia distribución del género actual, que podría definirse como cosmopolita, tiene paralelo en el registro fósil como lo indican Gregory et al. (2009). Llama la atención que los fósiles *Libidibioxylon miocenica* (Gch31) y *L. tracheidata* (Gch70) crecieran en la misma cuenca de Chiapas, particularmente *Libidibia coriaria* tiene una amplia distribución en nuestro país, su presencia está documentada Chiapas, Colima, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Oaxaca (GRIN, 2014), incluso es posible encontrarla en la Reserva de la Biósfera Sierra de Huautla (REBIOSH), la REBIOSH es un punto importante para esta tesis, pues es posible encontrar a *Libidibia coriaria*, *Styphnolobium burseroides* y varias especies de *Lonchocarpus* (CONANP, 2005), las cuales representan a tres géneros afines propuestos para las maderas fósiles de este trabajo.

Un aspecto importante que comparten *Libidibioxylon miocenica* y *L. tracheidata* con las especies actuales en discusión, es su establecimiento en selvas bajas caducifolias (CONANP, 2005; Gagnon et al. 2013) pues es posible observar a *Libidibia* en la REBIOSH. Un aspecto importante es que los caracteres que comparten los fósiles de *Libidibioxylon* con las especies comparadas de *Libidibia* como la porosidad difusa, vasos solitarios en un 90% y ausencia de anillos de crecimiento que anatómicamente reflejan una tendencia al desarrollo bajo condiciones carentes de estacionalidad marcada, con disponibilidad de agua constante y un clima húmedo (Woodcock et al., 2000).

Respecto a *Libidibioxylon miocenica* (Tlaxcala), caracteres como porosidad difusa, vasos solitarios en un 90% y ausencia de anillos de crecimiento, estructuras estratificadas (elementos d vaso, parénquima axial y radios), parénquima axial confluyente a bandeado, radios homogéneos y homocelulares, y frecuencia de radios/mm, entre otros la hacen semejante a *L. miocenica* (Chiapas), y sugiere que se tratan de la misma especie con amplia distribución en el Mioceno. Actualmente no hay registros de *Libidibia* en Panotla, Tlaxcala, lugar donde se colectó la madera, Castañeda-Posadas

(2007) en su estudio paleoclimático, afirma que en Panotla durante el Mioceno, hace ca. 12 millones de años, se estableció una selva alta perennifolia, lo cual sugiere que el género se distribuyó desde Chiapas hasta Tlaxcala. Este nuevo registro confirma que el clima de Tlaxcala se ha modificado enormemente. La explicación ha sido relacionada a la actividad volcánica iniciada hace 20 millones de años, y que propició la elevación de la región a 2200 msnm (Castañeda-Posadas, 2007; Cevallos-Ferriz et al., 2012), difiriendo de la flora actual y que caracteriza al estado, un estado con clima seco.

Para *Gleditsioxylon* se han descrito 9 maderas fósiles, de las cuales sólo existen 4 especies representadas (Watari, 1952; Prakash y Barghoorn, 1961; Prakash et al., 1962; Müller-Stoll y Mädler, 1967 Suzuki y Watari, 1994; Martínez y Brizuela-Rodríguez, 2011) debido al escaso material con el que se cuenta. Al comparar a *Gleditsioxylon mexicana* con esas maderas (Tabla 5), se hace evidente una gran similitud entre ellas, pero la madera de la nueva planta fósil se distingue por tener elementos de vaso estratificados.

Este nuevo reporte de *Gleditsia* del Mioceno de Tlaxcala representa el primero para el país y confirma lo complicado que es acertar la dirección del intercambio de las plantas entre América del Norte y América del Sur para formar la Flora Neotropical. En el Mioceno se registran a *Gleditsioxylon montanense* y *G. colombiana* para Norteamérica y a *G. riojana* en Sudamérica. Esta distribución de especies entre todo el continente americano continúa hoy día, ya que *G. tiracantos* se encuentra en los jardines de los estados de Chihuahua y Coahuila, además de una población natural en la Sierra de San Carlos en el Noreste del país (Estrada-Castillón et al., 2002), junto con el nuevo registro fósil. Sin embargo, la dirección de intercambio biótico del Plio-Pleistoceno sigue siendo incierta.

*Gymnocladoxylon* pertenece a un grupo aparentemente con sólo dos especies actuales, *Gymnocladus dioica*, confinado al Este de Norte América, y *G. chinensis*, localizada en la China central (Robertson y Lee 1976), pero ILDIS (International Legume Database and Information Service) (2006) reporta además a *G. angustifolius* en Vietnam, *G. assamicus* y *G. burmanicus* en India. *Gymnocladoxylon septata* tiene semejanzas con *Gymnocladus dioica* y *G. chinensis* en la presencia de anillos de crecimiento, porosidad anular, presencia

de vasos en agregados, radios homocelulares y multiseriados, por lo que se asignó el fósil como afín a *Gymnocladus*. Este también es el primer registro del género para México y hay que resaltar que actualmente no crece naturalmente en el país. La comparación entre el fósil *Gleditsioxylon mexicana* y *Gymnocladoxylon septata* sugirió en primera instancia que este último sería otro ejemplar de *Gleditsia*, debido al número de caracteres coincidentes, por lo que se le comparó con las especies de *Gleditsioxylon* (Tabla 5). Sin embargo, los caracteres presentes en *Gymnocladoxylon septata*, como baja frecuencia de vasos agregados, fibras septadas y traqueidas vasicéntricas permitieron deslindar a este fósil de *Gleditsioxylon mexicana* y las demás especies. La semejanza entre estos dos géneros se explica porque ambos ocupan el mismo hábitat, aparentemente son genéticamente cercanos y por lo mismo ambos conforman el grupo *Gleditsia* (Lee, 1976; Polhill y Vidal, 1981).

Que actualmente ni en México ni en Sudamérica crezcan especies *Gymnocladus*, y que el registro fósil más viejo del género se encuentre en sedimentos del Eoceno de América del Norte (Herendeen et al., 1992) y ahora se documente su presencia en México durante el Mioceno, respalda la idea acerca del intercambio de linajes entre América del Norte y América del Sur, evidenciando un movimiento de norte a sur. Tanto *Gymnocladoxylon septata* como *Gleditsioxylon mexicana*, tienen anillos de crecimiento, porosidad anular, vasos agregados, parénquima axial vasicéntrico, aliforme, confluyente y bandas marginales, que en conjunto sugieren condiciones climáticas templadas, además de estacionalidad. Estas sugerencias se contraponen con la idea propuesta por Castañeda-Posadas (2007) respecto a que en Panotla, Tlaxcala, durante el Mioceno existía una selva alta perennifolia. Si una especie fósil no cumple con el 100% de los caracteres que sugieren ambientes cálido-húmedos no es suficiente para cuestionar la propuesta del tipo de vegetación propuesta previamente para el Mioceno de Tlaxcala.



Tabla 5. Comparación de *Gymnocladoxylon septata* y *Gleditsioxylon mexicana* con especies fósiles de *Gleditsioxylon*. Edad Cretácico (Kr), Eoceno (Eo), Oligoceno (Oli), Mioceno (Mio), Plioceno (Pli) y Pleistoceno (Pe); Anillos de crecimiento distinguible (Ds) e indistinguible (lds); Porosidad difusa (Di), semianular (Sn); septadas presentes (p) y ausentes (a); Parénquima axial vasicéntrica (V), aliforme (Al), confluyente (C), bandeado (B), marginal (m), difuso (df) y escaso (sc); estructuras estratificadas Elementos de vaso (Ev), Radios (R), Parénquima axial (Pa), tendencia a estratificación (tnd); radios homocelulares (hom) y heterocelulares (het).

	<i>Gleditsioxylon mexicana</i>	<i>Gymnocladoxylon mexicana</i>	<i>Gleditsioxylon paleojaponicum</i>	<i>Gleditsioxylon montanense</i>	<i>Gleditsioxylon columbianum</i>	<i>Gleditsioxylon riojana</i>
Edad	Flores-Rocha y Cevallos-Ferriz Mioceno	Flores-Rocha y Cevallos-Ferriz Mioceno	Müller-Stoll y Mädel (1967) Mioceno	Prakash, Barghoorn y Scott (1962) Mioceno	Prakash y Barghoorn (1961) Mioceno	Martínez y Rodríguez-Brizuela (2011) Mioceno
Procedencia	Panotla, Tlaxcala	Panotla, Tlaxcala	Tamuninginata-Japón	Montana-Estados Unidos	Washington-Estados Unidos	La Rioja-Argentina
Anillos de crecimiento	Ds	Ds	Ds	Ds	Ds	Ds
Porosidad	An	An	An	An	An	SN
Arreglo de los vasos	Di	Tn	dt	-	-	-
Vasos agrupados	p	p	p	p	p	p
Engrosamientos	p	a	p	p	p	p
Estructuras estratificadas	EV	a	a	a	a	a
Traqueidas intervasculares/ vasicéntricas	a	p	a	a	a	a
Fibras septadas	a	p	?	?	?	a
Parénquima axial	V, A, C, m	V, m	V, B, m	V, C, m	V, C, m	V, C, m
Grosor de los radios	2-8	1-6	1-12	1-10	1-5	3-6
Radios por mm	4-5	4-5	5-8	5-8	6-8	2-6
Composición de los radios	Hom	Hom	Hom	Hom	Hom	Hom

## 8.2. Mimosoideae

Por lo regular en las especies de Mimosoideae se presenta enormes concordancias en sus caracteres, como la presencia/ausencia de fibras septadas y la abundancia de parénquima axial, caracteres que permiten definir las pequeñas diferencias entre las especies de esta subfamilia (Evans, 2006).

Con base a caracteres particulares como anillos de crecimiento distinguibles, porosidad semianular, parénquima axial escaso y vasicéntrico, y radios homocelulares de las maderas descritas, sólo una madera muestra afinidad a Mimosoideae, La madera de *Mimosoxylon culiacanense* procede de una localidad considerablemente reciente (ca. 1.6 millones de años), por lo que conservará en mayor medida los caracteres presentes en las especies actuales. Esta madera fue comparada principalmente con el género *Mimosa*, que en la actualidad crece en la región (Vega-Aviña et al., 2000), por lo que es posible afirmar que *Mimosoxylon culiacanense* está probablemente relacionado al género *Mimosa*, debido a la presencia de anillos de crecimiento distinguibles, porosidad semianular, ornamentación de las punteaduras intervasculares, punteaduras vaso-radio de forma similar a las punteaduras intervasculares pero de menor diámetro, parénquima axial escaso y vasicéntrico, ausencia de estratificación, presencia de radios homocelulares y biseriados. Esta observación valida la premisa de que a partir del Plioceno, todas las maderas son estructuralmente equivalentes a las maderas actuales (Wheeler y Baas, 1992).

El registro fósil de *Mimosa* en nuestro país con base en la madera es escaso. El material descrito hasta ahora consta de *Mimosoxylon tenax* (Felix y Nathorst, 1899; Müller-Stoll y Mädler, 1967; Cevallos-Ferriz y Barajas-Morales, 1994) en Oaxaca y Baja California Sur, pero en otras regiones de América se reportan *M. grandiporosum* (Pons, 1983) recolectada en sedimentos del Oligoceno de Colombia, y en sedimentos del Mioceno a Pleistoceno de Argentina se reportan a *M. santamariensis* (Lutz, 1987) y *M. tenax* (Brea et al., 2010) y en Norte América a *Mimosoxylon sp.* (Wheeler y Manchester, 2002), y aunado a estos se realizó una comparación de *Mimosoxylon culiacanense* con registros de otras partes del mundo (Tabla 6). En la comparación antes mencionada, *Mimosoxylon culiacanense* difiere principalmente en caracteres

cuantitativos y la presencia de tílides escleróticas. En *Mimosoxylon culiacanense* la presencia de tílides es un carácter que permite, para este caso, asignarla como una nueva especie, pues no se reporta para ningún otro ejemplar de *Mimosoxylon*.

Tabla 6. Comparación de *Mimosoxylon* culiacanense con otros fósiles de *Mimosoxylon*: Edad Cretácico (Kr), Eoceno (Eo), Oligoceno (Oli), Mioceno (Mio), Plioceno (Pli) y Pleistoceno (Pe); Anillos de crecimiento distinguible (Ds) e indistinguible (Ids); Porosidad difusa (Di), semianular (Sn); septadas presentes (P) y ausentes (A); Parénquima axial vasicéntrico (V), aliforme (Al), confluyente (C), bandeado (B), marginal (m), difuso (df) y escaso (sc); estructuras estratificadas Elementos de vaso (Ev), Radios (R), Parénquima axial (Pa), tendencia a estratificación (tna); radios homocelulares (hom) y heterocelulares (het).

	<i>Mimosoxylon</i> <i>culiacanense</i>	<i>Mimosoxylon</i> sp.	<i>Mimosoxylon</i> sp.	<i>Mimosoxylon</i> <i>santamaricensis</i>	<i>Mimosoxylon</i> <i>tenax</i>	<i>Mimosoxylon</i> <i>tenax</i>	<i>Mimosoxylon</i> <i>coccavarii</i>	<i>Mimosoxylon</i> <i>kramerii</i>	<i>Mimosoxylon</i> <i>calpocalycoides</i>	<i>Mimosoxylon</i> <i>acacioides</i>
Edad	Flores-Rocha y Cevallos-Ferriz	Lutz	Gottwald	Lutz	Cevallos-Ferriz y Barajas-Morales	(Felix) Müller-Stoll y Mädel	Brea, Zucol y Patterer	Lemoigne	Lemoigne	Kramer
Procedencia	Pe	Pli	Eo	Mio	Oli-Mio	Kr	Pe	Mio	Pli	Mio-Pli
Anillos de crecimiento	Sinaloa, México	Argentina	Europa	Argentina	Baja California sur México	Oaxaca, México	Argentina	Etiopía	Etiopía	Borneo
Porosidad	Ds	Ds	Ds	Ds	Ds	Ds	Ds	Ids	Ds	Ids
Vasos en agregados	Sn	Di	Di	Di	Di	Di	Di	Di	Di	Di
Frecuencia de vasos ( $v/mm^2$ )	p	a	a	a	a	a	p	a	a	a
	5-7	10-20	?	12-17	4-12	8-24	11-32	5-20	5-20	<=5
Diámetro tangencial de los vasos ( $\mu m$ )	50-270	47-244	100-200	75-175	88-198	50-100	65-145	100-200	100-200	>=200
Estructuras estratificadas	a	a	a	a	a	EV	a	R	a	a
Fibras septadas	a	a	p	a	a	?	a	?	?	?
Parénquima axial	V, Al, C, m	V	V, Al, C, m	V	V, Al, C, m	V, A, C, m	V, B, m	df, V	Al, C, m	V, Al, m
Ancho de los radios (células)	2-3(4)	3-5	1-3	1-3	2-4	1-3	1-4	1(2-3)	1-3	1-3
Frecuencia de los radios (mm)	6-8	?	?	?	5-10	8-14	4-9	>=12	4-12	4-12
Composición de los radios	Hom	Hom	Hom	Hom	Hom	Hom-Het	Hom-Het	Hom	Hom	Hom

### 8.3. Papilionoideae

La subfamilia Papilionoideae es la más ampliamente distribuida y diversa, con 476 géneros y aproximadamente 14,000 especies (Lewis et al., 2003). Anatómicamente su madera es muy variable pero también pueden tener mucha similitud, como el caso de las tribus Dalbergieae, Millettieae y Swartzieae, entre las que en ocasiones no es posible dilucidar sus límites.

*Andira* es un género que se distribuye neotropicalmente con 30 especies en América y una en África (Lavin et al., 2001). Precisamente once especies (*A. anthelmia*, *A. fraxinolia*, *A. legalis*, *A. humilis*, *A. nitida*, *A. carvalhoi*, *A. vermifuga*, *A. surinamensis*, *A. inermis*, *A. coriacea* y *A. cordata*) poseen gran similitud en su anatomía que recuerdan a la madera de *Andiroxylon cevallosii*, y salvo por caracteres cuantitativos, los caracteres como porosidad difusa y sin anillos de crecimiento distinguibles, estructuras estratificadas (elementos de vaso, parénquima axial y radios), parénquima axial aliforme a bandeado, fibras con paredes gruesas y radios multiseriados (2-6) y heterocelulares (Pennington, 2003) por lo que la afinidad con el género se refuerza. En México *Andira inermis* crece de manera natural en la REBIMA (CONANP, 2000). Durante el Mioceno en Chiapas se asume que existieron condiciones ambientales cálido-húmedas semejantes a las condiciones bajo las cuales se desarrolla actualmente el género, y la presencia de *Andiroxylon* no es de sorprender. La madera fósil posee un patrón en sus caracteres anatómicos similar al de *Andira*. En el registro fósil existen sólo dos especies reportadas dentro del género, del Terciario africano *Andiroxylon biseriatum* (Mädel-Stoll y Müller, 1967) y *A. cinnamomeous* (Martínez-Cabrera et al., 2006) se reporta para Baja California Sur en el Mioceno, aunque Pons y de Franceschi (2007) reportan una madera con afinidad a *Andira* e *Hymenolobium*, por lo que podría incrementarse el registro de *Andiroxylon* en América. *Andiroxylon cevallosii* es más parecida a *A. cinnamomeus* y las diferencias entre ellas son cuantitativas y mínimas. Además, es posible confirmar que el género para este momento se distribuía desde la costa oeste más o menos a la altura del límite Colima/Jalisco hasta Chiapas. En cierta forma, este género corrobora el movimiento de Norte a Sur de algunos taxones que se incorporaron a la Flora Neotropical,

sugiriendo que la conformación de esta es más complicada que la sola expansión de los elementos del Hemisferio Sur.

Las maderas de *Dalbergioxylon uniseriatum* y *D. chiapense* coinciden anatómicamente con *Dalbergia*. Los caracteres anatómicos sugieren cierto parecido con *Swartzia* que se diferencia de *Dalbergia* principalmente por poseer bandas continuas de parénquima axial de 1-3 células de grosor en corte transversal, cuando llegan a presentar bandas gruesas >4 células, el parénquima axial tiende a ser aliforme y confluyente, además de que no todas las especies de *Swartzia* poseen radios estratificados (Angyalossy-Alfonso y Miller, 2002). *Dalbergia glabra* crece de manera natural en la REBIMA (CONANP, 2000), lo que hace que las plantas fósiles representadas por *Dalbergioxylon* tengan representantes en el área e invita a continuar estudiando su posible relación fitogeográfica, aunque se involucren tiempos distintos.

Aunque el registro fósil de *Dalbergioxylon* es escaso, se conoce de África, Asia y Europa (Gregory et al., 2009; Tiwari et al., 2012), y en México Sainz-Reséndiz (2011) reporta la presencia de *Dalbergia sainzae* en rocas del límite Oligoceno-Mioceno de Puebla. Los fósiles *Dalbergioxylon chiapense* y *D. uniseriatum* se comparan con los registros del género (Tabla 7). Considerando los caracteres presentes en los dos fósiles propuestos como *Dalbergioxylon* (*D. uniseriatum* y *D. chiapense*) de las especies reportadas del Mioceno, *D. mizoramensis* (Tiwari et al., 2012) tiene bandas de parénquima continuas a discontinuas, y estructuras con tendencia a la estratificación (elementos de vaso y radios) sugiriendo cierta semejanza con ambos fósiles, mientras que *Dalbergioxylon antiquum* (Ramanujam, 1960) difiere por presentar anillos de crecimiento distinguibles parénquima aliforme, estratificación únicamente de los radios y una mayor frecuencia de los radios por milímetro, *D. europaeum* (Burgh, 1973) se diferencia por anillos de crecimiento distinguibles y radios multiseriados 1-10. De las especies de Oligoceno, en *Dalbergioxylon dicorynioides* (Müller-Stoll y Muller, 1969) se observa mayor similitud diferenciándose principalmente por tener parénquima aliforme, *D. oligocenicum* (Dupéron, 1979) es distinta por presentar anillos de crecimiento distinguibles, parénquima aliforme y una alta frecuencia de radios/mm ( $\geq 12$ ), mientras que

la especie reportada de México *Dalbergia sainzae* (Sainz-Reséndiz, 2011) se diferencia por anillos de crecimiento distinguibles, elementos de vaso y radios con tendencia a la estratificación, y presencia de fibras con septos. Las diferencias observadas entre las especies fósiles comparadas con *Dalbergioxylon chiapense* y *D. uniseriatum* se confirma la variación anatómica entre las especies tal y como en las especies actuales de *Dalbergia*. El nuevo reporte entonces amplía la distribución de Leguminosae durante el Neógeno desde el centro al Sur de México.

La tribu Millettieae es un grupo que ejemplifica la combinación de caracteres anatómicos característicos de Papilionoideae especialmente la abundancia de parénquima y la estratificación de todos sus tipos celulares, en fibras puede variar (Baretta-Kuipers, 1981; Gasson et al., 2004). En Millettieae la estructura anatómica de sus taxones es muy similar, por lo que corroborar en el registro fósil algún género de esta tribu es una tarea que requiere de extremo cuidado. *Lonchocarpus* con parénquima axial abundante en bandas continuas y parénquima axial en hileras de 2 células, punteaduras intervasculares de tamaño mediano a grandes, estratificación de elementos de vaso, parénquima axial y radios, radios exclusivamente homocelulares y mayormente 2-3 seriados (Gasson et al., 2004), son caracteres compartidos con la nueva planta fósil de Tlaxcala por lo que se identifica como *Lonchocarpoxyton*. Su presencia confirma una larga historia en América, pues muchas de sus especies se encuentran distribuidas naturalmente en México (Sousa, 2009). El registro fósil de *Lonchocarpus* en México sólo se ha reportado con base en foliolos, *Lonchocarpus miocenica*, del Mioceno de Tlaxcala (Hernández-Damián, 2010). La concordancia de dos órganos aislados sugiere que esta planta realmente estuvo presente en el área, pues ambos órganos pueden corresponder a la misma especie, pero se necesita evidencia más contundente antes de proponer esto oficialmente. Sin embargo, se puede considerar con base en los fósiles de foliolos y la madera que esta tentativa “planta reconstruida” sumarse a otras de Leguminosae que también se conocen por más de un órgano por ejemplo 2 distintas *Inga*, un *Pithecellobium*, *Hymenaea*, etc., géneros representados por foliolos, flores y frutos. *Lonchocarpus* es un género de amplia distribución en México (Sousa, 2009) y es un componente arbóreo que se halla tanto en selva



alta como en selva baja, ejemplo de esto se observa su presencia en la REBIMA en Chiapas con las especies *Lonchocarpus castilloi* Standl., *L. guatemalensis* Benth., *L. luteomaculatus* Pittier y *L. hondurensis* Benth., que posee varios tipos de vegetación en los que altos niveles de humedad están presentes (CONANP, 2000), también es común encontrar a *Lonchocarpus* en condiciones más secas como se observas en la REBIOSH con *Lonchocarpus argyrotichus* Harms., *L. caudatus* Pittier, *L. eriophyllus* Benth. *L. hermannii* M, Sousa, *L. heptaphyllus* (Poir.) DC., y *L. rugosus* Benth.var. *apicus* (Lundell.) M. Sousa, esta reserva se caracteriza por poseer un clima más seco, incluso Miranda y Xolocotzi (1963) reportan a *Lonchocarpus* como componente de la selva tropical subhúmeda (selva baja) y concuerda con la vegetación de la REBIOSH que corresponde a una selva baja caducifolia (CONANP, 2005), las especies *Lonchocarpus* en la REBIOSH coexisten con los géneros *Libidibia* y *Styphnolobium*, estos tres géneros estan representados en las maderas descritas de este trabajo para la localidad de Tlaxcala, la importancia de esa coexistencia es que la REBIOSH podría asemejarse en parte, a Tlaxcala hace ca. 12 millones de años.

Tabla 7. Comparación de *Dalbergioxylon chiapense* y *D. uniseriatum* con otras especies de *Dalbergioxylon*. Edad Oligoceno (Oli), Mioceno (Mio) y Plioceno (Pli); Anillos de crecimiento distinguible (Ds) e indistinguible (Ids); Porosidad difusa (Df), semianular (Sn); septadas presentes (P) y ausentes (A); Parénquima axial vasicéntrico (V), aliforme (Al), confluyente (C), bandeado (B), marginal (m), difuso (df) y escaso (sc); estructuras estratificadas Elementos de vaso (Ev), Radios (R), Parénquima axial (Pa), tendencia a estratificación (tnd); radios homocelulares (hom) y heterocelulares (het).

	<i>Dalbergioxylon chiapense</i>	<i>Dalbergioxylon uniseriatum</i>	<i>Dalbergia sainzae</i>	<i>Dalbergioxylon dicoryniooides</i>	<i>Dalbergioxylon oligocenicum</i>	<i>Dalbergioxylon antiquum</i>	<i>Dalbergioxylon mizoramensis</i>	<i>Dalbergioxylon europaeum</i>
Edad	Mio	Mio	Oli-Mio	Oli	Oli	Mio	Mio	Mio
Procedencia	Panotla, Tlaxcala	Panotla, Tlaxcala	Fm. Tehuacán, Puebla	África	África	India	Mizoram, India	Europa
Anillos de crecimiento	Ids	Ids	Ds	Ids	Ds	Ds	Ids	Ds
Porosidad	Df	Df	Sn	Df	Di-Sn	Df	Df	Df
Estructuras estratificadas	Ev, R, Pa	Ev, R, Pa	Ev (tnd), R (tnd)	?	Ev, R, Pa	R	Ev (tnd), R (tnd)	Ev, R, Pa
Fibras septadas	a	a	p	a	a	a	a	a
Parénquima axial	V, C, B	V, C, B	V, C, B	V, Al, C, B	V, Al, C, B	V, Al, C, B	V, Al, C, B	V, C, B
Grosor de los radios	1-3	1(2)	2-4	1-3	1-3	1-3	1-2	1-3, 4-10
Radios por mm	5-18	7-13	7-14	?	>= 12	5->12	?	?
Composición de los radios	Het	Het	Het	Het	Het	Het	Het	Het

La tribu Sophoreae se distribuye más allá de los trópicos tanto en el Hemisferio Norte como en el Hemisferio Sur, su estudio anatómico está restringido a las especies arbóreas y arbustivas (Cumbie y Mertz, 1962; Meyer y Meola, 1978; Fuji et al., 1994) que muestran variación en la anatomía de su madera. El registro paleoxilológico de *Styphnolobium* es desconocido, por lo que la propuesta de *Styphnolobioxylon panotlensis* es el primer registro de madera del género, aunque se conocen otros órganos relacionados a Sophoreae por ejemplo, Magallón-Puebla y Cevallos-Ferriz (1994) reportaron foliolos del Oligoceno para el estado de Puebla. El fósil que aquí se presenta corrobora una larga historia del género en América. *Styphnolobioxylon* parece ocupar un área donde actualmente el género *Styphnolobium* continúa teniendo especies con distribución natural en México como reportan Sousa y Rudd (1993) a *S. conzatti* (Standl.) M. Sousa y Rudd, *S. protantherum* M. Sousa y Rudd, *S. sporadicum* M. Sousa y Rudd, *S. parviflorum* M. Sousa y Rudd y *S. burseroides* M. Sousa, Rudd Medrano. Además, así como en el caso de *Libidibia coriaria*, *Styphnolobium burseroides* es una especie que radica en la REBIOSH y que podría ser un posible ejemplo de la vegetación que habitó hace ca. 12 millones de años en Panotla, Tlaxcala.

La tribu Swartzieae se caracteriza por tener una distribución totalmente tropical y es en América donde se ha observado una mayor diversidad de dicha tribu, particularmente desde el Sur de México hasta Sudamérica. Tanto *Swartzioxylon comillasense* y *S. delteil-desneuxii* que se presentan en la localidad chiapaneca, tiene anatomía similar a las maderas asignadas a *Libidibioxylon* y *Dalbergioxylon* que proceden de la misma localidad. Sin embargo, *Swartzioxylon* se distingue de *Libidibioxylon* por presentar bandas de parénquima más continuas, radios heterocelulares y 1-2 seriados, ausencia de traqueidas vasicéntricas y por casi todas sus estructuras estratificadas (excepto fibras). La comparación con *Dalbergioxylon chiapense* resaltan diferencias como bandas de parénquima axial poco interrumpidas, ausencia de parénquima aliforme, parénquima axial en hileras de 4-6 células y radios 1-2 seriados, y con *D. uniseriatum* las fibras con paredes delgadas a gruesas, bandas de parénquima delgadas de 2-6 células de ancho, parénquima axial en hileras de 4-6 células y radios 1-2 seriados (equitativamente), lo que respalda

la determinación aquí presentada. Los caracteres anatómicos de *Swartzioxylon*, *Dalbergioxylon* y *Libidibioxylon* sugieren que se desarrollaron en un clima húmedo. Como se ha mencionado *Dalbergia* y *Libidibia* coexisten en la región, así como *Swartzia* con *S. cubensis* y *S. guatemalensis*. Parece existir un continuo entre los linajes identificados en el Mioceno y sus representantes en la vegetación actual. En el registro fósil sólo se encuentra *Swartzioxylon naraense* reportado para límites del Oligoceno-Mioceno de una localidad en Túnez, que se asemeja a *S. delteil-desneuxii* y *S. comillasense* en gran parte de los caracteres, salvo por los cuantitativos que son mínimos y por presentar mayoritariamente radios uniseriados y homocelulares, aunque Delteil-Deneux (1981) menciona que llega a presentar radios heterocelulares, y principalmente por la ubicación geográfica, pues el género *Swartzia* tiene una distribución Neotropical (Cowan, 1967), aunque existen especies de *Swartzia* que recuerdan la anatomía de *Swartzioxylon naraense* (e.g. *Swartzia cubensis*), posiblemente el fósil tipo de *Swartzioxylon* posea mayor relación con el género *Bobgunnia* cuya distribución es africana, actualmente se ha visto que los géneros *Swartzia* y *Bobgunnia* se encuentran estrechamente relacionados (Cardoso et al., 2012). La semejanza *Swartzioxylon naraense* con los fósiles *S. delteil-deneuxii* y *S. comillasense* refuerzan su pertenencia al género.

El estudio taxonómico de las maderas ha permitido confirmar que los patrones de estas se mantienen en forma tal que respaldan de forma congruente la identificación de plantas a partir de este órgano. Además, una vez identificada la o las plantas es posible introducirse a otros campos de la biología como la biogeografía. La importancia de estos nuevos registros radica en que llenan espacios de información para entender y discutir la historia de la vegetación de México. Con la información recabada en los fósiles de este trabajo, la posibilidad de realizar estudios biogeográficos que den más información sobre la distribución y las relaciones entre las especies actuales y fósiles se vuelve muy atractiva.

## IX. BIBLIOGRAFÍA

Angyalossy-Alfonso V. y R. B. Miller. 2002. Wood anatomy of the Brazilian species of *Swartzia* and considerations within the tribe Swartzieae. IAWA J., 23 (4): 359-390

- Awasthi N. 1992. Indian fossils legumes. In: Herendeen P. S y D. L. Dilcher. (Eds.), *Advances in Legume Systematics 4: The fossil record*. The Royal Botanic Gardens, Kew pp. 225-250
- Ayala-Castañares A., M. Gutiérrez-Estrada, A. Galaviz-Solís y Malpica-Cruz V. M. 1994. Geología marina del sistema lagunar Altata-Pabellones, Sinaloa, México. *An. Inst. Cien. Mar Limnol.* 21: 129-147
- Baretta-Kuipers T. 1981. Wood Anatomy of Leguminosae: its relevance to taxonomy. In: Polhill R.M. and P.H. Raven (Eds.), *Advances in Legume Systematic 2*. The Royal Botanical Gardens, Kew pp. 677-705
- Brea M., A. F. Zucol y N. Patterer. 2010. Fossil woods from late Pleistocene sediments from El Palmar Formation, Uruguay Basin, Eastern Argentina. *Rev. Palaeobot. Palynol.* 163 (1): 35-51
- Burgh J. van der. 1973. Hölzer der niederrheinischen Braunkohlenformation, 2. Holzer der Braukohlengruben "Maria Theresia" zu Herzogenrath, "Zukunft West" zu eschweiler und "Victor" (Aulpich Mitte) zu Zulpich, nebst einer systematisch-anatomischen bearbeitung der gattung Pinus L. *Rev. Palaeobot. Palynol.* 15: 73--275
- Calvillo-Canadell L. 2000. Determinación taxonómica de estructuras reproductivas y vegetativas de plantas fósiles de Tepexi de Rodríguez, Puebla. Tesis M en C. Biol. (Sistemática). Instituto de Geología. UNAM pp. 64
- \_\_\_\_\_ 2005. Leguminosae del Eoceno y Oligoceno de México: contribución al entendimiento histórico de su biodiversidad en el país. Doctorado en C. Biol. Instituto de Geología, UNAM pp.102
- Calvillo-Canadell L. y S. R. S. Cevallos-Ferriz. 2002. *Bauhcis moranii* gen. et sp. nov. (Cercideae, Caesalpinieae) an Oligocene plant from Tepexi de Rodríguez, Puebla, Mex., with leaf architecture similar to *Bauhinia* and *Cercis*. *Rev. Palaeob. Palynol.* 122 (3-4): 171-184
- \_\_\_\_\_ 2005. Diverse assemblage of Eocene and Oligocene Leguminosae from Mexico. *Int. J. Plant Sci.* 166: 671-692

- \_\_\_\_\_2007. Flowers of Rhamnaceae from the Cerro del Pueblo (Upper Cretaceous, Coahuila) and Coatzingo (Oligocene, Puebla) formations, Mexico. *Am. J. Bot.* 94 (10): 1658-1669
- Calvillo-Canadell L., S. R. S. Cevallos-Ferriz y L. Rico-Arce. 2010. Legume flowers preserved in amber from Simojovel de Allende Chiapas, Mexico. *Rev. Palaeob. Palynol.* 160: 126-134
- Calvillo-Canadell L. S.R.S. Cevallos-Ferriz y M. Sousa-Sánchez. (En proceso editorial). Leaf of *Inga* n. sp. in Eocene sediments of La Carroza Formation, La Popa, Nuevo León, Mex., with comments on its biogeographic implications. *Missouri Botanical Garden Monographs Series*
- Calvillo-Canadell L., O. J. Rodríguez-Reyes, R. Medina-Lemos y S. R. S. Cevallos-Ferriz. 2013. Leaflets of *Bursera* (Burseraceae) in Eocene sediments from La Popa, Nuevo León, La Carroza Formation, Mexico. *Bol. Soc. Geol. Mex.* 65 (3): 631-643
- Cardoso D., L. P. de Queiroz, R. T. Pennington, H. Cavalcante de Lima, E. Fonty, M. F. Wojciechowski y M. Lavin. 2012. Revisiting the phylogeny of papilionoid legumes: New insights from comprehensively sampled early-branching lineages. *Am. J. Bot.*, 99 (12): 1991-2013
- Carlquist S. J. 1988. Comparative wood anatomy: systematic, ecological, and evolutionary aspects of dicotyledon wood. Springer pp. 436
- \_\_\_\_\_1992. Wood Anatomy of Sympetalous Dicotyledon Families: A Summary, with Comments on Systematic Relationships and Evolution of the Woody Habit. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 79: 303-332
- Castañeda-Posadas C. 2004. Identificación de maderas terciarias de Panotla, Tlaxcala, México y sus implicaciones paleontológicas. Tesis de Licenciatura (Biología). Facultad de Ciencias, UNAM, México D. F. pp. 78
- \_\_\_\_\_2007. Modelo paleoclimático basado en los caracteres anatómicos de la madera de las rocas miocénicas de las regiones de Panotla, Tlaxcala y Chajul, Chiapas. Tesis M en C. Biol. (Sistemática). Instituto de Geología. UNAM pp. 160

- Castañeda-Posadas C. y S. R. S. Cevallos-Ferriz. 2007. *Swietenia* (Meliaceae) flower included in Miocene amber from Simojovel de Allende, Chiapas, Mexico. *Am. J. Bot.* 94 (11): 1821-1827
- Cevallos-Ferriz S. R. S. 1983. Descripción de una madera de angiosperma cretácica de Cananea, Son., Méx. Los xilitos en el estudio del origen de las Angiospermopsida. *An. Inst. Biol. UNAM* 54: 97-112
- Cevallos-Ferriz S. R. S. y J. Barajas Morales. 1994. Fossil woods from the El Cien Formation in Baja California Sur: Leguminosae. *IAWA J.*, 15 (3): 229-245
- Cevallos-Ferriz S. R. S. y L. Calvillo-Canadell. 2010. *Ámbar, recinto de vida, resguardo de biodiversidad*. Dirección General de Publicaciones y Fomento Editorial, UNAM. México, D.F., México pp. 207
- Cevallos-Ferriz S. R. S., E. A. González-Torres y L. Calvillo-Canadell. 2012. Perspectiva paleobotánica y geológica de la biodiversidad en México. *Act. Bot. Mex.* 100: 317-350
- Cevallos-Ferriz S. R. S. y O. Ricalde-Moreno. 1995. Palmeras fósiles del norte de México *Anales. Instituto de Biología, UNAM Ser. Bot.* 66 (1): 37-106
- Cevallos-Ferriz S. R. S. y R. Weber. 1992. Dicotyledonous wood from the Upper Cretaceous (Maestrichtian) of Coahuila. *Rev. Inst. Geol.* 10: 65-70
- CONANP. 2000. Programa de manejo de la Reserva de la Biósfera Montes Azules. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México pp. 256
- \_\_\_\_\_ 2005. Programa de Conservación y Manejo Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México pp. 210
- Cowan R. S. 1967. *Swartzia* (Leguminosae, Caesalpinioideae Swartzieae). *Flora Neotropica.* 1: 1-228
- Cowan, R. S. 1981. Caesalpinioideae. *In* R. M. Polhill and P. H. Raven [eds.], *Advances in legume systematics, part 1*. Royal Botanic Gardens, Kew, UK. pp. 57-65



- Cozzo D. 1951. Anatomía del leño secundario del las Leguminosas Mimosoideas y Cesalpinoideas Argentinas silvestres y cultivadas. Instituto Nacional de Investigación de las Ciencias Naturales y Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia. Ciencias Botánicas 2: 63-146
- Cumbie B. G. y D. Mertz. 1962. Xylem Anatomy of Sophora (Leguminosae) in relation to habit. Am. J. Bot. 49 (1): 33-40
- Dayal R. 1971. Importance of correct interpretation of anatomic structure in the identification of fossil woods with special reference to variability. Nat. Inst. Sci. India Proc. 37 (3): 114-123
- Delteil-Desneux F. 1981. Sur l' association de trois bois fossiles dans un meme gisement tertiaire du Djebel Nara (Tunisie centrale). Rev. Palaeobot. Palynol. 31: 289--310
- Domínguez-de la Torre A. 2013. Reconstrucción paleoclimática con base en la diversidad foliar del Mioceno de San Esteban Tizatlán, Tlaxcala. Tesis de Licenciatura (Biología). Facultad de Ciencias, UNAM, México D. F. pp. 78
- Doyle J. J. y M. A. Luckow. 2003. The rest of the iceberg. Legume diversity and evolution in a phylogenetic context. Plant Physiology 131: 900–910
- Dupéron J. 1979. Sur un bois fossile de leguminosae de la molasse de l'Agenais (Stampien). C. R. 104e Congr. Natl. Soc. Sav. Fasc. I: 291--298
- Escamilla-Torres R. T., L. Nevárez del Castillo, J. Rosario Lagos, J. A. López Ojeda, G. Batáz Manríquez y M. Moreno López. 1999. Carta geológica-Minera Culiacán G13-10 Sinaloa y Durango. Servicio Geológico Mexicano.
- Estrada-Castillón E., E. Jurado y J. Jiménez-Pérez. 2002. New locality of *Gleditsia triacanthos* (Caesalpiniaceae) in Northeastern Mexico and Its phytogeographic Interest. The Southwestern Naturalist. 47 (4): 602-604
- Estrada-Ruíz E. 2004. Frutos permineralizados del Cretácico Superior del Estado de Coahuila, México. Tesis M en C. Biol. (Sistemática). Instituto de Geología. UNAM pp. 61
- \_\_\_\_\_ 2009. Reconstrucción de los ambientes de depósito y paleoclima de la región de Sabinas-Salttillo, estado de Coahuila, con base en plantas fósiles

- del Cretácico superior. Tesis de Doctorado en Ciencias de la Tierra. Instituto de Geología. UNAM pp. 251
- Estrada-Ruíz E. y S. R. S Cevallos-Ferriz. 2009. *Palmoxylon enochii* sp. nov. de la Formación Olmos (Campaniano superior-Maastrichtiano inferior), Coahuila, México. *Ameghiana* 46 (4): 577-585
- Estrada-Ruíz, E. y H. I. Martínez-Cabrera. 2011. "A new Late Cretaceous (Coniacian-Maastrichtian) *Javelinoxylon* wood from Chihuahua, Mexico". *IAWA J.*, 32: 519-528
- Estrada-Ruíz E., H. I. Martínez-Cabrera y S. R. S. Cevallos-Ferriz. 2007. Fossil woods from the late Campanian-early Maastrichtian Olmos Formation, Coahuila, Mexico. *Rev. Palaeobot. Palynol.* 145: 123-133
- \_\_\_\_\_ 2010. Upper Cretaceous woods from the Olmos Formation (Late Campanian-Early Maastrichtian), Coahuila, Mexico. *Am. J. Bot.* 97 (7): 1179-1194
- Estrada-Ruíz E., G. R. Jr. Upchurch y S. R. S. Cevallos-Ferriz. 2008. Flora and climate of the Olmos Formation (Upper Campanian-Lower Maastrichtian), Coahuila, Mexico: a preliminary report. *Trans. GCAGS* 58: 273-283
- Evans J. A., P. E. Gasson y Lewis, G. P. (2006). Wood anatomy of the Mimosoideae (Leguminosae). *IAWA J. supplement* 5
- Felix J. y A. Nathorst. 1899. Versteinerungen aus dem mexikanischen Staat Oaxaca. Fossile Holzer von Ilacolula. In: J. Felix y A. Lenk, *Beitrage zur Geologie und Palaontologie der Republik Mexiko* 2: 46-51
- Flores-Rocha L. A., S. R. S. Cevallos-Ferriz y L. Calvillo-Canadell. 2012 A diverse assemblage of Leguminosae woods from the Neogene of Mexico. *Botany 2012: The next generation.* 7-11 Jul 2012. Columbus, Ohio, USA.
- Flores-Rocha L. A., S. R. S. Cevallos-Ferriz y L. Calvillo-Canadell. 2013. Diversidad xilológica del Mioceno de la localidad "Arroyo Maderas", Marqués de Comillas, Chiapas. *Rev. Pal. Mex.* 63 (2): 17-25
- Fujii T.P., P. Baas, P. Gasson. y J.W.A. Ridder-Numan. 1994. Wood anatomy of the *Sophora* group. In: Ferguson, I.K. y S. Tucker (Eds.), *Advances in*

- Legume Systematics 6, Structural Botany. The Royal Botanic Gardens, Kew pp. 205-249
- Gandhi K. N., M. A. Vincent y J. L. Reveal. 2011. *Dermatophyllum* the correct name for *Calia* (Fabaceae). Phytoneuron 57: 1-4
- Gagnon E., G. P. Lewis, J. S. Sotuyo, C. E. Hughes y A. Bruneau. 2013. A molecular phylogeny of *sensu lato*: Increased sampling reveals new insights and more genera than expected, South African Journal of Botany. <http://dx.doi.org/10.1016/j.sajb.2013.07.027>
- Gasson P. 1994. Wood anatomy of the tribe Sophoreae and related Caesalpinoideae and Papilionoideae. In: Ferguson I.K., S. Tucker (Eds.), Advances in Legume Systematics 6, Structural Botany. The Royal Botanic Gardens, Kew pp. 165-203
- \_\_\_\_\_. 1996. Wood anatomy of the tribe Swartzieae with comments on related Papilionoid and Caesalpinoid Leguminosae. IAWA J. 17: 45-75
- Gasson P., E. Wray y B. D. Schirire. 2004. Wood anatomy of the tribe Millettieae with comments on related papilionoid Leguminosae. IAWA J. 25 (4): 485-545
- Gasson P., K. Warner y G. Lewis. 2009. Wood anatomy of *Caesalpinia s.s.*, *Coulteria*, *Erythrostemon*, *Guilandina*, *Caesalpinia*, *Mezoneuron*, *Poincianella*, *Pomaria* y *Tara* (Leguminosae, Caesalpinioideae, Caesalpinieae). IAWA J. 30 (3): 247–276
- Gasson P., C. Trafford. y B. Matthews. 2003. Wood anatomy of Caesalpinioideae. In: B.B. Klitgaard y A. Bruneau (eds.), Advances in Legume Systematics 10, Higher Level Systematics: The Royal Botanic Gardens, Kew pp. 63-93
- Gasson P., R. Miller, D. J. Stekel, F. Whinder y K. Ziemínska. 2010. Wood identification of *Dalbergia nigra* (CITES Appendix I) using quantitative wood anatomy, principal components analysis and naïve Bayes classification. Annals of Botany 105: 45–56
- Gregory M., I. Poole y E. A. Wheeler. 2009. Fossil dicot wood names. IAWA Supplement 6. IAWA pp. 220

- Guerrero-Márquez G., L. Calvillo-Canadell, S. R. S. Cevallos-Ferriz y M. J. Avendaño-Gil. 2013. Angiospermas de la localidad El Chango, Aptiano-Cenomaniano, de Chiapas. México. Rev. Pal. Mex. 63 (2): 32-39
- Herendeen P. S., W. I. Crepet y D. I. Dilcher. 1992. The fossil history of the Leguminosae: Phylogenetic and biogeographic implications. In: Herendeen P. S. y D. L. Dilcher (Eds.), *Advances in Legume Systematics 4: The fossil record*. The Royal Botanic Gardens, Kew pp. 303-316
- Hernández-Damian A. L. Diversidad foliar en el Mioceno de San Esteban Tizatlán, Tlaxcala. Tesis de Licenciatura (Biología). Facultad de Ciencias, UNAM, México D.F. pp. 69
- Hernández-Damian A. L., L. Calvillo-Canadell y S. R. S. Cevallos-Ferriz. *Bernardia* flower (Euphorbiaceae) preserved in amber from the Miocene of Simojovel de Allende, Chiapas, Mexico. 2012. Botany 2012: The next generation. 7-11 Jul 2012. Columbus, Ohio, USA
- Hernández-Villalva D. V. 2012. Inferencia del paleoclima de la formación miocénica en Ixtapa, Chiapas, utilizando la fisonomía foliar de los fósiles. Tesis de Licenciatura (Biología). Facultad de Ciencias, UNAM, México D.F. pp. 84
- Hidalgo-Morales Y. 2007. Una muestra con base en hojas de la paleoflora de "Los Ahuehuetes", Tepexi de Rodríguez, Puebla, México. Tesis de Licenciatura (Biología). Facultad de Ciencias, UNAM, México D. F. pp. 66
- Huerta-Vergara A. R., L. Calvillo-Canadell y S. R. S. Cevallos-Ferriz. 2013. Pinaceae en el Cretácico del norte y sur de México: complemento a su escaso registro fósil. Rev. Pal. Mex. 63 (2): 66-78
- IAWA Committee. 1989. IAWA list of microscopic features for hardwood identification. IAWA Bulletin 10: 219-332
- Jing W., J. Ohtani, y K. Fukazawa. 1988. SEM observations on vestured pits in some Yunnan hardwoods. Res. Bull. Coll. exp. For. Hokkaido Univ. 45: 789-809
- Kirkbride J. H. y J. H. Wiersema. 1997. *Bobgunnia*, a new African genus of the tribe Swartzieae (Fabaceae, Faboideae). Brittonia 49: 1-23

- Kribs D. A. 1935. Salient lines of structural specialization in the wood rays of dicotyledons. *Bot. Gaz.* 96: 547-557
- Langenheim J. H., B. L. Hackner y A. Bartlett. 1967. Mangrove pollen at the depositional site of Oligo-Miocene amber from Chiapas, Mexico. *Botanical Museum Leaflets Harvard University* 21: 289-324
- Lavin M., R. T. Pennington, B. B. Klitgaard, J. I. Sprent, H. Cavalcante de Lima y P. Gasson. 2001. The dalbergioid legumes (Fabaceae): Delimitation of a pantropical monophyletic clade. *Am. J. Bot.* 88 (3): 503-533
- Lee Y. T. 1976. The genus *Gymnocladus* and its tropical affinity. *Journal of Arnold Arboretum* 57: 91-112
- Legume Web. 2006. ILDIS (International Database and Information Service). <http://ildis.org/>
- López Argulo O. 2007. Manifestación de impacto ambiental: Modalidad particular para el Proyecto "Banco de Materiales Pétreos Río Humaya," en el Poblado Tecolotes, Municipio de Culiacán, Sinaloa. Sindicatura Tapuche, Municipio de Culicán, Sinaloa. Preesforzados, Concretos y Agregados de Sinaloa PRECASIN
- López-Toledo L. y M. Martínez-Ramos. 2011, The soil seed bank in abandoned tropical pastures: source of regeneration or invasion?. *Rev. Mex. Biodiv.* 82 (2): 663-678
- LPWG. 2013. Towards a new classification system for legumes: Progress report from the 6th International Legume Conference, *South African Journal of Botany* (2013), <http://dx.doi.org/10.1016/j.sajb.2013.07.022>
- Lutz, A. I. 1987. Estudio anatómico de maderas terciarias del valle de Santa Marta (Catamarca-Tucumán), Argentina. *Facena, Corrientes Argentina* 7: 126-143
- Magallón-Puebla S. y S. R. S. Cevallos-Ferriz. 1994. Fossil legume pods from Tertiary strata of Tepexi de Rodríguez, Puebla, Mexico. *Can. J. Bot.* 72: 1027-1038
- Magaña P. y J. L. Villaseñor. 2002. La flora de México. *Ciencias* 66: 24-26

- Martínez-Cabrera I. 2002. Maderas de la Formación El Cien (Oligoceno-Mioceno), Baja California Sur, México. Determinación taxonómica (Anacardiaceae y Moraceae) y biogeografía histórica de Moraceae. Tesis de Licenciatura (Biología). Facultad de Ciencias, UNAM, México D. F. pp. 87
- \_\_\_\_\_2004. Caracteres anatómicos de la madera como indicadores paleoambientales: el caso de la flora de la Formación El Cien (Oligoceno-Mioceno), Baja California Sur. Tesis M en C. Biol. (Sistemática). Instituto de Geología. UNAM, México D. F. pp. 91
- Martínez-Cabrera H. I. y S. R. S. Cevallos-Ferriz. 2006. Maclura (Moraceae) wood from the Miocene of the Baja California Peninsula, Mexico: Fossil and biogeographic history of its closer allies. *Rev. Palaeobot. Palynol.* 140: 113-122
- \_\_\_\_\_2008. Palaeoecology of the Miocene El Cien Formation (Mexico) as determined from wood anatomical characters. *Rev. Palaeobot. Palynol.* 150: 154-167
- Martínez-Cabrera H. I., S. R. S. Cevallos-Ferriz e I. Poole. 2006. Fossil woods from Early Miocene sediments of the El Cien Formation, Baja California Sur, Mexico. *Rev. Palaeobot. Palynol.* 138: 141-163
- Martínez-Hernández E. y E. Ramírez-Arriaga. 1996. Paleocorología de angiospermas de la flora mexicana durante el Mesozoico y Terciario: Algunas evidencias palinológicas. *Bol. Soc. Mex. Bot.* 58: 87-97
- Martínez L. C. A. y R. Rodríguez Brizuela. 2011. *Gleditsioxylon riojana* nov. sp. en el Neógeno de Argentina. Sus relaciones paleoambientales y biogeográficas. *Geobios* 44: 461-472
- McElrone, A. J., J. A. Grant, y D. A. Kluepfel. 2010 The role of tyloses in crown hydraulic failure of mature walnut trees afflicted by apoplexy disorder, *Tree Physiol.*, 30: 761-772
- Meyer R. E. y S. M. Meola. 1978. Morphological characteristics of leaves and stems of selected Texas woody plants (No. 1564). U.S. Dept. Agr. Tech. Bull. pp. 201

- Miranda F. 1963. Two plants from the amber of Simojovel, Chiapas, Mexico, area. *J. Paleontol.* 37: 611-614
- Miranda F. y E. Hernández Xolocotzi. 1963. *Los tipos de vegetación de México y su clasificación.* Bol. Soc. Bot. Mex. 28: 29-179
- Mülller-Stoll W. R. y E. Mädler. 1967. Die fossilen Leguminosen-Hölzer: Eine revision der mit Leguminosen verglichenen fossilen Hölzer und Beschreibungen älterer und neuer Arten. *Palaeontographica* 119B: 95-174
- Myers L. 1924. Tyloses in *Menispermum*. *Bot. Gaz.* 78 (4): 453-457
- Ohtani J. y S. Ishida. 1976. Study on the pit of wood cells using scanning electron microscopy. 5. Vestured pits in Japanese dicotyledonous woods. *Res. Bull. Coll. Exp. Forests Hokkaido Univ.* 33 (2): 407-435
- Olson, M. E. and J. A. Rosell. 2013. Vessel diameter–stem diameter scaling across woody angiosperms and the ecological causes of xylem vessel diameter variation. *New Phytologist* 197: 1204–1213
- Olson, M. E., J. A. Rosell, C. León, S. Zamora, A. Weeks, L. O. Alvarado-Cárdenas, N. I. Cacho, and J. Grant. 2013. Convergent vessel diameter–stem diameter scaling across five clades of New- and Old- World eudicots from desert to rain forest. *International Journal of Plant Sciences* 174(7):1062–1078
- Page V. M. 1993. Anatomical variation in the wood of *Robinia pseudoacacia* L., and the identity of Miocene fossil woods from Southwestern United States. *IA WA Journal* 14 (3): 299-314
- Palacios-Chávez R. y J. Rzedowski. 1993. Estudio palinológico de las floras fósiles del Mioceno inferior y principios del Mioceno medio de la región de Pichucalco, Chiapas, México. *Act. Bot. Mex.* 24: 1-96
- Pennington R. T. 1995, Cladistic analysis of chloroplast DNA restriction site characters in *Andira* (Leguminosae: Dalbergieae). *Am. J. Bot.* 82: 526-534.
- \_\_\_\_\_. 1996. Molecular and morphological data provide phylogenetic resolution at different ierarchical levels in *Andira*. *Syst. Biol.* 45 (4): 496-515



- \_\_\_\_\_. 2003. A monograph of *Andira*. *Systematic Botany Monographs* 64: 1-143
- Peralta-Medina E. 2009. Arquitectura foliar de hojas fósiles de Ixtapa, Chiapas, México. Tesis de Licenciatura (Biología). Facultad de Ciencias, UNAM, México D. F. pp. 77
- Pérez-Maussán A. I. 2013. Descripción de improntas foliares eocénicas de la Formación La Carroza, "La Popa", Nuevo León, México, y su comparación con taxa actuales. Tesis de Licenciatura (Biología). Facultad de Ciencias, UNAM, México D. F. pp. 114
- Poinar Jr. G. 2002. Fossil palm flowers in Dominican and Mexican amber. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 138: 57-61
- Poinar Jr. G. y A. Brown. 2002. *Hymenaea mexicana* sp. nov. (Leguminosae: Caesalpinioideae) from Mexican amber indicates Old World connections. *Bot. J. Linn. Soc.* 139 (2): 125-132
- Polhill R. M. y J. E. Vidal. 1981. Caesalpinieae. In R. M. Polhill y P. H. Raven [eds.], *Advances in Legume Systematics*, part 1. Royal Botanic Gardens, Kew, UK pp. 81-96
- Pons D. 1983. Contribution à l'étude paléobotanique du Mésozoïque et du Cénozoïque de Colombie. Tesis doctoral. Univ. Pierre et Marie Curie. Paris. pp 655
- Pons D. y D. de Franceschi. 2007. Neogene woods from western Peruvian Amazon and palaeoenvironmental interpretation. *Bulletin of Geosciences* 82 (4): 343-354
- Porrás-Carrasco A. 2012. Implementación y modificación de diversas técnicas aplicadas a la extracción de cutículas fósiles. Tesis de Licenciatura (Biología). Facultad de Ciencias, UNAM, México D.F. pp 60
- Prakash U. y E. S. Barghoorn. 1961. Miocene fossil woods from the Columbia basalts of Central Washington. *J. Arnold Arb.* 42: 165-203
- Quirk J. T. y R. B. Miller. 1985. Vestured pits in the tribe Cassieae Bronn (Leguminosae). *IAWA Bulletin n.s* 6 (3): 200-212

- Ramanujam, C.G.K. 1960. Silicified woods from the Tertiary rocks of South India. *Palaeontographica* 106B: 99--140
- Ramírez J. L. y S. R. S. Cevallos-Ferriz. 2000a. Leaves of Salicaceae (*Salix* and *Populus*) from Oligocene sediments, near Tepexi de Rodríguez, Puebla. *Int. J. Plant Sci.* 161: 521-534
- \_\_\_\_\_ 2000b. Leaves of Berberidaceae (*Berberis* and *Mahonia*) from Oligocene sediments, near Tepexi de Rodríguez, Puebla. *Rev. Paleobot. Palynol.* 110: 247-257
- Richter H. G. y M. J. Dallwitz. 2000 onwards. Commercial timbers: descriptions, illustrations, identification, and information retrieval. In English, French, German, Portuguese, and Spanish. Version: 25th June 2009. <http://delta-intkey.com>
- Robertson K. R. y Y. T. Lee. 1976. The genera of Caesalpinioideae (Leguminosae) in the southeastern United States. *Journal of Arnold Arboretum* 57: 91-112
- Rodríguez de la Rosa R. A. y S. R. S. Cevallos-Ferriz. 1994. Upper Cretaceous zingiberalean fruits with in situ seeds from southeast Coahuila, Mexico. *Int. J. Plant. Sci.* 155: 786-805
- Rodríguez-Reyes O. J. 2009. Material foliar del eoceno de la formación carroza en La Popa, Nuevo León, México. Tesis M en C. Biol. (Sistemática). Instituto de Geología. UNAM. pp. 79
- Rosell J. A. 2002. Analisis de la tendencia evolutiva al aumento de talla en plantas del devonico. Evaluacion del uso de ecuaciones alometricas para la estimacion de la altura en plantas fosiles. Tesis de Licenciatura (Biología). Facultad de Ciencias, UNAM, México D.F. pp 107
- Rosell J. A., M. E. Olson, R. Aguirre-Hernández y S. Carlquist. 2007. Logistic regression in comparative wood anatomy: tracheid types, wood anatomical terminology, and new inferences from the Carlquist and Hoekman southern Californian data set. *Bot. J. Lynn. Soc.* 154: 331-351
- Rzedowski J. 1978. Vegetación de México. Limusa. México. 504 pp

- \_\_\_\_\_ 1992. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. *Ciencias Especial* 6: 47-56
- Sainz-Reséndiz B. A. 2011. Descripción e identificación de maderas del Paleógeno de San Juan Atzingo, Puebla, México. Tesis de Licenciatura (Biología). Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM, México D. F. pp. 58
- Sousa S. M. 2009. *Standleyi* una nueva sección del género *Lonchocarpus* (Leguminosae, Papilionoideae, Millettieae), nuevas especies y subespecies para Mesoamérica y Sudamérica. *Act. Bot. Mex.* 86: 39-69
- Sousa S. M. y V. E. Rudd. 1993. Revisión del género *Styphnolobium* (Leguminosae: Papilionoideae: Sophoreae). *Annals of the Missouri Botanical Garden* 80 (1): 270-283
- Smith T. 1999. What's in a name? *Nature* 402: 347-348
- Schmitt U. y W. Liese. 1994. Wound tyloses in *Robinia pseudoacacia* L. *IAWA J.* 15 (2): 157-160
- Suzuki M. y S. Watari. 1994. Fossil Wood Flora of the Early Miocene Nawamata Formation of Monzen, Noto Peninsula, Central Japan. *J. Pl. Res.* 107: 63-76
- Tiwari R. P., R. C. Mehrotra, G. Srivastava y A. Shukla. 2012. The vegetation and climate of a Neogene petrified wood forest of Mizoram, India. *Journal of Asian Earth Sciences* 61: 143–165
- Tropicos.org. Missouri Botanical Garden. 8 Jan 2014 <http://www.tropicos.org>.
- The Plant List* (2013). Version 1.1. Published on the Internet; <http://www.theplantlist.org/> (accessed 1st January).
- Valdecasas A. G., M. L. Peláez y Q. D. Wheeler. 2013. What's in a (biological) name? The wrath of Lord Rutherford. *Cladistics* doi: 10.1111/cla.12035
- Vázquez-Rueda M. A., L. Calvillo-Canadell, C. Y. Núñez-Mariel y S. R. S. Cevallos-Ferriz. 2011. Fruto del Cretácico Superior de la Formación Cerro del Pueblo, Coahuila. XII Congreso Nacional de Paleontología. Puebla, México

- Vega-Aviña R., H. Aguiar-Hernández, J. A. Gutiérrez-García y J. A. Hernández-Vizcarra. 2000. Endemismo regional presente en la flora del municipio de Culiacán, Sinaloa, México. *Act. Bot. Mex.* 53: 1-15
- Wadari S. 1952. Dicotyledonous woods from the Miocene along the Japan-Sea of Honsyu. *J. Fac. Sci. Univ. Tokyo, Sect. III (Botany)* 6: 97-134
- Wheeler E. A. y P. Baas. 1993. The potentials and limitations of dicotyledonous wood anatomy for climatic reconstructions. *Paleobiology* 19 (4): 487-498
- \_\_\_\_\_ 1998. Wood identification- A review. *IAWA J.* 19 (3): 241-264
- Woodcock W. D., G. Dos Santos y C. Reynel. 2000. Wood Characteristics of Amazon forest types. *IAWA J.* 21: 277-292

## X. APÉNDICE

Lista de especies actuales comparadas con el material fósil.

*Andira anthelmia*, *A. carvalhoi*, *A. cordata*, *A. coriacea*, *A. fraxinolia*, *A. humilis*, *A. inermis*, *A. legalis*, *A. nitida*, *A. surinamensis*, *A. surinamensis*, *A. vermifuga* – *Bobgunnia fistuloides*, *B. madagascariensis* – *Callerya atropurpurea* – *Catalpa bignonioides*, *C. speciosa* – *Carya illinoiensis* – *Cercis siliquastrum* – *Copaifera langsdorffii* – *Cordyla africana* – *Cladrastis kentukea* (Dums.Cours.) Rudd – *Dalbergia madagacariensis*, *D. maritima*, *D. melanoxylon*, *D. monticola*, *D. nigra*, *D. retusa*, *D. trichocarpa* – *Dermatophyllum arizonicum*, *D. secundiflorum* – *Fraxinus excelsior* – *Gleditsia amorphoides*, *G. sinensis* – *Gymnocladus dioica*, *G. chinensis* – *Holocalyx balansae* – *Hymenolobium excelsum* – *Laburnum anagyroides* – *Lecointea amazonica* – *Libidibia coriaria*, *L. granadillo*, *L. paraguariensis*, *L. sclerocarpa* – *Lonchocarpus castilloi*, *L. oaxacensis*, *L. sericeus* – *Mimosa acanthaloba*, *M. bahamensis*, *M. benthamii*, *M. hexandra*, *M. leucaenoides*, *M. menabeensis*, *M. tejupilcana*, *M. tenuiflora*, *M. texana*, *M. waterloti* – *Pericopsis elata* – *Pterocarpus dalbergioides*, *P. santallinus* – *Robinia neomexicana*, *R. pseudoacacia* – *Schefflerodendron adenopetalum*, *S. usambarensis* – *Styphnolobium affine*, *S. japonicum* – *Swartzia arborescens*, *S. benthamiana*, *S. laevicarpa*, *S. recurva* – *Tectona grandis* – *Zanthoxylum schinifolium* – *Zollernia paraensis*.