

DIVERSIDAD XILOLÓGICA DEL MIOCENO DE LA LOCALIDAD “ARROYO MADERAS”, MARQUÉS DE COMILLAS, CHIAPAS

Luis Alberto Flores-Rocha¹, Sergio R.S. Cevallos-Ferriz², Laura Calvillo-Canadell³
y Manuel Javier Avendaño-Gil⁴

RESUMEN

Se describen dos maderas colectadas en la localidad miocénica “Arroyo Maderas”, en el municipio Marqués de Comillas, Chiapas, recolectadas por integrantes del Laboratorio de Paleobotánica del Instituto de Geología, UNAM y del Museo de Paleontología Eliseo Palacios de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Las muestras xilológicas presentan características anatómicas que las hacen distintas unas de otras; no obstante, muestran afinidad a las familias Lauraceae y Humiriaceae. La primera de ellas se caracteriza por, la presencia de placa de perforación simple, engrosamientos helicoidales de la paredes de los elementos del vaso, presencia o ausencia de fibras septadas, células oleíferas entre las fibras, punteaduras de campo de cruzamiento vaso-radio de distintos tamaños, radios con un cuerpo de células procumbentes y extremos con células cuadradas o erectas e idioblastos con cristales cúbicos y romboidales, y parénquima axial escaso y difuso, lo que la relaciona con Lauraceae. En contraste, la presencia de placa de perforación escalariforme, traqueidas vasicéntricas e intervascuales, punteaduras vaso-radio semejantes en forma y tamaño a las punteaduras intervascuales, parénquima axial escaso y vasicéntrico, radios conformados por células procumbentes, erectas y cuadradas mezcladas a lo largo del mismo, sugieren la presencia de Humiriaceae. Si estos dos nuevos registros se unen con las Leguminosae descritas de la misma localidad, la asociación de plantas que se está documentando a través de sus maderas refleja parte una paleoflora diversa, cuyos representantes actuales más cercanos, son comunes actualmente en el trópico húmedo.

Palabras clave: Anatomía de madera, Chiapas, Humiriaceae, Lauraceae.

ABSTRACT

Two Miocene woods collected in “Arroyo Maderas” locality, Marques de Comillas municipality, Chiapas, collected by members of Paleobotany Laboratory of the Instituto de Geología, UNAM and the Eliseo Palacios Aguilera Paleontological Museum of Tuxtla Gutierrez, Chiapas, are described. Their wood structure have anatomical features that make them different from each other; however, they show affinity to the Humiriaceae and Lauraceae. In the first morphotype, the presence of simple perforated plate, spiral thickenings on vessel element walls element, presence or absence of chambered fibers, oil cells between in fibers, vessel-ray pitting of different sizes, body rays with procumbent cells in their body and upright or square cells in their tails, and idioblasts with cubic crystals, scanty and diffuse axial parenchyma strongly suggest in Lauraceae. In contrast, the presence of scalariform perforation plate, vasicentric tracheids, intervessel and vessel-ray pits similar in shape and size to intervessel pits, axial parenchyma scanty and vasicentric, rays composed of mixed procumbent, upright and square cells, support a close similarity with Humiriaceae. If these two new reports are added to the Leguminosae described earlier from this locality, the plant community that fossilized in Marques de Comillas, reveals a diverse paleoflora, whose closest leaving representatives are common in the humid tropic.

Key words: Chiapas, Humiriaceae, Lauraceae, Wood anatomy.

1. Facultad de Ciencias, UNAM, Circuito Interior, Ciudad Universitaria, Del. Coyoacán, 04510 México D. F.
Email: albertofrl@ciencias.unam.mx

2 y 3. Departamento de Paleontología, Instituto de Geología, UNAM, Circuito interior, Ciudad Universitaria, Del. Coyoacán, 04510 México D. F.

2. Email: scrscfjb@unam.mx

3. Email: lccanadell@mac.com

4. Coordinación Técnica de Investigación, Secretaría del Medio Ambiente e Historia Natural y Facultad de Biología y Escuela de Arqueología de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas.
Email: javierdchiapas@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

El trópico húmedo está ampliamente distribuido en la región sureste de México y se caracteriza por su alto índice de biodiversidad, la cual ha sido explicada a partir de factores como su posición geográfica entre las zonas Neártica y Neotropical, así como por su heterogeneidad ambiental (Rzedowski, 1978). El trópico húmedo en América incluye parte de México, parte de Centroamérica y se extiende ampliamente en América del Sur. Muy importante para entender la historia de su biodiversidad es el como se generaron y establecieron los distintos linajes

de angiospermas que caracterizan estas regiones, ya que en la actualidad el intercambio de especies vegetales entre el Norte, Centro y Sur de América es muy frecuente. Esto plantea varias interrogantes a resolver y es el registro fósil el que lo hará, ya que sin él, sólo es posible inferir que en el pasado sucedía lo mismo. La información paleobotánica de estas regiones refuerza o adecua hipótesis sobre el establecimiento de su vegetación, la extensión de los distintos ambientes y esclarece el intercambio de especies durante el Mioceno. La comparación entre los registros de las paleofloras neógenas con las floras actuales, es de gran ayuda para resolver interrogantes sobre el tema.

Durante el Cretácico, América del Norte y América del Sur eran dos continentes separados por aguas oceánicas, existiendo entre ambos algunas islas que facilitaron la ampliación de la distribución de algunos linajes (Cevallos-Ferriz et al., 2012). México y en especial Chiapas es clave para resolver parte de la historia de la diversificación de las angiospermas en el continente americano, pues representa la parte más septentrional de América del Norte y se une con Centroamérica. El estado actualmente cuentan con condiciones cálido-húmedas (observable en sus selvas y bosques mesófilos) y semisecas (en zona de cuenca), que han permitido el desarrollo de una diversidad muy grande, al punto que se considere como el segundo estado del país con mayor riqueza florística, aunque falte mucha diversidad

por documentar (Martínez-Meléndez *et al.*, 2008). Esta complejidad de ambientes y floras es aparentemente de reciente origen, pero ¿qué tan nueva es? Esto aún debe ser establecido y los fósiles son insustituibles para contestar esta pregunta.

El registro de macrofósiles de angiospermas en México está distribuido en varias localidades que abarcan desde el Cretácico hasta el Pleistoceno. Estos variados materiales permiten describir taxonómicamente plantas con base en órganos aislados, aunque ocasionalmente se pueden relacionar más órganos o sus partes a una planta. Además, estos materiales facilitan inferir paleoclimas y estos conocimientos en conjunto permiten reconstruir la historia de la flora, mostrando aspectos de la historia de la diversidad actual y del pasado, así como las condiciones ambientales en que crecieron estas plantas.

En Chiapas, los primeros trabajos paleobotánicos de angiospermas se basaron en polen. En lo que respecta a macrofósiles se inicia con un trabajo sobre el límite Oligoceno-Mioceno de Simojovel por Miranda (1963). Otros sobre plantas de estas edades le siguieron basados en material incluido en ámbar, maderas permineralizadas e impresiones carbonosas de hojas (Castañeda-Posadas y Cevallos-Ferriz, 2007; Calvillo-Canadell *et al.*, 2010; Cevallos-Ferriz y Calvillo-Canadell, 2010). Las

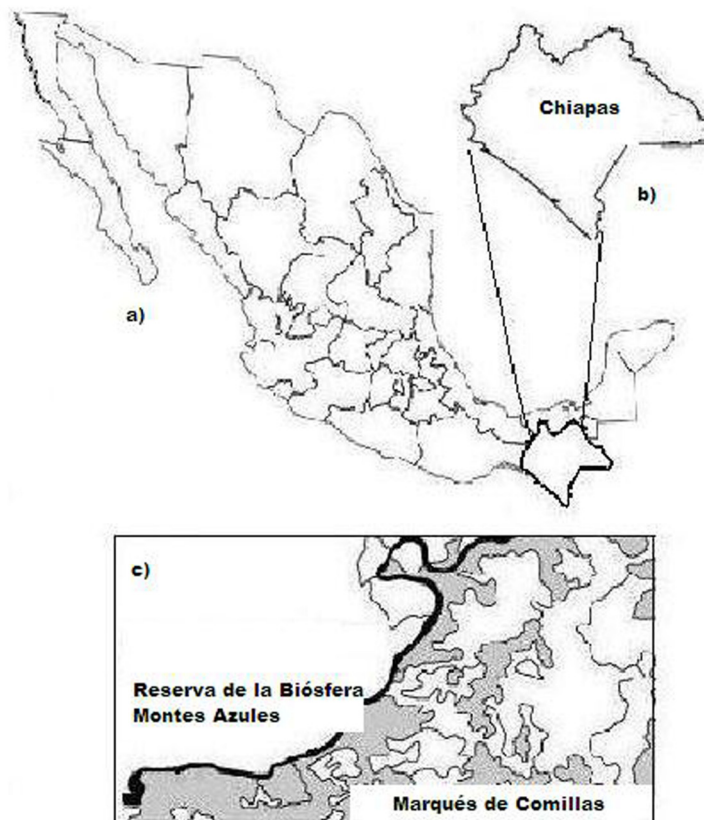


Fig. 1. Ubicación geográfica de Marqués de Comillas. a) República mexicana; b) Estado de Chiapas; c) Área en que se encuentra la localidad (modificado de (López-Toledo y Martínez-Ramos, 2011).

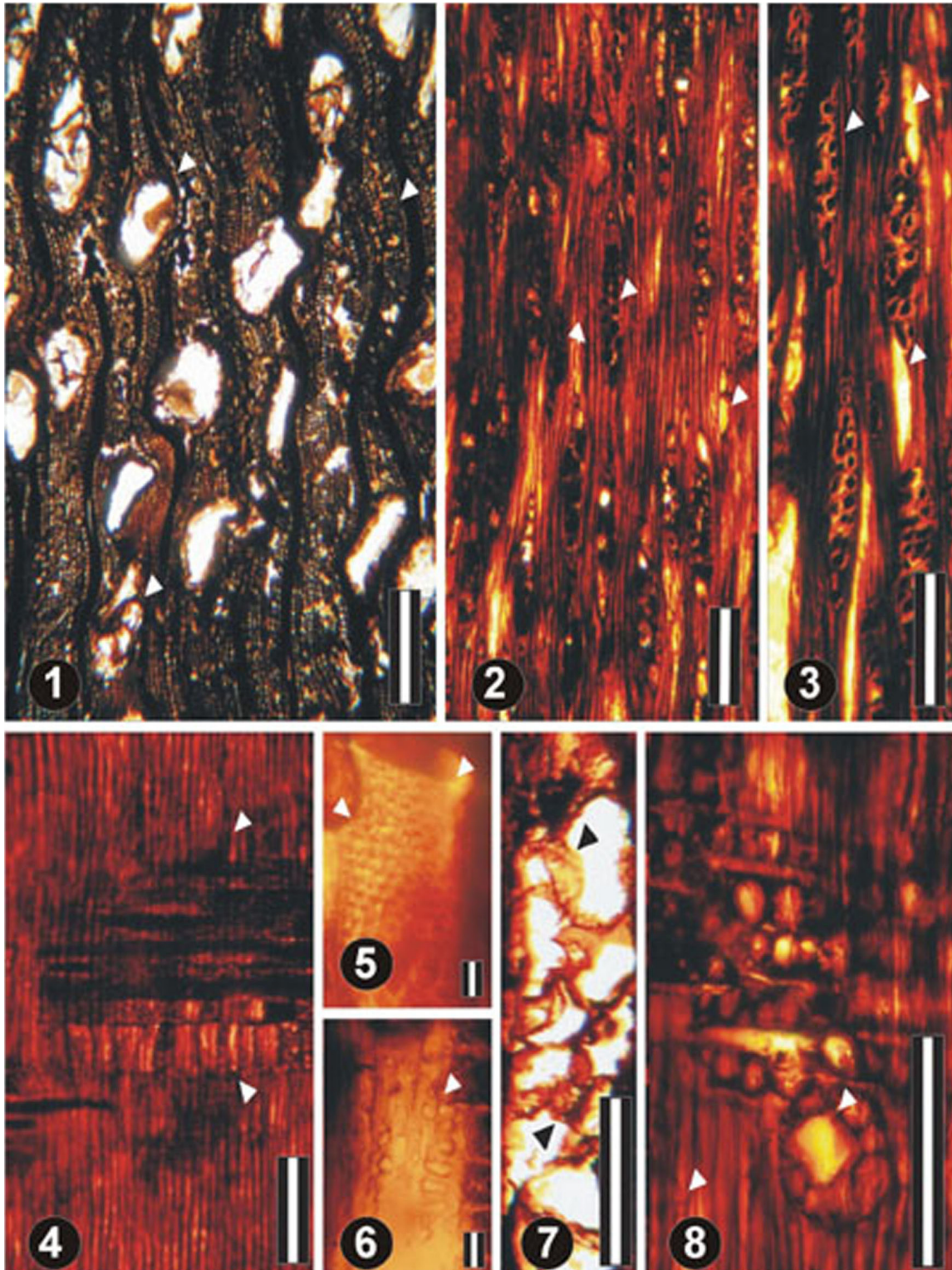


Fig. 2. 1-8 Gch 9 Lauraceae. Se muestran en: 1 Sección transversal, 2-3 Sección tangencial, 4-8 Sección radial); 1 Porosidad difusa, vasos solitarios (90%). IGM-LPB Escala = 150 μm . 2. Vista general de radios heterocelulares y células oleíferas en fibras y radios. IGM-LPB Escala = 150 μm . 3. Radios biseriados a triseriados, células oleíferas en ellos y fibras septadas. IGM-LPB Escala = 200 μm . 4. Cuerpo de radio compuesto por células procumbentes y células erectas. IGM-LPB Escala = 120 μm . 5. Elemento de vaso con placa de perforación simple y punteaduras intervasculares alternas. IGM-LPB Escala = 50 μm . 6. Punteaduras vaso-radio con variación de tamaño y con bordes reducidos. IGM-LPB Escala = 50 μm . 7. Tilosis. IGM-LPB Escala = 200 μm . 8. Cristales en células de radio y fibras con septos. IGM-LPB Escala = 100 μm .

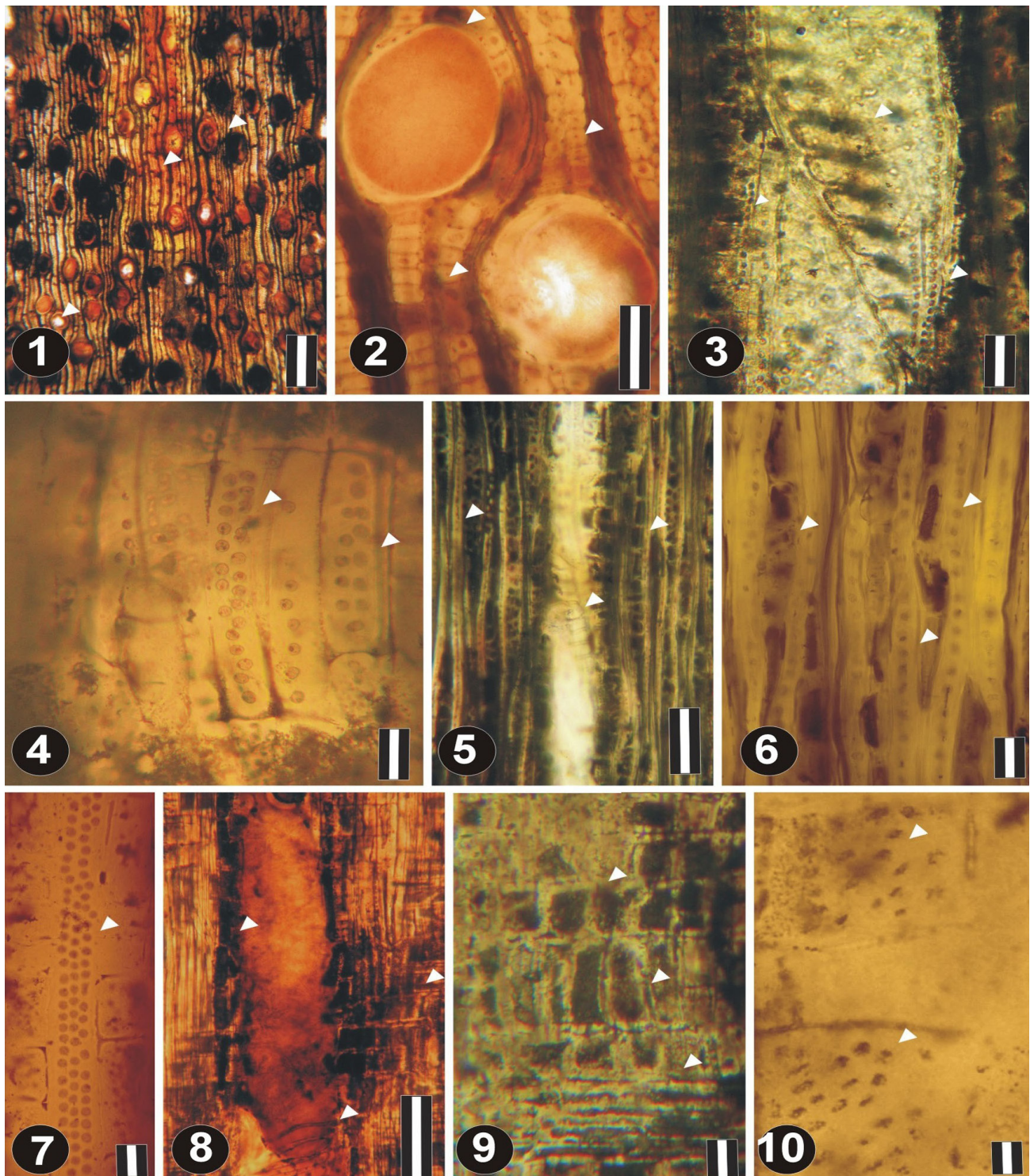


Fig. 3. 1-10 Gch 20 Humiriaceae. Se muestran de 1-2 Sección transversal (Tn), 3-6 Sección tangencial (Tg), 7-10 Sección radial (Rd); 1. Porosidad difusa, vasos solitarios y parénquima axial difuso, vasicéntrico. IGM-LPB Escala = 500 μm . 2. Vasos solitarios, parénquima vasicéntrico y fibras gruesas. IGM-LPB Escala = 200 μm . 3. Placa de perforación escalariforme y parénquima vasicéntrico. IGM-LPB Escala = 100 μm . 4. Traqueidas. IGM-LPB Escala = 20 μm . 5. Vista general de radios heterocelulares y placa de perforación escalariforme. IGM-LPB Escala = 120 μm . 6. Radios uniseriados y heterocelulares, fibras con punteaduras simples. IGM-LPB Escala = 100 μm . 7. Elemento de vaso con punteaduras intervasculares alternas. IGM-LPB. Escala = 50 μm . 8. Elemento de vaso con placa de perforación escalariformes, parénquima vasicéntrico y radios heterocelulares. IGM-LPB. Escala = 170 μm . 9. Radio heterocelular con cuerpo compuesto de células erectas, cuadradas y procumbentes. IGM-LPB Escala = 40 μm . 10. Punteaduras vaso-radio similares en formas pero de menor tamaño a las punteaduras intervasculares. IGM-LPB Escala = 15 μm

localidades del Mioceno han ampliado de manera considerable la información sobre la diversidad de fósiles conocidos (Flores-Rocha, *et al.*, 2012; Hernández-Damian *et al.*, 2012; Hernández-Villalva, *et al.*, 2011; 2012; Peralta-Medina, 2009;). Los órganos de las nuevas plantas incluyen flores, posibles frutos y semillas, hojas y maderas, que han conservado caracteres que son de gran ayuda taxonómica y ecológica. Hay que resaltar que en Chiapas los estudios paleobotánicos actualmente incluyen localidades del Cretácico, donde de forma preliminar se reportan las angiospermas más antiguas de recolectadas en México (Guerrero-Márquez, *et al.*, 2012).

Este trabajo presenta algunos avances preliminares hechos con tres muestras xilológicas de la localidad Arroyo Maderas del Municipio de Marqués de Comillas, Chiapas, de la cual como antecedentes, se ha realizado un trabajo paleoclimático (Castañeda-Posadas *et al.*, 2007) y un listado de maderas fósiles pertenecientes a la familia Leguminosae (Flores-Rocha, *et al.*, 2011; 2012). Las maderas que se presentan, proporcionan una visión más amplia de la diversidad vegetal de Chiapas en el Mioceno y que hoy día se puede encontrar en nuestro país o bien en América del Sur

MATERIAL Y MÉTODO

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 Montes Azules y estribaciones de la Sierra de los Cuchumatanes (Fig. 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).

Todas las muestras fueron colectadas por miembros del Laboratorio de Paleobotánica, UNAM, y del Museo de Paleontología Eliseo Palacios Aguilera, Chiapas, entre los años 2001-2004. Las muestras se cortaron con la ayuda de Enoch Ortiz Montejo que utilizó la técnica estándar de lámina delgada, realizando 15 laminillas de 30 μm de espesor, en planos transversal, tangencial y radial, por cada muestra. Se fijaron las laminillas en portaobjetos de vidrio y se procedió a cubrir y montar las muestras con Bálsamo de Canadá.

La terminología utilizada para las descripciones del material colectado se basó en la Lista de Caracteres propia para la identificación de maderas duras de la IAWA (IAWA Committee, 1989). Se utilizaron únicamente caracteres

cualitativos para este trabajo. Algunos caracteres presentes en las maderas, facilitaron la búsqueda y revisión de los mismos libros en "Comparative Wood Anatomy" (Carlquist, 1988; Richter, 2000), así como el sitio de la red InsideWood.

RESULTADOS

Municipio: Marqués de Comillas, Chiapas

Orden: Laurales

Familia: Lauraceae Juss.

Ejemplar: Gch 9 (Fig. 2)

Localidad: Arroyo Maderas

Descripción: Anillos de crecimiento indistinguibles. Madera con porosidad difusa (Fig. 2-1). Vasos en su mayoría solitarios (80%) y con múltiples radiales de 2 (Fig. 2-1), vasos circulares a ovales. Los elementos de vaso tienen placas de perforación simple (Fig. 2-5), punteaduras intervasculares alternas (Fig. 2-5) de tamaño mediano (7.5-10 μm) y punteaduras vaso-radio de varios tamaños con los bordes reducidos (Fig. 2-6). Tilosis presente (Fig. 2-7). Fibras septadas (Fig. 2-3,8), punteaduras no observables. Parénquima axial paratraqueal escaso, el apotraqueal es difuso y raro. Radios biseriados a triseriados (Fig. 2-2,3), heterocelulares compuestos de un cuerpo de células procumbentes y márgenes de una hilera de células cuadradas o erectas (Fig. 2-4). Cristales en células marginales de los radios (Fig. 2-8). Células oleíferas presentes (Fig. 2-3).

Afinidades: Siguiendo la base de datos de InsideWood, se sugieren afinidades a *Loxopterygium huasango* y *Thyrsodium spruceanum* (Anacardiaceae) y algunas especies de *Actinodaphne* spp. (*A. glabra*, *A. glomerata*, *A. procera*), además de *Alseodaphne semecarpifolia* y *Nectandra saligna* (Lauraceae). Sin embargo, la ausencia de canales radiales y la marcada presencia de células oleíferas descartan a la familia Anacardiaceae, por lo que se sugiere mayor afinidad con la familia Lauraceae.

Orden: Malpighiales

Familia: Humiriaceae Juss.

Ejemplar: Gch 20 (Fig. 3)

Localidad: Arroyo Maderas

Descripción: Anillos de crecimiento indistinguibles. Madera con porosidad difusa (Fig. 3-1). Vasos solitarios (arriba del 90%), vasos circulares a ovales (Fig. 3-1). Elementos de vaso con placa de perforación escalariformes (Fig. 3-3,5,8) con más de 10 barras, punteaduras intervasculares alternas (Fig. 3-7) de tamaño pequeño a mediano (6-8 μm), punteaduras vaso-radio similares en forma pero de menor tamaño a las punteaduras intervasculares (Fig. 3-10). Traqueidas presentes (Fig. 3-4)

y abundantes. Tilosis no presente. Fibras con pared gruesa (Fig. 3-2) y punteaduras simples (Fig. 3-6). Parénquima axial paratraqueal vasicéntrico (Fig. 3-1,2) y apotraqueal (Fig. 3-1) formando bandas de corta longitud muy espaciadas y delgadas de 1-2 células de grosor. Radios uniseriados a triseriados (Fig. 3-5,6), heterocelulares, compuestos por células procumbentes, cuadradas y erectas, mezcladas en el cuerpo (Fig. 3-8), otros con cuerpo de células procumbentes y en los márgenes 2-3 células erectas y cuadradas (Fig. 3-9).

Afinidades: Siguiendo la base de datos de InsideWood, la combinación de los caracteres como la placa de perforación escalariforme de los elementos de vaso, la abundancia de traqueidas, los radios heterocelulares y heterogéneos, las delgadas banda y su corta longitud, se sugiere afinidad a la familia neotropical Humiriaceae, particularmente al género *Sacoglottis* Mart.

DISCUSIÓN

Las dos maderas permineralizadas presentan caracteres anatómicos que coinciden con familias distribuidas actualmente en el trópico-húmedo, tales como la familia Lauraceae y Humiriaceae. Desafortunadamente en este momento no es posible asignar género y mucho menos especies, no obstante, si se pueden sugerir afinidades a géneros existentes en la actualidad.

El registro de maderas fósiles de Lauraceae en el mundo es muy amplio, no obstante, no lo es para México. La presencia de Lauraceae en el país se restringe a *Olmosoxylon upchurchii* en la Formación Olmos, Coahuila y *Argapaloxyton richterii* en el Mioceno de Tlaxcala. Este nuevo registro en Chiapas, sugiere como lo hacen los dos anteriores, que las condiciones climáticas en Chiapas eran adecuadas para que un miembro de la familia Lauraceae aumentara su área de distribución en el trópico-húmedo. La familia Lauraceae se distribuye en regiones tropicales y subtropicales de todo el mundo (Cronquist, 1981) y México no es precisamente un país con una gran diversidad de esta, sin embargo, si existen especies arbóreas importantes de la familia en las actuales comunidades vegetales (Lorea-Hernández, 2002). Cabe destacar que de los tres géneros de Lauraceae con mayor afinidad en la madera Gch9, sólo el género *Nectandra* Rol. Ex Rottb. se encuentra en México actualmente. Esta madera es muy similar a las demás Lauraceae con la porosidad difusa, vasos solitarios en un 90%, elementos de vaso con paca de perforación simples y especialmente la presencia de células oleíferas en el parénquima axial, fibras o en las células radiales, punteaduras vaso radio con variación en su tamaño.

Al comparar esta madera con los dos registros paleoxilológicos del país, es claro que no están relacionadas genéticamente. Con *Olmosoxylon upchurchii* existen diferencias cuantitativas, pues *O. upchurchii* tiene

únicamente células oleíferas en las células marginales de los radios, mientras que en el ejemplar de este trabajo, se presentan en las células marginales de los radios y entre las fibras. Al comparar el nuevo ejemplar con *Argapaloxyton richterii* existen diferencias cuantitativas y cualitativas, como la presencia de anillos de crecimiento, vaso en múltiples radiales de 2-4, y punteaduras vaso-radio opuestas, entre otras.

Es interesante que Gch20 tenga afinidad con Humiriaceae, una familia que de México, no se encuentra registrada en los listados botánicos de México. Se le atribuye una distribución sudamericana totalmente y sólo una especie africana (*Sacoglottis gabonensis*). En cuanto al registro paleoxilológico, Pons y De Franceschi (2002), describen una madera afin a Humiriaceae del Neógeno de Perú. Esta madera junto con lo que se presenta en Chiapas, son los únicos registros existentes. En el trabajo de Pons y Franceschi se sugiere que su madera tiene afinidad con *Humirastrum* (Urb.) Cuatrec. Los caracteres que da a conocer son muy generales, de tal forma, que no se puede comparar su descripción con la madera Gch20. No obstante, los caracteres corresponden totalmente a la familia Humiriaceae. En contraste, el ejemplar aquí presentado posee afinidad con *Sacoglottis* Mart, cuya presencia en el registro fósil se restringe al Mioceno de Panamá y Plioceno de Bolivia y Colombia. En todos los casos, la presencia se basa en frutos de *Sacoglottis tertiaria* (Berry, 1927). El tiempo y dirección de intercambio de especies de plantas entre las dos Américas es fuente de debate y la información que se adiciona al tema da sustento a algunas ideas, pero genera otras preguntas. Por ejemplo, en este trabajo se introduce una madera con afinidad al género *Sacoglottis* Mart., cuya distribución es difícil de explicar. En este caso, la presencia de esta planta plantea una interrogante biogeográfica, que debe añadirse a la lista de plantas con distribución en África, América del Sur y México como *Hymenaea* L. La importancia de los eventos geológicos son determinantes para la vida, pues son estos los que han modelado la fisiografía del planeta, como lo son las montañas, que poseen gradientes altitudinales, generando zonas de diferencias en humedad, temperatura, precipitación., a los que comunidades vegetales responden y a través de los cuales son seleccionados. Entender como se fue moldeando el relieve actual y como las plantas lo fueron ocupando, permitirá entenderle origen de los biomas actuales. No hay que olvidar que el presente es clave para resolver preguntas del pasado y viceversa, por lo que la discusión continúa de nuevos datos neo y paleobotánicos enriquecerán estas ideas biogeográficas

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el apoyo otorgado por los proyectos del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

(CONACyT), 104515 a LCC y 82433 a SRSCF y el PAPIIT-UNAM 219810 a SRSCF. Se agradece la colaboración de los compañeros del Museo de Paleontología Eliseo Palacios Aguilera que hallaron esta localidad y que han ayudado a obtener el material de ahí.

BIBLIOGRAFIA

- Berry E.W., 1922, Pliocene fossil plants from eastern Bolivia, Johns Hopkins University, Studies in Geology, 14:145-186.
- Calvillo-Canadell L. y S.R.S. Cevallos-Ferríz y L. Rico-Arce, 2010, Legume flowers preserved in amber from Simojovel de Allende Chiapas, Mexico, Review of Palaeobotany and Palynology, 160: 126-134.
- Castañeda-Posadas, C. y S.R.S. Cevallos-Ferríz, 2007, Swietenia (Meliaceae) flower included in Miocene amber from Simojovel de Allende, Chiapas, Mexico, American Journal of Botany, 94(11): 1821-1827.
- Castañeda-Posadas C., S.R.S. Cevallos-Ferríz, L. Calvillo-Canadell, 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 de Maestría, Posgrado en Ciencias Biológicas, Instituto de Geología, Universidad Autónoma de México, México, D, F, 160 pp.
- Cevallos-Ferríz S.R.S., E.A. González-Torres y L. Calvillo-Canadell, 2012, Perspectiva paleobotánica y geológica de la biodiversidad en México, Acta Botánica Mexicana 100: 317-350.
- Cronquist A., 1981, An integrated system of classification of flowering plants, Columbia University Press, Nueva York.
- Flores-Rocha L.A., S.R.S. Cevallos-Ferríz y L. Calvillo-Canadell, 2011, Maderas de Leguminosae en el Mioceno de Chiapas, Resúmenes del XII Congreso Nacional de Paleontología, 22-25 Febrero 2011, Puebla, México.
- Flores-Rocha L.A., S.R.S. Cevallos-Ferríz y L. Calvillo-Canadell, 2012, A diverse assemblage of Leguminosae woods from the Neogene of Mexico, Scientific program Botany 2012: The next generation, 7-11 Jul 2012, Columbus, Ohio, USA.
- Guerrero-Márquez G.L., Calvillo-Canadell y S.R.S. Cevallos-Ferríz, Angiospermas de la localidad El Chango, Aptiano-Cenomaniano, de Chiapas, Méx., Resúmenes del XII Congreso Nacional de Paleontología, 22-25 Febrero 2011, Puebla, Méx.
- Hernández-Damian A.L., L. Calvillo-Canadell y S.R.S. Cevallos-Ferríz, 2012, Bernardia flower (Euphorbiaceae) preserved in amber from the Miocene of Simojovel de Allende, Chiapas, Mexico, Scientific program Botany 2012: The next generation, 7-11 Jul 2012, Columbus, Ohio, USA.
- Hernández-Villalva D., L. Calvillo-Canadell y S.R.S. Cevallos-Ferríz, 2011, Determinación del clima durante el Mioceno en Ixtapa, Chiapas, con base en el estudio morfológico de hojas fósiles, Resúmenes del XII Congreso Nacional de Paleontología, 22-25 Febrero 2011, Puebla, México.
- Hernández-Villalva D., L. Calvillo-Canadell y S.R.S. Cevallos-Ferríz, 2012, Paleoclimatic inference of the Miocene Ixtapa Formation, Chiapas, through leaf physiognomy, Scientific program Botany 2012: The next generation, 7-11 Jul 2012, Columbus, Ohio, USA.
- IAWA Committee, 1989, IAWA list of microscopic features for hardwood identification, IAWA Bulletin 10: 219-332.
- InsideWood, 2004-onwards, Published on the Internet, <http://insidewood/lib.ncsu.edu/search>.
- López-Toledo L., & Martínez-Ramos M. 2011, The soil seed bank in abandoned tropical pastures: source of regeneration or invasion?, Revista Mexicana de Biodiversidad, 82(2): 663-678.
- Lorea-Hernandez F.G. 2002, La familia Lauraceae en el Sur de México: Diversidad, distribución y estado de conservación, Boletín de la Sociedad Botánica Mexicana, 71: 59-70.
- Martínez-Meléndez J., M.A. Pérez-Farrera y O. Farrera-Sarmiento, 2008, Inventario florístico del Cerro El Cebú y zonas adyacentes en la Reserva de la Biosfera El Triunfo (Polígono V), Chiapas, México, Boletoletín de la Sociedad, Botánica de México, 82 :21-40.
- Miranda F., 1963, Two plants from the amber of Simojovel, Chiapas, Mexico, area, Journal of Paleontology, 37: 611-614.
- 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, Acta Botánica Mexicana, 24: 1-96.
- Peralta-Medina E. 2009, Arquitectura foliar de hojas fósiles de Ixtapa, Chiapas, México, Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D,F,, México, 67 pp.
- Rzedowski J., 1978, *Vegetación de México*, Limusa, México, D, F, 432 pp.