



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

**"Anatomía de la madera de especies de
un Bosque Mesófilo de Montaña de La
Reserva Estatal Monte Alto, Estado de
México"**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

BIOLOGA

PRESENTA:

ARACELI SEGUNDO PINEDA

DIRECTORA: Dra. en C. SILVIA AGUILAR RODRÍGUEZ



Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla, Edo. de México, México, 2016



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

DEDICATORIA

A mis padres por su paciencia, su apoyo incondicional y su confianza; por no ponerme límites y brindarme la educación durante todos estos años.

A mis hermanos César, Oscar y Norma.

A mi familia, mis tíos y tías, por estar siempre con la familia brindando apoyo siempre que se necesita, aunque sea para estar en el chisme pero están.

A mi asesora Doctora Silvia Aguilar Rodríguez, por su paciencia, dedicación y apoyo.

A mi profesor, DT y asesor David V. R. que me dio la oportunidad de tener la mejor experiencia de mi vida, no solo por el futbol si no por ser un gran amigo, por sus consejos y regaños.

En especial a la Doctora Ana María García Bores por su confianza en depositada en mi desde el inicio de la carrera, por su amistad y su apoyo a mi formación académica.

Y a Sandra N.G.V. por tanto apoyo incondicional, siempre en las buenas y en las malas ¡Gracias! por tanto

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Doctora Silvia Aguilar Rodríguez por la dirección, y la oportunidad de realizar el presente trabajo en el laboratorio de botánica.

A la Doctora Teresa Terrazas por las asesorías, apoyo y consejos para la conclusión de este trabajo.

Al Doctor Daniel Tejero por los consejos, y su asesoría en la determinación de los ejemplares botánicos, por compartir el café en las mañanas a la llegada del laboratorio.

A la Maestra en ciencias Edith López por la ayuda que brindo para el material de herbario por su tiempo en la revisión del trabajo, por sus consejos y su sabiduría.

A la Maestra Leonor Abundiz por su asesoría y las clases que me dio durante el quinto semestre.

A la Biol. Dalia Grego Valencia por el apoyo en la parte de laboratorio, por sus consejos, y por compartir sus conocimientos, por llegar a poner orden en mi trabajo, no solo mil si no una infinidad de gracias por tu paciencia y confianza.

Al compañero Jonathan Montiel Jiménez por los dato que proporcionó sobre el área de estudio.

A mis compañeros del laboratorio Carmen, Lidia, Chantal, Sandra, Fati y Nacho por su paciencia y los convivios de cada mes y las alitas.

A amigos de la carrera: Lilia, Naye, Adaly, Gabriel, Esme, Paco, Paola, Karen, Lorena, Nancy, Sebastián, Marisol, Ari, otra Naye, a todos los de fútbol, básquet, voli; a Miguel A.V.R. y a Fer.E.C.G.

ÍNDICE

Resumen.....	2
Introducción.....	3
Antecedentes.....	5
Objetivos.....	6
Material y métodos.....	7
Resultados.....	12
Discusión.....	71
Conclusiones.....	78
Literatura citada.....	79
Tablas.....	87
Gráficas.....	95
Cuadro comparativo.....	99
Índice de las descripciones.....	101
Anexo.....	102

Resumen

En este trabajo se llevó a cabo la descripción anatómica de la madera de 18 especies leñosas: ocho árboles y 10 arbustos provenientes de un bosque mesófilo de montaña localizado en la Reserva estatal “Monte alto” Valle de bravo, Estado de México. La descripción de cada una está integrada por los siguientes datos: nombre científico, nombre (s) común (es), distribución, hábitat y las características microscópicas de la madera.

Los árboles y arbustos del bosque mesófilo de montaña de la región de Monte Alto presentaron características poco similares a las propias del bosque húmedo en comparación con otros bosques mesófilos de montaña en México; como principal diferencia se encontró que los anillos de crecimiento son evidentes en la mayoría de las especies. La porosidad difusa a difusa-semianular se presenta indistintamente para árboles y arbustos y los elementos de vaso/fibras no siempre se relacionan alométricamente. En 72% de todas las especies el parénquima axial es escaso, los radios fueron bajos y pocos, además de los radios paedomórficos que se presentan en cinco especies arbustivas. Estos resultados se comparan con los obtenidos en estudios realizados para otros bmm así como con una selva alta perennifolia y un matorral xerófilo.

Introducción

La madera es un tejido vegetal cuya composición celular le proporciona propiedades específicas. La constituyen células especializadas para el transporte, almacén y soporte mecánico; en conjunto dichas células forman un tejido heterogéneo con propiedades que caracterizan a los taxones. Por otro lado, dichas particularidades también pueden estar en función del ambiente, por lo que su estudio contribuye a entender posibles afinidades anatómico-climáticas, así como adaptaciones de supervivencia de las especies (Alves y Angyalossy, 2000; Aguilar-Rodríguez y Barajas-Morales, 2005). Con ello este conocimiento sienta las bases para un manejo integral del recurso forestal, sobre todo en áreas donde la diversidad de especies leñosas es significativa.

Los estudios anatómicos de la madera de especies que coexisten en un mismo ambiente, todavía son escasos en México, por lo que cobran prioridad si se toman en cuenta los altos niveles de deforestación a los que están expuestas diversas comunidades en nuestro país. Para el caso del bosque mesófilo de montaña (bmm), a nivel nacional se tiene el registro de aproximadamente 92 especies que representan un potencial de uso para la industria forestal Ortega y Castillo (1996). Sin embargo, esta comunidad vegetal se encuentra fuertemente afectada debido a presiones demográficas, de cultivo, ganaderas y de explotación maderera, entre otras. Estas alteraciones han eliminado, además de las especies de grandes fustes, a las especies acompañantes, que por su talla pequeña frecuentemente no son tomadas en cuenta.

En Valle de Bravo, del Estado de México, se registran diversos parches de bmm favorecidos por la presencia de una humedad elevada en cañadas protegidas del exceso de insolación. López-Pérez *et al.* (2011) hacen referencia de un grupo bien representado de especies de árboles y arbustos en Avándaro y en otras regiones aledañas, actualmente en estudio. La reserva estatal “Monte Alto” registra un número aproximado de 113

especies leñosas, de las cuales alrededor de 55 se encuentran en el bmm de dicha reserva (Montiel-Jiménez, datos no publicados). Tomando en cuenta que la diversidad de especies leñosas imprime la fisonomía de estos fragmentos de bmm en Valle de Bravo, la finalidad del presente trabajo es entender esta posible variación en función de la descripción de los caracteres anatómicos de la madera de sus especies. Lo anterior sentará las bases para entender cuáles de éstos tienen significancia ecológica y taxonómica, así como potencialidad de uso para especies de esta región.

Antecedentes

Para taxa provenientes del bmm, se registran los estudios sobre anatomía de maderas de Pérez-Olvera (1993), quien describe ocho especies del estado de Michoacán. Por su parte, Quintanar *et al.* (1996, 1998) describen cinco especies, tres de Veracruz y dos de Jalisco. López (1997) reporta las características macroscópicas y microscópicas de 39 especies de angiospermas de un bmm de Morelia. Recientemente, Aguilar-Rodríguez y colaboradores han continuado con estudios de este tipo en diferentes localidades donde prospera el bmm (Estado de México, Tamaulipas y Veracruz; Aguilar-Rodríguez *et al.*, 2000; Aguilar-Rodríguez y Castro-Plata, 2006; Aguilar *et al.*, 2014; Ramírez-Ferreiro 2015). Para otros tipos de comunidades Barajas-Morales *et al.* (1997) describen la anatomía de madera de 60 especies para una selva alta perennifolia en Veracruz, mientras que Abundiz-Bonilla *et al.* (2004) realizaron la descripción anatómica de la madera de 26 árboles y 17 arbustos de un matorral xerófilo en Puebla.

Para Valle de Bravo, Estado de México, no existen reportes de estudios sobre la anatomía de la madera de especies que habiten en algunos de los fragmentos de bmm que prosperan en esa región. Por lo que con el presente trabajo se contribuye a sentar las bases para abordar aspectos sobre utilidad real/potencial, taxonomía y ecología, entre otros, de las especies aquí estudiadas.

Objetivos

Establecer tendencias estructurales en el xilema secundario de árboles y arbustos de un bosque mesófilo de montaña del Estado de México y comparar estos resultados con los de otras comunidades vegetales y grupos taxonómicos.

- Realizar la descripción anatómica de la madera de 18 especies del bosque mesófilo de montaña de Valle de Bravo, Estado de México.
- Comparar los caracteres microscópicos, cuantitativos y cualitativos, de la madera entre las especies estudiadas y sus tendencias a nivel de comunidad con otras de bosque mesófilo de montaña.
- Contrastar diferencias entre el conjunto de caracteres anatómicos de la madera de las especies estudiadas con los de otros tipos de comunidades vegetales.
- Comparar las posibles diferencias anatómicas de la madera entre árboles y arbustos.

Material y Métodos

Área de estudio: El área natural protegida Parque Estatal “Monte Alto” se localiza en el municipio de Valle de Bravo, Estado de México (Fig. 1a). Limita al este con la localidad de Acatitlán, al oeste la zona urbana de la cabecera municipal, al sur con la localidad Loma de Chihuahua y al norte con la localidad de Rincón de Estradas.

En Monte Alto predomina el bosque templado de coníferas y encino; cerca de las cañadas y laderas norte el bosque mesófilo de montaña. Tres micro-cuencas forman parte de Monte alto, la Cañada Santa María al oeste, el río los Tizates al norte y al este y sur el río del Molino; Valle de Bravo utiliza el 75% de agua potable proveniente de esta reserva (Cárcamo *et al.* 2013).

Abarca una superficie de 476 hectáreas y se encuentra ubicada entre las coordenadas geográficas 19° 12' 12" a 19° 1 1' 47" de latitud norte y 100° 06' 29" a 100° 06' 36" de longitud oeste. Se encuentra entre los 1700 y 2200 msnm (Gaceta del Gobierno, 2013).

Trabajo de campo: Se recolectaron muestras de madera de 18 especies (Fig. 2.) de individuos de árboles (ocho) y arbustos (diez) del bmm en la localidad Monte Alto, en Valle de Bravo; de cada especie se tomaron datos como la altura y el diámetro a la altura del pecho (dap) del tronco principal se obtuvo un trozo de madera cerca de la corteza (Fig. 1 b). Los trozos de madera se preservaron en F.A.A (Formol comercial, ácido acético glacial y alcohol etílico 70%). Se colectaron ramas con hojas, flor y/o fruto correspondientes al mismo ejemplar.

Determinación de ejemplares y datos de las especies: El material herborizado sirvió para la determinación taxonómica de las especies. Éstas se determinaron mediante claves especializadas, el nombre para cada especie se corroboró mediante herbarios virtuales y

en el Herbario MEXU; de aquí también se obtuvieron datos sobre la distribución. De diferentes fuentes bibliográficas, se complementaron datos como nombre(s) común (es), distribución y hábitat, así como características morfológicas. Los nombres científicos se citaron de acuerdo con la base de datos del Missouri Botanical Garden (Tropicos, 2014; <http://www.tropicos.org/>). Los ejemplares de referencia se depositaron en el Herbario IZTA.

En el laboratorio: Los trozos de madera se conservaron en una solución ablandadora de G.A.A. (glicerina, alcohol y agua destilada en proporción 1:2:3); para cada especie se cortaron tres pequeños cubos de madera de 2 cm de lado. Se obtuvieron los cortes histológicos siguiendo la técnica de Johansen (1940). Los cubos se cortaron empleando un micrótopo de deslizamiento en secciones de 25-60 μm de grosor en los planos transversal, tangencial y radial. Las secciones se tiñeron con safranina y verde rápido y se montaron en resina sintética. El material disociado se obtuvo utilizando solución Jeffrey (Berlyn y Miksche. 1976), se enjuagaron con agua corriente y se montaron en un portaobjetos con gelatina-safranina, para medir principalmente la longitud de elementos de vaso y fibras. Se evaluaron las características cualitativas y cuantitativas empleando un microscopio óptico adaptado a un analizador de imágenes NIS-elements BR 2.33 (Nikon, Corporation, 1991-2006).

Descripciones anatómicas: Se basaron en la terminología sugerida por la Asociación Internacional de Anatomistas de la Madera (IAWA, 1989) y Chattaway (1932); para describir los radios se siguieron los criterios de Kribs (1935) y Carlquist (1962). Para cada muestra se tomaron 25 mediciones por carácter de los cuales se calculó la media, desviación estándar y valores mínimo y máximo.

Formato de las descripciones: Las especies están organizadas en orden alfabético por familias. Las descripciones de cada especie están integradas por los siguientes datos: nombre científico, nombre(s) común (es), distribución y hábitat, características morfológicas, características microscópicas de la madera (anexo) y usos reales o potenciales, cuando se encontró información disponible.

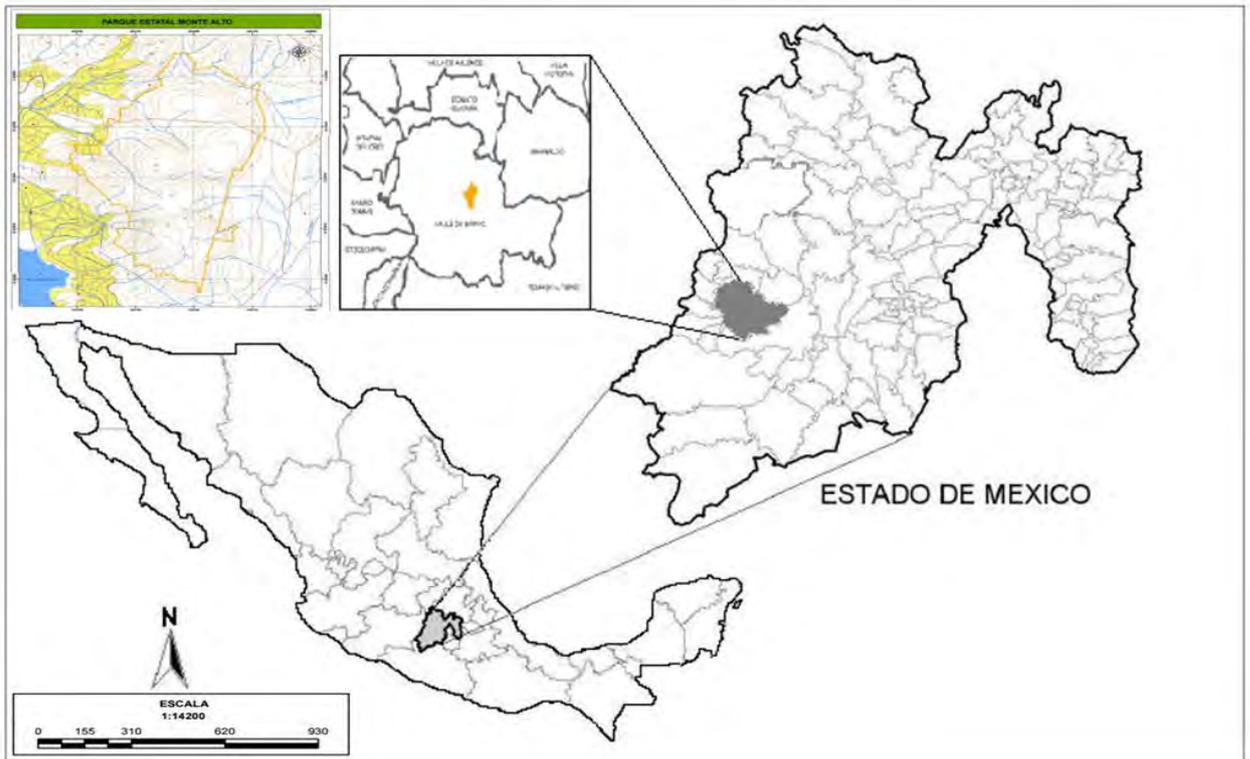


Fig. 1a. Ubicación del área de estudio del Parque estatal “Monte Alto”. Hidrografía, curvas de nivel y límites del parque. (CEPANAF. 2010).

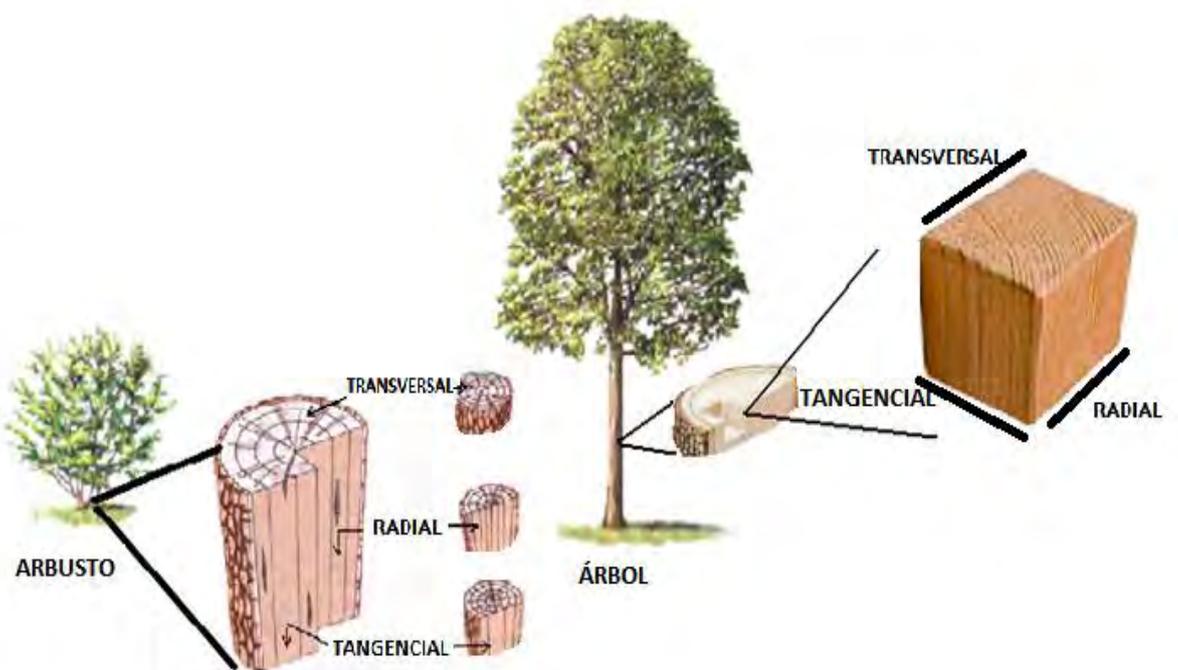


Fig. 1 b. Diagrama de la toma de muestras de la madera de árboles y arbustos.

Familia	Nombre científico	Forma de vida, altura (m)/diámetro (cm) *	No. Colecta
ADOXACEAE	<i>Viburnum loeseneri</i> Graebn	Arbusto, 3/3	520
ANNONACEAE	<i>Annona cherimola</i> Mill.	Árbol, 3/4	524
AQUIFOLIACEAE	<i>Ilex brandegeana</i> Loes	Árbol, (-)/8-10	561
ASTERACEAE	<i>Ageratina areolaris</i> (DC.) Gage ex. B.L. Turner.	Arbusto, 1.5-2/2	559
	<i>Verbesina klattii</i> B.L. Rob. & Greenm.	Arbusto, 1-1.5/1	566
CLETHRACEAE	<i>Clethra hartwegii</i> Britton.	Árbol, 6 /8-9	557
FABACEAE	<i>Acacia angustissima</i> (Mill.) Kuntze	Árbolito, 2.5/2	562
FAGACEAE	<i>Quercus castanea</i> Neé	Árbol, 6/10	555
GARRYACEAE	<i>Garrya laurifolia</i> Hartw. Ex Benth.	Arbusto, 3/8x5	523
LAMIACEAE	<i>Cunila pycnantha</i> B.L. Rob. & Greenm.	Arbusto, 2.5- 3/1.5	563
MALVACEAE	<i>Sida haenkeana</i> C. Presl	Arbusto, 1-1.5/1	553
	<i>Tilia americana</i> var. <i>mexicana</i> (Schltdl.) Hardin	Árbol, 15/(-)	564
ONAGRACEAE	<i>Lopezia miniata</i> Lag. ex DC.	Arbusto, 1/(-)	558
PENTAPHYLACACEAE	<i>Cleyera integrifolia</i> (Benth.) Choisy	Árbol, 8-10/(-)	560
POLYGALACEAE	<i>Monnina ciliolata</i> Sessé & Moc. ex DC.	Arbusto, 2/(-)	554
RHAMNACEAE	<i>Rhamnus hintonii</i> M.C. Johnst. & L.A. Johnst.	Arbusto, 3/(-)	525
SCHOEPFIACEAE	<i>Schoepfia schreberi</i> J.F.Gmel.	Arbusto, 4/(5)	522
SYMPLOCACEAE	<i>Symplocos citrea</i> Lex. ex La Llave & Lex.	Árbol, 6/(19)	551

Fig. 2 Lista de especies organizadas por familia, características de los individuos colectados del BMM de “Monte Alto”, Valle de Bravo, Estado de México, México. Los números de colecta corresponden a Aguilar-Rodríguez S. (*) Datos de los individuos recolectados.

Resultados

Las características microscópicas de las 18 especies estudiadas se resumen en las tablas 1-6 y en las figuras 3-20. En las figuras 21-28 se muestran las tendencias generales y se compara la presencia/ausencia de caracteres en árboles y arbustos.

En la tabla 8 se comparan algunos caracteres de la madera de 2 comunidades (selva alta perennifolia y matorral xerófilo) con los de las especies estudiadas en este trabajo *Anillos de crecimiento*. (Tabla, Fig.21) El 83% del total de las especies estudiadas mostró anillos de crecimiento conspicuos, delimitados principalmente por bandas angostas de fibras de paredes gruesas y radialmente aplanadas en la madera tardía; sólo *R. hintonii*, mostró bandas amplias, hasta de 10 hileras de fibras con vasos angostos hasta de 4 células. En cuatro especies la banda angosta de fibras se acompañó con un diámetro de vasos de menor tamaño. En *A. angustissima*, *A. cherimola* y *R. hintonii* las bandas de fibras tuvieron un cambio gradual en su grosor hacia la madera tardía; además, *A. angustissima* muestra parénquima marginal. En tres especies, un arbusto y dos árboles, los anillos se delimitaron por una banda apenas perceptible de fibras de paredes gruesas y radialmente aplanadas en la madera tardía, se categorizó de acuerdo a la IAWA (1989) como anillos intermedios (anillos de crecimiento entre conspicuos e inconspicuos).

Vasos. La porosidad fue principalmente difusa en 72% de las especies; mientras que en 28% osciló entre difusa a semianular (Fig. 22). El diámetro de los vasos fue pequeño en 16 especies, con el valor promedio más bajo en *L. miniata* (31 μm) y el mayor en *A. cherimola* (97 μm). Diámetros medianos (100- 200 μm) se presentaron sólo en *Q. castanea* (159 μm) y *A. angustissima* (113 μm); esta última especie mostró dimorfismo en el diámetro de los vasos, los más angostos midieron 52 μm . El 39 % de las especies presentó elementos de vaso cortos, en 28% fueron medianos y en 33%

largos (Fig. 23). Si se separa entre arbustos y árboles, los primeros presentaron elementos de vaso cortos en cinco especies, medianos en tres y largos en *G. laurifolia* (944 μm) y *V. loeseneri* (1171 μm). En el caso de los árboles cuatro especies tuvieron elementos de vaso largos, en dos fueron medianos, mientras que en *A. cherimola* y *A. angustissima* se presentaron cortos (Fig. 23). Las placas de perforación se presentaron simples y escalariformes (Fig. 24), con barras de 6-13 para *G. laurifolia* y de 35-67 en *C. integrifolia*. La placa de perforación simple fue la más frecuente y se presentó en cuatro árboles y en ocho arbustos; dos arbustos y cuatro árboles las mostraron escalariformes. Predominaron las punteaduras intervasculares alternas (72% de las especies; Fig. 25); en tres fueron escalariformes y sólo en *A. areolaris* y *C. hartwegii* opuestas. Solo *T. americana* var. *mexicana* mostró engrosamientos helicoidales en todo el vaso (tabla 2).

Fibras (tabla 3). El 56% de las especies presentó fibras con punteaduras areoladas (cinco especies arbustivas/cinco especies arbóreas), en el 44% restante fueron simples (cinco especies arbustivas/tres especies arbóreas; Fig. 27). En *A. areolaris* y *C. pycnantha* las areolas fueron muy pequeñas, apenas perceptibles; en *R. hintonii* y *C. pycnantha* las fibras se observaron septadas; en *L. minata* y *M. ciliolata* algunas fibras tuvieron paredes gelatinosas. Tres especies mostraron engrosamiento helicoidal en toda la fibra. El 39% (siete) de las especies presentaron fibras cortas, por lo que su longitud fue menor a 900 μm , el intervalo fluctuó entre 483 μm en *S. haenkeana* y 891 μm en *R. hintonii*; en el 44% fueron medianas (de 1070 μm -1542 μm) y sólo en tres se presentaron largas; el valor más grande fue para *I. brandegeana* con 2332 μm (Fig. 26). Con respecto al tipo de crecimiento de las especies estudiadas, seis especies de arbustos presentaron fibras cortas y en cuatro fueron medianas; en ninguno el promedio fue mayor a 1542 μm (valor reportado para el arbusto de 3 m de alto *V. loeseneri*). En el

caso de los árboles solo *A. angustissima* (arbolito de 2.5 m de alto) tuvo fibras cortas, con 663 μm de longitud promedio; cuatro especies las presentaron medianas y solo en tres especies las fibras fueron largas, con el valor más grande para *I. brandegeana*, con 2332 μm . Con respecto al grosor de pared, ocho de las 18 especies estudiadas (44%) mostraron paredes de las fibras delgadas (cinco especies: tres árboles y dos arbustos fue muy delgada con 0-25%; tres especies: dos árboles y un arbusto fue delgada con 25-50%; Fig. 28). En el 56% (10 especies) las paredes de las fibras se presentaron gruesas (seis especies: dos árboles y cuatro arbustos fue gruesa con 50-75%; cuatro especies: un árbol y tres arbustos fue muy gruesa con >75% de pared).

Parénquima (tablas 4 y 5). El parénquima axial se presentó escaso en el 77% (14) del total de las especies, en seis árboles y ocho arbustos. En el resto de las especies (4) se organizó como vasicéntrico (*Q. castanea* y *A. angustissima*), unilateral (*A. areolaris*) y aliforme (*S. schreberi*). En el caso de los radios, éstos fueron heterogéneos tipo I en 6 especies (tres árboles y tres arbustos), el 17% (tres especies) heterogéneos tipo IIB (dos árboles y un arbusto), homogéneos tipo I en tres especies (dos árboles y un arbusto), homogéneos tipo III solo para *A. angustissima*. Cinco especies de arbustos mostraron radios paedomórficos, dos especies con el tipo I y dos con el tipo II, solo *L. minata* con radios paedomórficos tipo III. En 13 de las especies la altura de los radios fue baja (tabla 5).

DESCRIPCIONES DE LAS ESPECIES.

ADOXACEAE

Viburnum loeseneri Graebn.

Nombres comunes: *Tsop, tsop té*

Distribución y hábitat: Endémica de México; se distribuye en el occidente y centro del país (con base en la revisión de ejemplares depositados en MEXU: Estado de México y Michoacán). Crece en laderas de cerros, cañadas y orilla de caminos, en bosques de pino-encino, pino-cedro y mesófilo de montaña, en elevaciones de 1500-3000 msnm. Florece de marzo a septiembre.

Características morfológicas: Árboles o arbustos de 3-8 m de alto; ramas con pubescencia estrellada. Hojas: opuestas, con pecíolo de 1 cm de longitud, con pelos estrellados; lámina simple, ovada de 5 a 11 cm de longitud por 2.5 a 7 cm de ancho, base redondeada, ápice agudo, margen entero a espaciadamente denticulado, envés con pubescencia estrellada, discolora. Inflorescencia una cima compuesta terminal. Flores pequeñas (< a 1 cm), actinomorfas, hermafroditas, pentámera, perianto diclíneo, cáliz y corola ambos simpétalos, campanulada; pistilo súpero. Fruto drupáceo, de 5-9 mm de largo, 4-6 mm de ancho, glabro, rosado o negro. (Villarreal y Estrada, 2014).

Características microscópicas: (Fig. 3 a-g)

Vasos. Porosidad difusa; vasos de contorno anguloso, principalmente solitarios y múltiples radiales de 2 (3) células, muy numerosos, $143/\text{mm}^2$, muy angostos con $36 \pm 3 \mu\text{m}$ (31-47 μm) de diámetro; elementos de vaso muy largos con $1171 \pm 271 \mu\text{m}$ (839-1691 μm) de longitud; placas de perforación escalariforme con 21 a 48 barras, con

inclinación de 71 a 89°; punteaduras intervasculares opuestas y escalariformes; punteaduras vaso-radio redondeadas con areolas reducidas a aparentemente simples.

Fibras. Fibrotraqueidas; medianas con $1542 \pm 220 \mu\text{m}$ (1165-2039 μm) de longitud, pared gruesa con 8 μm de espesor, diámetro de $31 \pm 4 \mu\text{m}$ (23-39 μm). Con crecimiento helicoidal.

Parénquima axial. Paratraqueal escaso y apotraqueal difuso.

Parénquima radial. Pocos radios, 4/mm; heterogéneos tipo I, multiseriados de 2 a 3 (4) células, el cuerpo formado por células procumbentes y márgenes uniseriados de 2 a 7 células erectas, bajos con $1688 \pm 235 \mu\text{m}$ (1271-2130 μm) de alto, algunos se unen en sus márgenes; los uniseriados formados por células erectas.

Otras características. Anillos de crecimiento conspicuo, se delimitan por una banda de 2 a 6 hileras de fibras de paredes gruesas y radialmente aplanadas en la madera tardía.

Observaciones y aportaciones: Se desconoce sus usos. La relación Runkel es de 1.4, por lo que sus fibras son de calidad regular para ser empleadas como pulpa para papel.

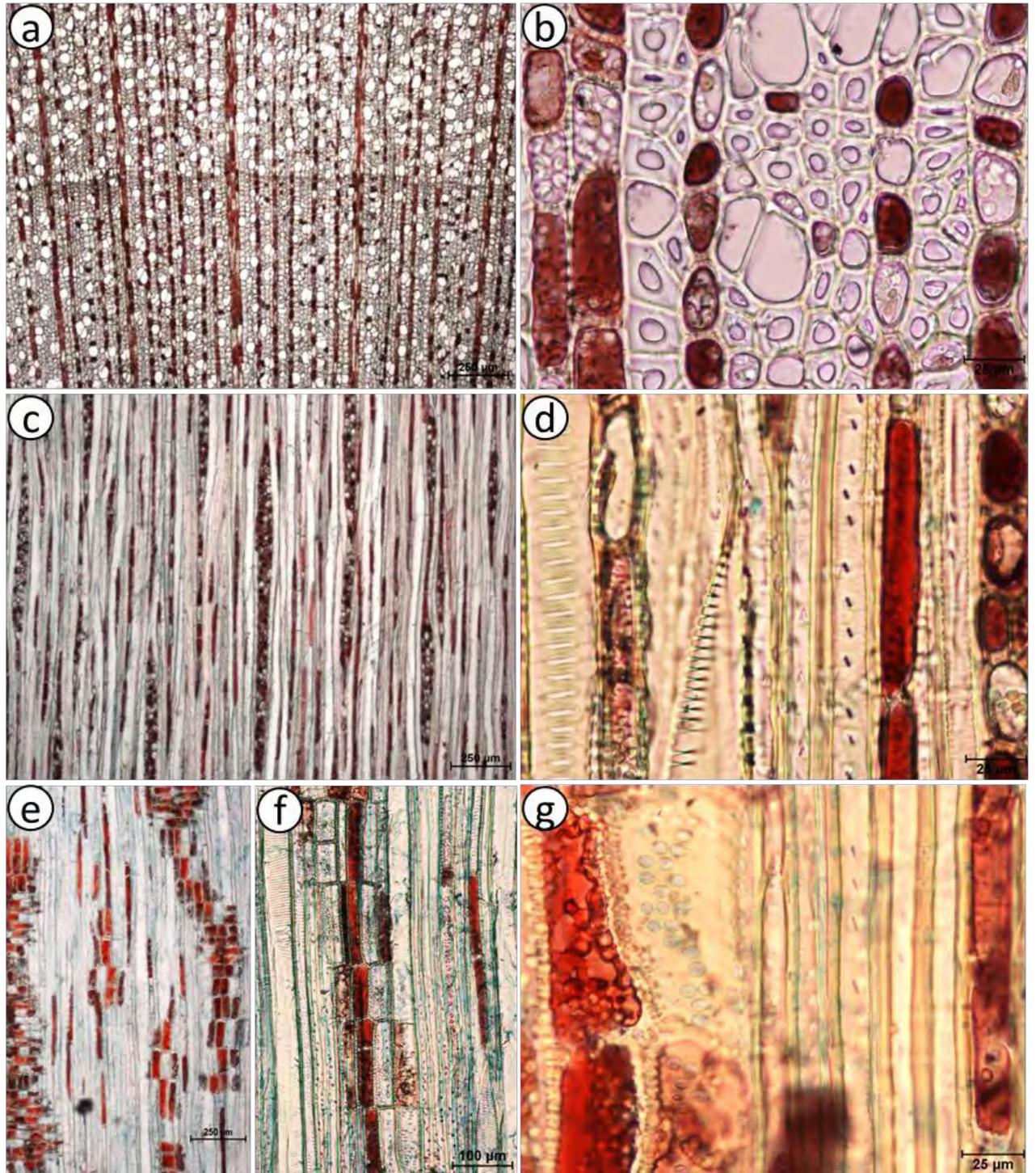


Fig. 3 *Viburnum loeseneri*. a y b vista transversal. c y d vista tangencial. e, f y g vista radial. Escalas a, c, e= 250 μm (4x); f= 100 μm (10x); b, d , g= 25 μm (40x).

ANNONACEAE

Annona cherimola Mill.

Nombres comunes: Chirimoya

Distribución y hábitat: Especie originaria de Perú y Ecuador, se distribuye en el occidente, centro la costa del golfo y sur de país (con base en la revisión de ejemplares depositados en MEXU: Distrito Federal, Estado de México, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Sinaloa, Veracruz y Zacatecas). Crece en zonas abiertas con vegetación secundaria en zonas tropicales y subtropicales con elevaciones de 500-2200 msnm. Florece de mayo a junio y fructifica a fin de año.

Características morfológicas: Árbol de 3 a 9 m de alto, caducifolio, ramas extendidas. Hojas: alternas con pecíolo de 6-12.5cm de longitud ligeramente pubescente; lámina simple, lanceolado-elípticas de 7.5 a 15 cm de longitud por 3.8 a 9 cm de ancho, base cuneada a redondeada, ápice agudo, margen entero, pubescente en el haz aterciopelado en el envés, discolora. Inflorescencia con 1-3 flores axilares. Flores hermafroditas, perianto compuesto por 3 sépalos triangulares de unos 5 mm de largo y dos series de pétalos, los estambres y carpelos están colocados en un receptáculo cónico pistilo súpero. Fruto agregado (polidrupa) subgloboso a ovoide de 3-6 (13) cm de largo, superficie con ligeras protuberancias redondeadas. (Caballero, 2007; Ortiz *et al.*, 2015 y Vega, 2013).

Características microscópicas: (Fig. 4 a-f)

Vasos. Porosidad difusa a semianular, vasos de contorno redondeado a ligeramente anguloso, solitarios y múltiples radiales de 2 y 3 (4) células, escasos en racimos, moderadamente numerosos $13/\text{mm}^2$, angostos con diámetro de $97 \pm 10 \mu\text{m}$

(82-124 μm); elementos de vaso moderadamente cortos con $328 \pm 43 \mu\text{m}$ (263-407 μm) de longitud; placa de perforación simple con inclinación de 26 a 53°, punteaduras intervasculares alternas; punteaduras vaso-radio similares a las intervasculares.

Fibras. Libriformes, medianas con $1271 \pm 123 \mu\text{m}$ (979-1489 μm) de longitud, pared muy delgada con 4 μm de espesor, diámetro de $23 \pm 5 \mu\text{m}$ (14-30 μm).

Parénquima axial. Paratraqueal escaso, vasicéntrico con bandas angostas de una a dos células de ancho, reticulado, abundante.

Parénquima radial. Radios pocos 4/mm, homogéneos tipo I, multiseriados (2)5-6(7) células, las células de los márgenes y algunas del cuerpo con contenidos oscuros, formados por células procumbentes, bajos con $1043 \pm 170 \mu\text{m}$ (857-1538 μm) de alto; radios agregados frecuentes.

Otras características. Anillos de crecimiento conspicuos, se delimitan por una banda de 2 a 4 hileras de fibras de paredes gruesas y radialmente aplanadas en la madera tardía, el cambio es gradual a lo largo del anillo, frecuentemente con vasos agrupados en hileras radiales hasta de 4 células de diámetro más pequeño que los de la madera temprana.

Observaciones y aportaciones: La relación Runkel es de 0.67, por lo que sus fibras son de buena calidad para ser empleadas como pulpa para papel.

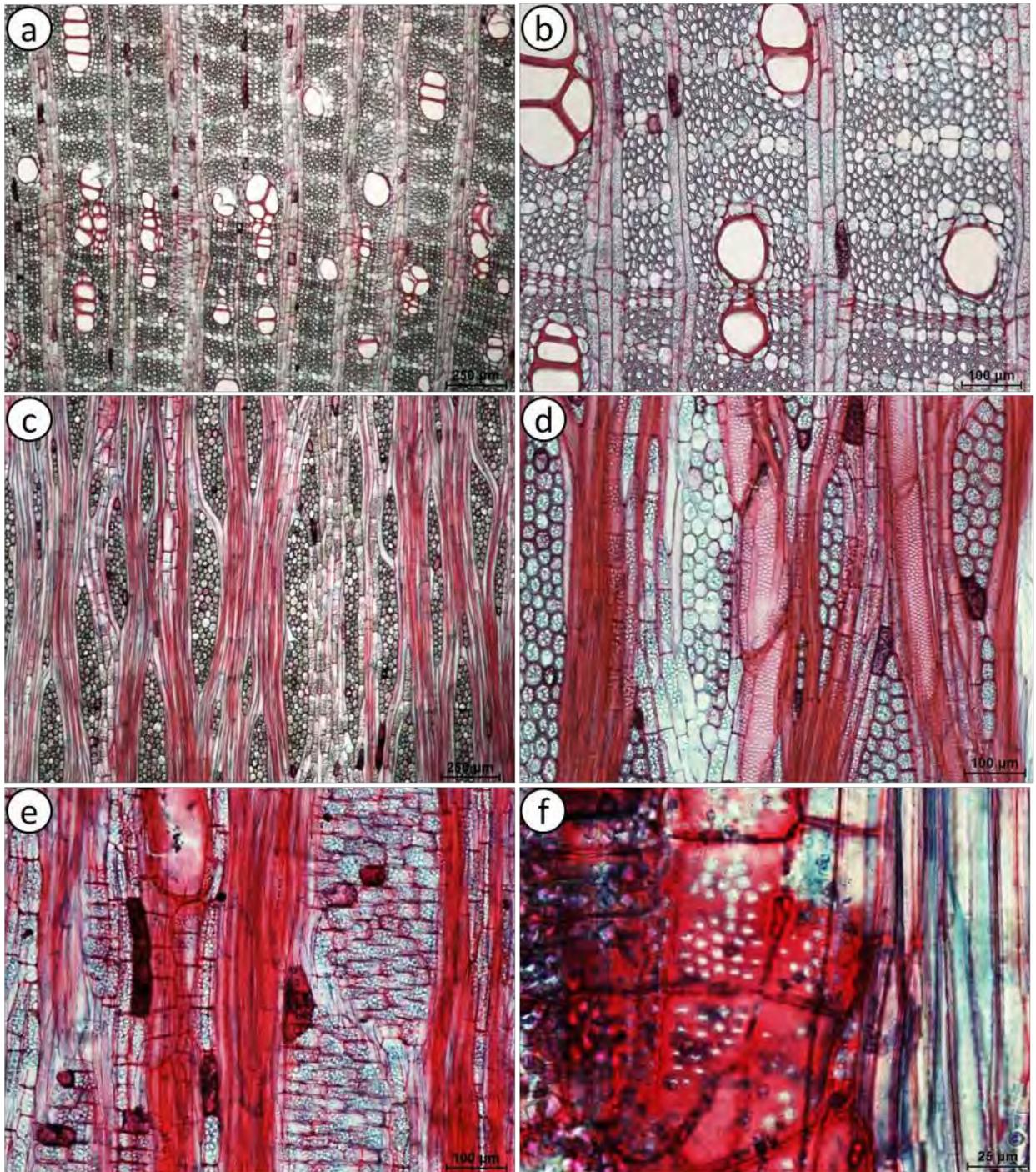


Fig. 4 *Annona cherimola*. a y b vista transversal. c y d vista tangencial. e y f vista radial. Escalas a, c= 250 μm (4x); b, d, e=100 μm (10x); f= 25 μm (40x).

AQUIFOLIACEAE

Ilex brandegeana Loes.

Nombres comunes: Frutilla, junco, serrano, laya palo blanco, zapotillo.

Distribución y hábitat: Se distribuye desde el noreste de México hasta El Salvador (con base en la revisión de ejemplares depositados en MEXU: Baja California Sur, Estado de México, Guanajuato, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, San Luis Potosí y Tamaulipas). Árbol poco frecuente propio de cañadas o laderas con bosques de encino y de encino-pino con elementos mesófilos, en elevaciones de 1900-2400 msnm. Florece de enero a abril y se encuentra con frutos de febrero a octubre.

Características morfológicas: Árbol de 8 a 20 (25) m de alto, perennifolio, dioico, ramillas hirsutas a tomentosas. Hojas: alternas con pecíolo de 7-12 cm de longitud tomentoso a glabrescente; lámina simple, elíptica de 8-13 cm de largo y de 2-4.5 de ancho, base y ápice agudos, margen dentado, serrulado, a veces revoluto vena hundida en el haz. Inflorescencia: cimosa a paniculada, cáliz pequeño 4 a 5 mm lobado, corola con 4 a 5 pétalos ovados obtusos en el ápice, ovario súpero de 4 a 6 lóculos flor masculina axilar, tetrámera o pentámera, pétalos blanquecinos flor femenina en forma de cima. Fruto drupa con varias nuececillas de 9-11 mm de largo y 7-9 mm de diámetro, rojo, liso (Carranza-González, 2004).

Características microscópicas: (Fig. 5 a-h)

Vasos. Porosidad difusa; vasos de contorno ligeramente angulosos, principalmente solitarios y múltiples radiales de 2 y 3 (4+) células, numerosos $21/\text{mm}^2$, angostos con diámetro de $79 \pm 3 \mu\text{m}$ (69-96 μm); elementos de vaso muy largos con $1392 \pm 312 \mu\text{m}$ (1033-1874 μm) de longitud; placas de perforación escalariforme con

17-39 barras, con inclinación de 36 a 74°; punteaduras intervasculares alternas, punteaduras vaso-radio similares a las intervasculares.

Fibras. Fibrotraqueidas, muy largas con $2332 \pm 248 \mu\text{m}$ (1812-2684 μm) de longitud, pared gruesa con 9 μm de espesor, diámetro de $30 \pm 4 \mu\text{m}$ (22-37 μm); Con engrosamientos helicoidales tenues.

Parénquima axial. Paratraqueal escaso, unilateral y apotraqueal difuso.

Parénquima radial. Pocos radios 4/mm; heterogéneos tipo I, multiseriados de 4 a 6 células, el cuerpo formado por células procumbentes y márgenes uniseriados de 3 a 10 células erectas, bajos con $1388 \pm 230 \mu\text{m}$ (1039-1987 μm) de alto; la mayoría son agregados, los uniseriados formados por células cuadradas a erectas.

Otras características. Anillos de crecimiento conspicuo, se delimitan por una banda de 5 a 7 hileras de fibras de paredes gruesas y radialmente aplanadas en la madera tardía.

Observaciones y aportaciones: Su madera se utiliza para la fabricación de algunas partes de guitarras, cajas y muebles, la relación Runkel es de 1.2, sus fibras son de calidad regular para ser empleadas como pulpa para papel.

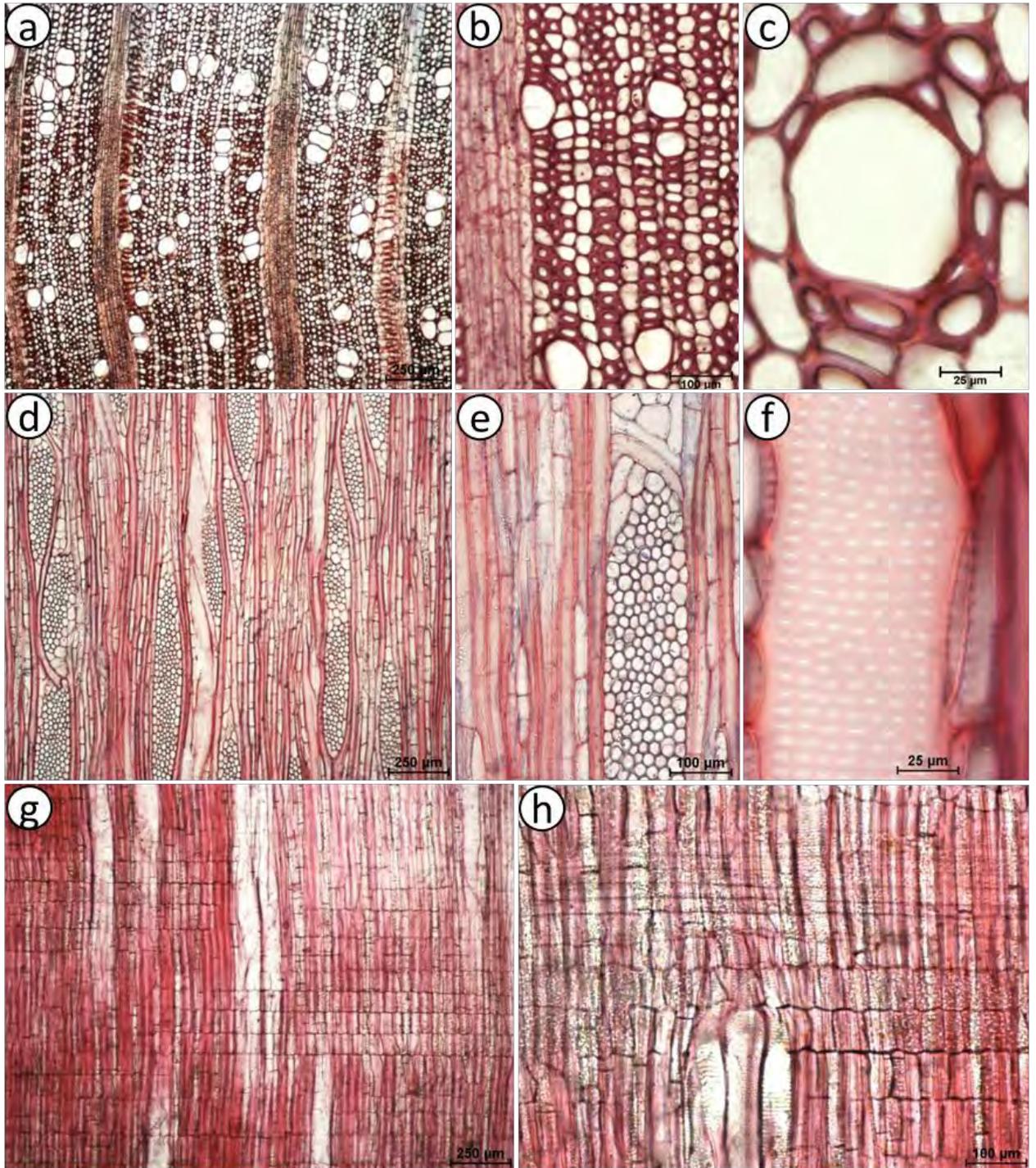


Fig. 5. *Ilex brandegeana*. a, b y c vista transversal. d, e y f vista tangencial. g y h vista radial. Escalas a, d, g= 250 μm (4x); b, e, h 100 μm (10x); c, f= 25 μm (40x).

ASTERACEAE

Ageratina areolaris (Dc.) Gage ex. B.L. Turner.

Nombres comunes: Raíz de serpiente.

Distribución: Se distribuye de Durango a Guatemala (con base en la revisión de ejemplares depositados en MEXU: Chihuahua, Colima, Distrito Federal, Estado de México, Jalisco, Guanajuato, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Sinaloa, Veracruz, Tamaulipas y Zacatecas). Crece en sitios con vegetación de encino y bosque mesófilo, en elevaciones entre 2500 y 2700 msnm.

Características morfológicas: Arbusto de hasta 3 m de altura, ramas arqueado-péndulas. Hojas: opuestas, peciolo largo (15 mm), lámina simple ovo-lanceolada de 7 a 12 cm de largo por 3 a 5 cm de ancho, base redondeada, ápice largamente acuminado, margen aserrado. Inflorescencia: numerosos capítulos de unos 8 mm de largo dispuestos en racimos de corimbos axilares más cortos que las hojas y en corimbos compuestos terminales, flores hermafroditas 20 mm, corola 4.5 mm de largo glabra blanca, aquenio piloso, vilano a la mitad de largo de la corola, cerdas blancas (Rzedowski *et al.*, 2001).

Características microscópicas: (Fig. 6 a-f)

Vasos. Porosidad anular a semianular; vasos de contorno circular a ligeramente anguloso, con diferentes diámetros, en la madera tardía principalmente solitarios y algunos múltiples radiales de 2 y 3(4) células, moderadamente numerosos, $17/\text{mm}^2$ en la madera temprana y $16/\text{mm}^2$ en la madera tardía; angostos con $81 \pm 6 \mu\text{m}$ (71-89 μm) de diámetro, elementos de vaso muy cortos con $178 \pm 24 \mu\text{m}$ (134-246 μm) de longitud; placas de perforación simple con inclinación de 25-45° en la madera temprana muy angostos con $30 \pm 3 \mu\text{m}$ (24-34 μm) de diámetro; elementos de vaso moderadamente cortos con $279 \pm 28 \mu\text{m}$ (229-363 μm) de longitud; placas de perforación simple con

inclinación de 54-67° en la madera tardía; punteaduras intervasculares alternas, punteaduras vaso-radio similares a las intervasculares.

Fibras. Fibrotraqueidas, moderadamente cortas con $729 \pm 130 \mu\text{m}$ (524-1098 μm) de longitud, pared gruesa con 7 μm de espesor, diámetro de $21 \pm 2 \mu\text{m}$. Fibras con punteaduras areoladas pequeñas.

Parénquima axial. Paratraqueal unilateral, vasicéntrico.

Parénquima radial. Pocos radios, 4/mm; paedomórficos tipo II, multiseriados de 2 a 5 células, las células periféricas del cuerpo muy largas, formados por células procumbentes y márgenes uniseriados de 2 a 9 (12) células erectas, bajos con $1907 \pm 307 \mu\text{m}$ (1355-2401 μm) de alto, algunos se unen en sus márgenes.

Otras características. Anillos de crecimiento conspicuo se delimitan por fibras de paredes que se van engrosando gradualmente hacia la madera tardía hasta formar una banda de 2 a 3(4) hileras de células aplanadas radialmente y vasos de diámetro pequeño al final de la madera tardía.

Observaciones y aportaciones: La relación Runkel es de 1.27, sus fibras son de calidad regular para ser empleadas como pulpa para papel.

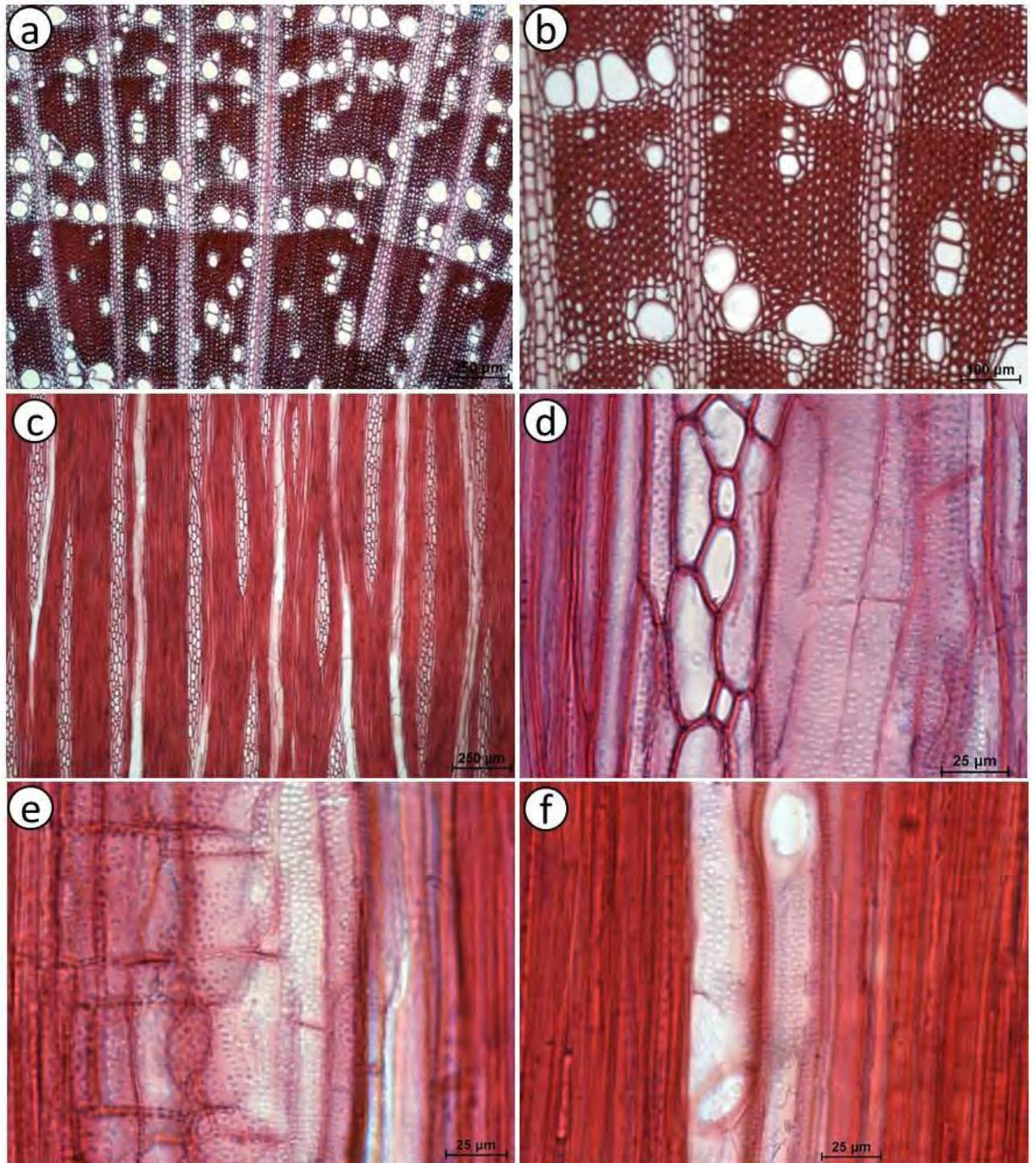


Fig. 6 *Ageratina areolaris*. a y b vista transversal. c y d vista tangencial. e y f vista radial. Escalas a, c= 250 μm (4x); b= 100 μm (10x); d, e, f= 25 μm (40x).

Verbesina klattii B.L. Rob. & Greenm.

Nombres comunes: Verbena

Distribución y hábitat: Endémica de México, se distribuye en el occidente y centro del país (con base en la revisión de ejemplares depositados en MEXU: Colima, Estado de México, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Morelos y Veracruz). Planta común en bosques de encino, de pino, de pino-encino, bosques de *Cupressus* y bosques mesófilos de montaña, en elevaciones de 2000-3000 msnm. Florece de octubre a marzo.

Características morfológicas: Arbustivas o a veces arborescentes, tallos erectos de 1 a 5 m de altura, ramificación opuesta. Hojas opuestas; lámina simple, ovada, base atenuada, ápice acuminado, margen denticulado. Inflorescencia: solitarias a corimboso-paniculadas, flores hermafroditas, corola amarillas, tubulosas, flores del disco ensanchadas, aquenios aplanados elípticos (Rzedowski *et al.*, 2011).

Características microscópicas: (Fig. 7 a-f)

Vasos. Porosidad difusa; vasos de contorno redondo a ligeramente anguloso, principalmente solitarios y múltiples radiales de 2(3) células, muy numerosos 56/mm², angostos con $56 \pm 7 \mu\text{m}$ (43-68 μm) de diámetro; elementos de vaso moderadamente cortos con $304 \pm 54 \mu\text{m}$ (190-408 μm) de longitud; placas de perforación simple, con inclinación de 41 a 64°; punteaduras intervasculares alternas, punteaduras vaso-radio similares a las intervasculares.

Fibras. Libriformes, muy cortas con $591 \pm 113 \mu\text{m}$ (304-894 μm) de longitud, pared delgada con 6 μm de espesor, diámetro de $24 \pm 4 \mu\text{m}$ (16-31 μm).

Parénquima axial. Paratraqueal escaso y apotraqueal difuso extremadamente raro.

Parénquima radial. Radios muy pocos, 2/mm; paedomórficos tipo II multiseriados de 2 a 3 (4) células, formado por células cuadradas y erectas, márgenes uniseriados de 2 a 7 células erectas, algunos se unen en sus márgenes.

Otras características. Anillos de crecimiento conspicuo se delimitan por una banda de 2 a 3 hileras de fibras de paredes gruesas gradualmente hacia la madera tardía.

Observaciones y aportaciones: La relación Runkel es de 0.92, sus fibras son de buena calidad para ser empleadas como pulpa para papel.

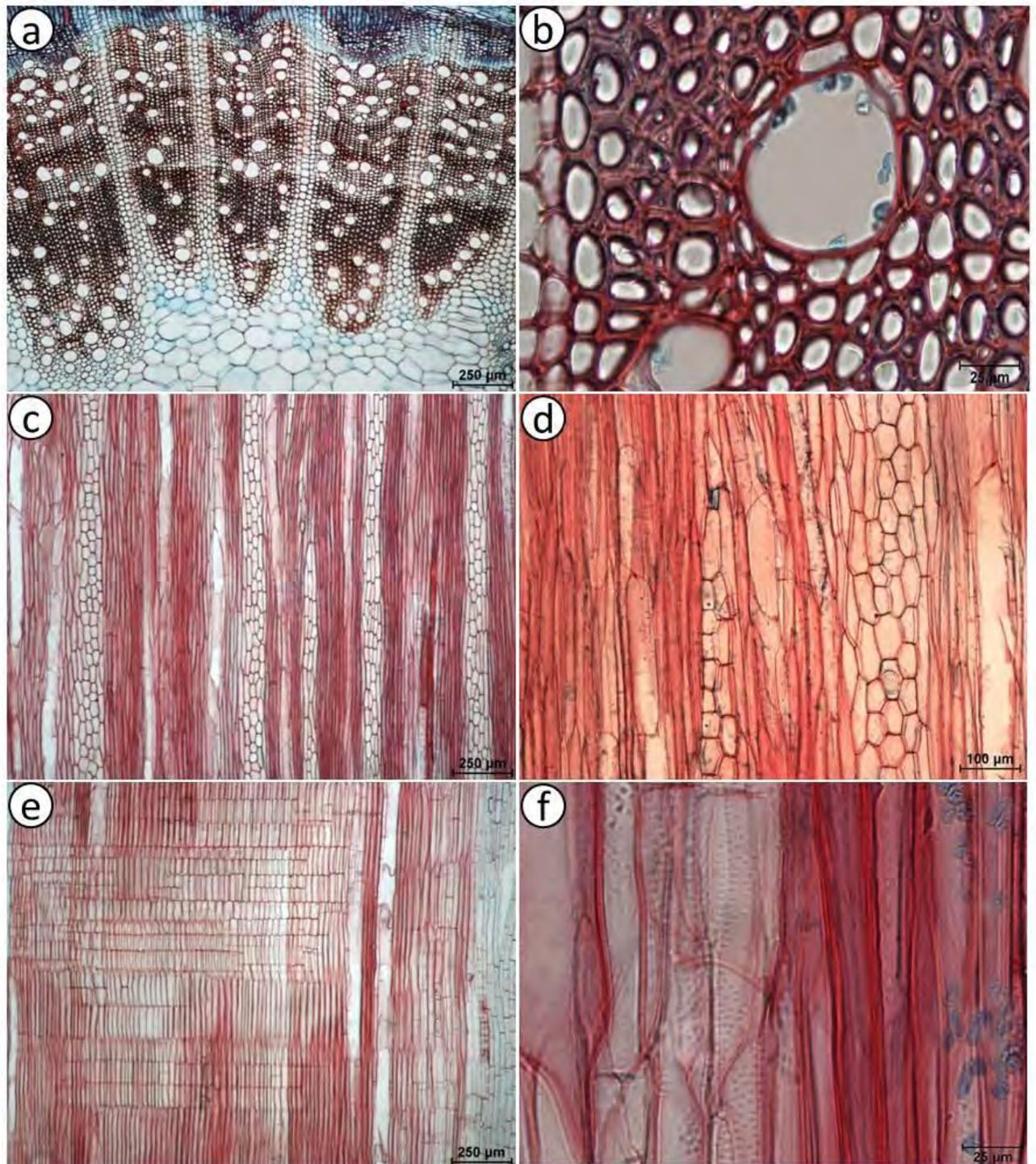


Fig. 7 *Verbesina klatti*. a y b vista transversal. c y d vista tangencial. e y f vista radial. Escalas a, c, e= 250 μm (4x); d= 100 μm (10x); b, f= 25 μm (40x).

CLETHRACEAE

Clethra hartwegii Britton

Nombres comunes: Jaboncillo, pácata, panza de perro, canelo, cucharillo, madroño, mamaguastle, palo batea, pata de gallo, bate-ucua, shapú-ucu.

Distribución y hábitat: Con amplia distribución geográfica en la Sierra Madre Occidental, desde Sonora hasta Jalisco y en el centro del país (con base en la revisión de ejemplares depositados en MEXU: Durango, Estado de México, Michoacán, Colima, Jalisco, Morelos, Nayarit, Sonora, Guerrero, Oaxaca y Sinaloa). Crece en las orillas de caminos y otros lugares perturbados, en bosques húmedos de *Abies* y en los de *Pinus* y *Quercus*, además de los bosques mesófilos de montaña, en elevaciones de 1800- 2800 msnm. Florece en cualquier mes del año.

Características morfológicas: Árbol o arbusto perennifolio de 5-10 (30) m. ramas delgadas y tomentosas. Hojas: alternas pecioladas, lámina simple, obovadas a oblanceoladas a veces elípticas de 8-12 cm de largo y de 3-6 de ancho, base cuneada, redondeada u obtusa, ápice redondeado, agudo, algo acuminado, márgenes enteros ondulados o aserrado-dentados, con un notable doblez en la base hacia el envés. Inflorescencia: racimos terminales, simples o ramificados, flores actinomorfas hermafroditas pentámera, cáliz y corola ambos simpétalos, pistilo súpero. Fruto en capsula dehiscente por 3 valvas (González-Villarreal, 1996).

Características microscópicas: (Fig. 8 a-f)

Vasos. Porosidad difusa; vasos de contorno anguloso, principalmente solitarios y múltiples radiales de 2 (3-4) células, numerosos $22/\text{mm}^2$, angostos con $61 \pm 3 \mu\text{m}$ (55-69 μm) de diámetro; elementos de vaso moderadamente largos con $942 \pm 98 \mu\text{m}$ (816-1155 μm) de longitud; placas de perforación escalariforme con 25 a 54 barras, con

inclinación de 69 a 80°; punteaduras intervasculares opuestas, punteaduras vaso-radio similares a las intervasculares.

Fibras. Fibrotraqueidas, medianas con $1468 \pm 176 \mu\text{m}$ (1080-1818 μm) de longitud, pared delgada con 7 μm de espesor, diámetro de $36 \pm 6 \mu\text{m}$ (23-48 μm).

Parénquima axial Paratraqueal escaso y apotraqueal difuso.

Parénquima radial. Radios numerosos, 8/mm; heterogéneos tipo I, multiseriados de 4 a 7 células, el cuerpo formado por células procumbentes y márgenes uniseriados de 2 a 12 células erectas, bajos con $935 \pm 130 \mu\text{m}$ (697-1191 μm) de alto, algunos se unen en sus márgenes; los uniseriados formados por células erectas.

Otras características. Anillos de crecimiento intermedio entre conspicuos e inconspicuos, se delimitan por una banda de 4 a 6 hileras de fibras de paredes gruesas y radialmente aplanadas en la madera tardía.

Observaciones y aportaciones: La relación Runkel es de 0.67, sus fibras son de buena calidad para ser empleadas como pulpa para papel. La madera se utiliza para diferentes artesanías.

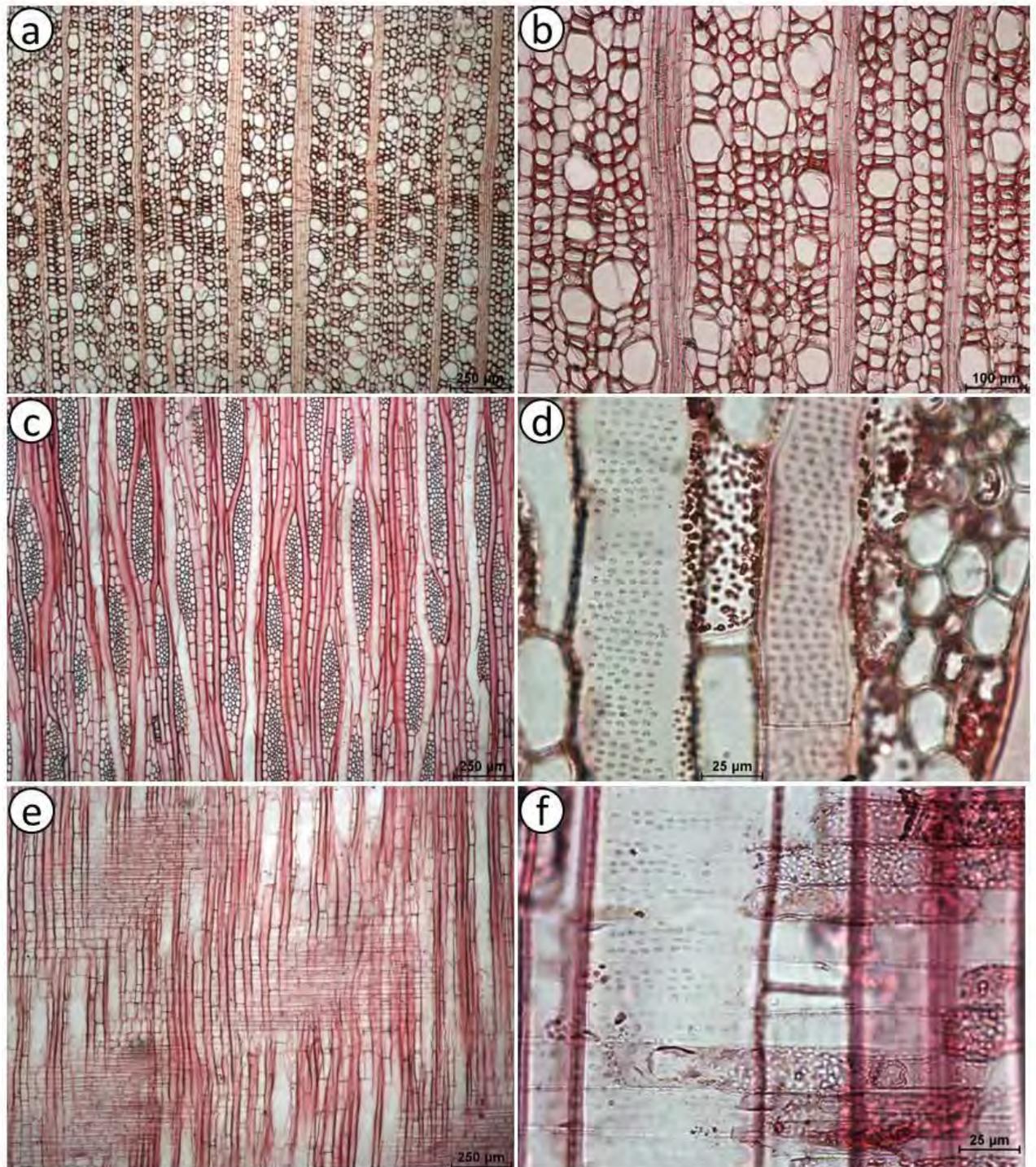


Fig. 8 *Clethra hartwegii*. a y b vista transversal. c y d vista tangencial. e y f vista radial. Escalas a, c, e= 250 μm (4x); b= 100 μm (10x); d, f= 25 μm (40x).

FABACEAE

Acacia angustissima (Mill.) Kuntze.

Nombres comunes: cantemó, guajillo, timbe, timbi, timbin, barbas de chivo, gavia y xixit.

Distribución: Se distribuye desde el sur de los Estados Unidos hasta Argentina y Bolivia (con base en la revisión de ejemplares depositados en MEXU: Oaxaca). Crece en pastizales secundarios, en vegetaciones de bosques tropicales caducifolios, matorrales xerófilos, en elevaciones de 250-2400 msnm. Florece de junio a diciembre y fructifica de octubre a febrero.

Características morfológicas: Árbol o arbusto de 0.5 a 6 m de alto, ramas glabras con indumento veloso. Hojas: bipinnadas, grandes de 8 a 10 cm de largo peciolo de 2 a 2.5 cm de longitud, pinnas de 6 a 12 o más pares, cada una con numerosos foliolos lineares de 3.5mm de longitud por 1 mm de ancho, base obtusa, ápice de agudo a obtuso, margen cortamente ciliado Inflorescencia: capítulos globosos axilares o racimos terminales, flores cortamente pediceladas, actinomorfas, pentámeras, polígamas, perianto diclíneo cáliz campanulado, verde y glabro con los dientes anchos y triángulares, corola blanco-verdosa glabra, con los pétalos unidos muy cerca de la base. Fruto: legumbre con ápice rostrado con 2-5 (7) mm de largo recto o a veces curvado, semillas ovadas, comprimidas (Rico, 2007 y Rzedowski *et al.* 2001).

Características microscópicas: (Fig. 9 a-g)

Vasos. Porosidad semianular; vasos de contorno redondeado, principalmente solitarios y múltiples radiales de 2 y 3 células, moderadamente pocos, $7/\text{mm}^2$, medianos con $113 \pm 9 \mu\text{m}$ (92-132 μm) de diámetro, elementos de vaso muy cortos con 186 ± 54

μm (126-314 μm) de longitud en la madera temprana y angostos con $52 \pm 6 \mu\text{m}$ (43-60 μm) de diámetro, elementos de vaso moderadamente cortos con $260 \pm 38 \mu\text{m}$ (196-313 μm) de longitud en la madera tardía; placas de perforación simple, con inclinación de 21 a 57° punteaduras intervasculares alternas, punteaduras vaso-radio similares a las intervasculares.

Fibras. Libriformes, muy cortas con $663 \pm 78 \mu\text{m}$ (479-803 μm) de longitud, pared delgada con 4 μm de espesor, diámetro de $18 \pm 2 \mu\text{m}$ (13-23 μm).

Parénquima axial. Paratraqueal vasicéntrico aliforme, aliforme confluyente y marginal, abundante.

Parénquima radial. Radios numerosos, 8/mm; homogéneos tipo III uniseriados formados por células procumbentes de diferentes tamaños mezcladas a lo largo del radio, algunos biseriados, estas partes biseriadas pueden estar organizadas en la parte central o hacia los márgenes del radio (Fig. 9d), bajos con $242 \pm 39 \mu\text{m}$ (178-335 μm) de alto.

Otras características. Anillos de crecimiento conspicuo, se delimitan por una banda de 2 a 4 hileras de fibras de paredes gruesas y radialmente aplanadas en la madera tardía y parénquima marginal, el cambio es gradual a lo largo del anillo.

Observaciones y aportaciones: Las ramas se emplean en el hilado en Michoacán. Medicinal, forrajera, y en la elaboración de una bebida fermentada. La relación Runkel es de 0.72 sus fibras son de buena calidad para ser empleadas como pulpa para papel.

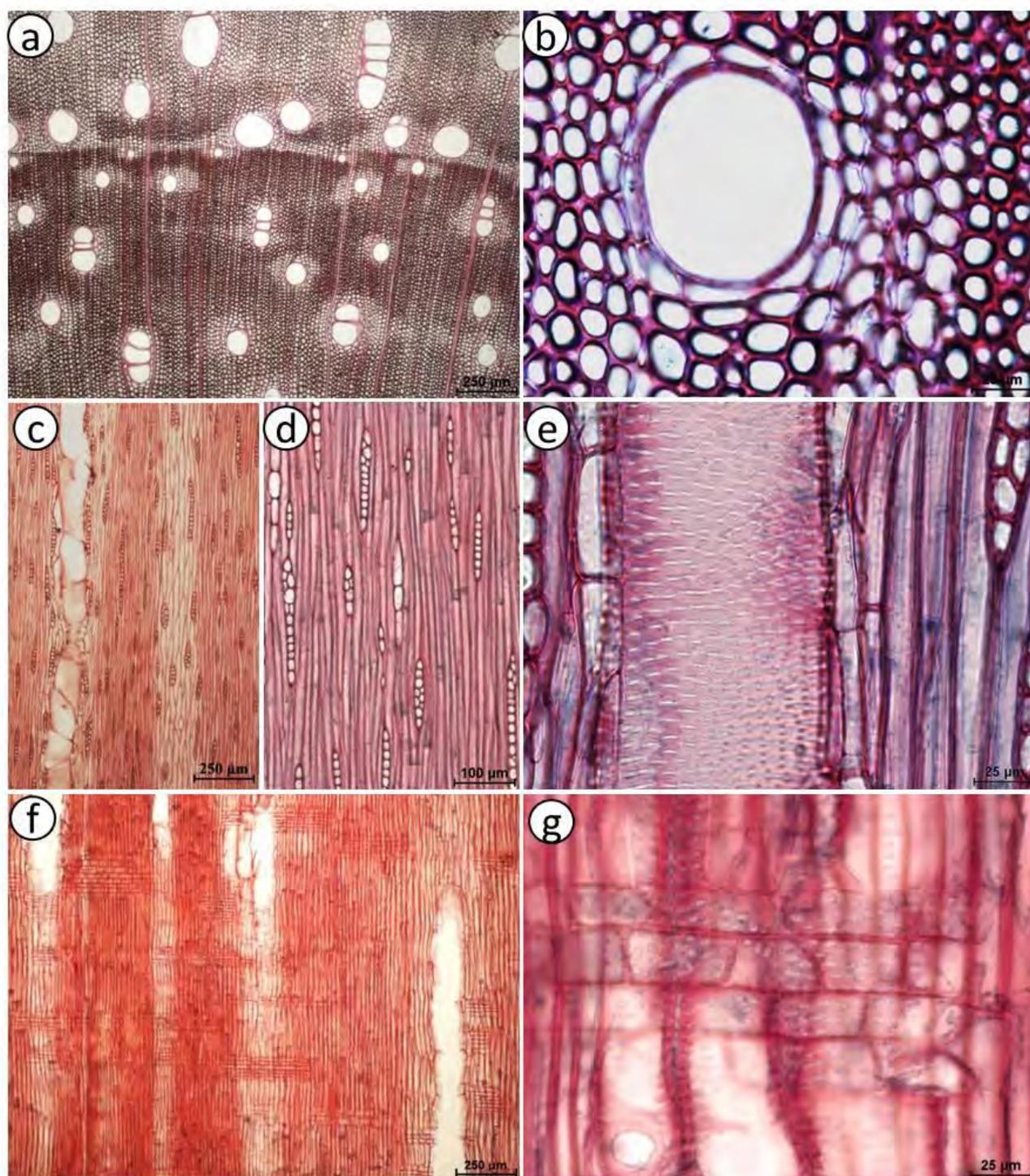


Fig. 9 *Acacia angustissima*. a y b vista transversal. c, d y e vista tangencial. f y g vista radial. Escalas a, c, f= 250 μm (4x); d= 100 μm (10x); b, e, g= 25 μm (40x).

FAGACEAE

Quercus castanea Neé

Nombres comunes: encino, encino colorado, aguacatillo, encino amarillo, encino blanco, encino chaparro, encino negro, encino pipitillo, encino rpieto, encino rojo, palo colorado, roble, tepozcohuite chino.

Distribución y hábitat: Se distribuye desde México hasta Centroamérica (con base en la revisión de ejemplares depositados en MEXU: Baja California Sur, Chiapas, Chihuahua, Coahuila, Colima, Distrito Federal, Durango, Estado de México, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Sinaloa, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz y Zacatecas). Crece en laderas y cañadas, especie abundante en bosques de *Quercus* y *Pinus-Quercus*, en pastizales y matorral xerófilo, frecuentemente se encuentra en bosques perturbados en elevaciones de 850-2500 msnm. Florece de junio a julio y fructifica de junio a enero.

Características morfológicas: Árbol de 5 a 15 m de alto, monoico, caducifolio, ramillas de 1 a 2 mm de diámetro, cafés de tomentosas a glabras. Hojas: alternas con peciolo de 5 a 20 mm de largo, lámina elíptica, oblonga o lanceolada de 3-9 cm de largo, base redondeada a cordada, ápice agudo u obtuso, aristado, margen entero a dentado-serrado con tricomas fasciculados sésiles. Inflorescencia: amentos masculinos con 20 a 30 flores, amentos femeninos con 1 a 2 flores, actinomorfas, flor masculina con el cáliz formado de 5 lóbulos fusionados en un perianto en forma de cúpula que envuelve de 5 a 10 estambres libres con anteras cortas y filamentos delgados, flores femeninas con un cáliz de 6 lóbulos que se adhieren a la base de los estilos y se fusionan en un tubo, ovario ínfero Frutos anuales solitarios o en pares, sésiles o sobre pedúnculos, cápsulas hemisféricas (Romero *et al.*, 2014).

Características microscópicas: (Fig. 10 a-l)

Vasos. Porosidad difusa; vasos que tienden a organizarse en un patrón diagonal, de contorno redondeado, solitarios, numerosos 13 (6-15 /mm²), medianos con 159 ± 27 μm (112-202 μm) de diámetro; elementos de vaso medianos con 351 ± 72 μm (254-510 μm) de longitud; tilosas comunes; placas de perforación simple, con inclinación de 36 a 74°; punteaduras intervasculares alternas, punteaduras vaso-radio horizontales (Fig.10h).

Fibras. Libriformes; medianas con 1293 ± 184 μm (884-1627 μm) de longitud, pared muy gruesa con 7 μm de espesor, diámetro de 18 ± 4 μm (10-24 μm), con traqueidas vasicéntricas.

Parénquima axial. Paratraqueal vasicéntrico y escaso apotraqueal difuso y en bandas discontinuas hasta de 4 células de ancho, con cristales prismáticos escasos.

Parénquima radial. Radios, muy pocos multiseriados 1/mm, uniseriados muy numerosos 11/mm; homogéneos tipo I, formados por células procumbentes, los uniseriados muy bajos con 361 ± 55 μm (284-451 μm) de alto, multiseriados de 10 a 31 células de ancho, frecuentemente agregados, medianos con 3341 ± 637 μm (2433-4950 μm) de alto; algunos tienen cristales (Fig.10 b, c, h).

Otras características. Anillos de crecimiento conspicuo, se delimitan por una banda de 2 a 4 hileras de fibras de paredes gruesas y radialmente aplanadas en la madera tardía.

Observaciones y aportaciones: se utiliza para restauración de bosques, su madera es recomendada para pisos de residencias, tarimas para carga y descarga, vehículos (de motor y no motorizados), mangos y cabos de herramienta, implementos agrícolas y

diversos tipos de recipientes y armazones de construcción. La relación Runkel es de 2.33, sus fibras son de mala calidad para ser empleadas como pulpa para papel.

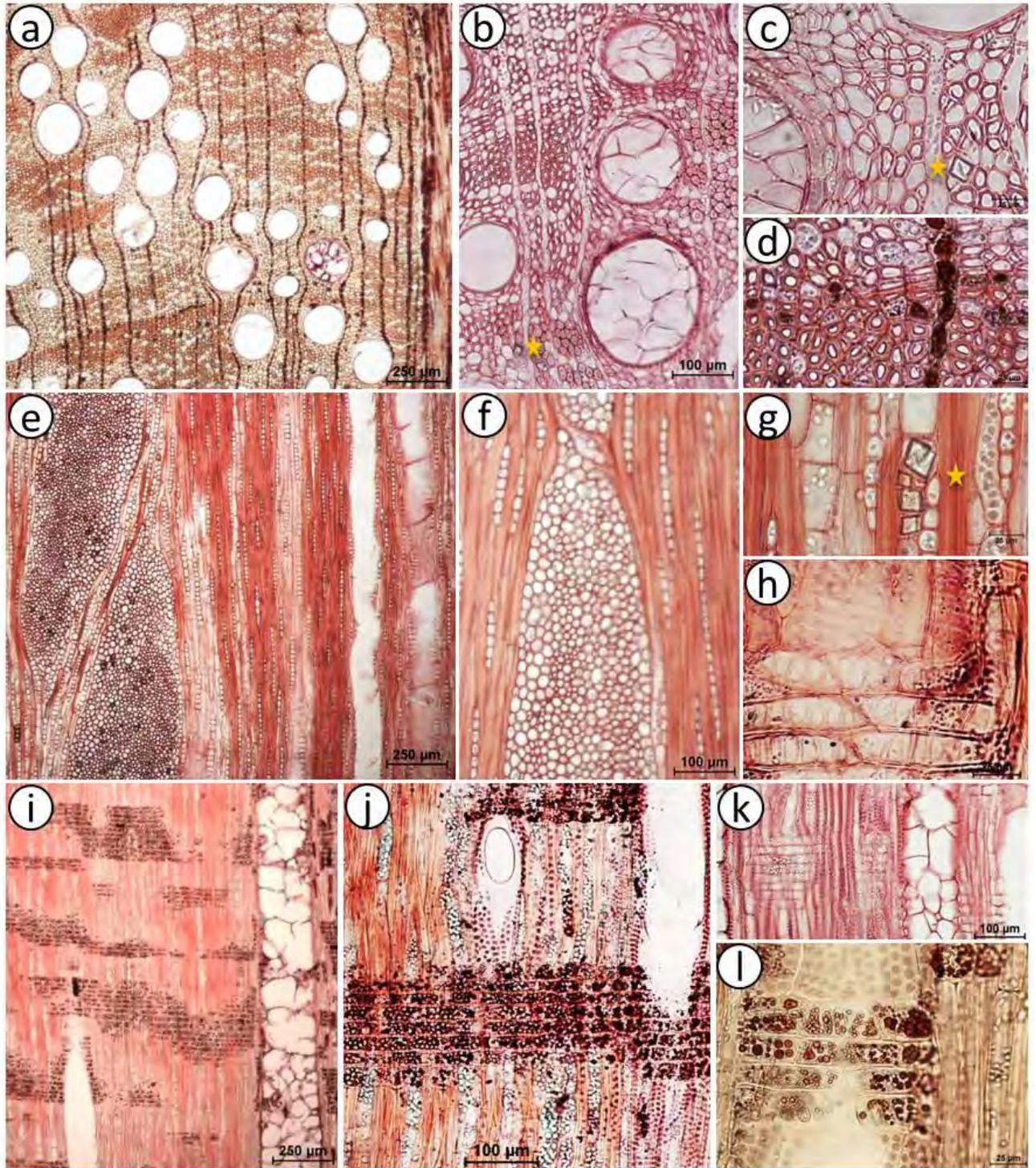


Fig. 10 *Quercus castanea*. a, b, c y d vista transversal. e, f, g y h vista tangencial. i, j, k y l vista radial. Escalas a, e, i= 250 μm (4x); b, f, j, k= 100 μm (10x); c, d, g, h, l= 25 μm (40x). Estrellas muestran los cristales.

GARRYACEAE

Garrya laurifolia Hartw. Ex Benth.

Nombres comunes: ajruch, azul, chichicuáhuítl, cuauchichic, hediondillo, palo de hueso, palo azul.

Distribución y hábitat: Se distribuye del norte de México a Centroamérica (con base en la revisión de ejemplares depositados en MEXU: Chihuahua, Coahuila, Colima, Distrito Federal, Durango, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tamaulipas, y Veracruz). Crece en zonas montañosas, transicionales; en bosques de encino y de encino-pino en elevaciones de 1000 a 3000 msnm. Florece en febrero, marzo y abril, mantiene sus frutos de 2-3 o más meses después de la floración.

Características morfológicas: Arbusto o árbol pequeño de 1 a 8 (10) m de alto, perennifolio, ramificación decusada, ramillas jóvenes pubescentes. Hojas: alternas pecioladas, las bases de los peciolo de cada par de hojas se fusionan, peciolo de (8) 10 a 20 (26) mm de largo; lámina simple, lanceolada a largamente elíptica, de 4 a 14 cm, base cuneada, aguda o atenuada, ápice obtuso o redondeado, margen entero, haz glabro, envés piloso. Inflorescencia: en forma de racimo, flor masculina de 3.5 a 6 cm de largo sésiles dispuestas en racimos péndulos, perianto compuesto de 4 segmentos de prefloración, 4 estambres; flores femeninas sin perianto, ovario súpero, unilocular pubescente, 2 estilos sublobados; fruto: baya globosa, glabra verde-rojizo inicialmente y azul oscuro a negro en la madurez, 2 semillas (Carranza-González, 1996y Rzedowski *et al.*, 2001).

Características microscópicas: (Fig. 11 a-f)

Vasos. Porosidad difusa a semianular; vasos de contorno redondo a ligeramente angulosos, principalmente solitarios y escasos en múltiples radiales de 2(3) células, muy numerosos $43/\text{mm}^2$, angostos con $54 \pm 4 \mu\text{m}$ (47-62 μm) de diámetro; elementos de vaso largos con $944 \pm 134 \mu\text{m}$ (769-1188 μm) de longitud; placas de perforación escalariforme con 6 a 13 barras, con inclinación de 50 a 77°; punteaduras intervasculares alternas, punteaduras vaso-radio similares a las intervasculares.

Fibras. Fibrotraqueidas; medianas con $1252 \pm 235 \mu\text{m}$ (817-1598 μm) de longitud, pared muy gruesa con 9 μm de espesor, diámetro de $21 \pm 3 \mu\text{m}$ (15-27 μm).

Parénquima axial. Paratraqueal escaso y apotraqueal difuso en agregados de 2 a 3 células.

Parénquima radial. Pocos radios 4/mm; heterogéneos tipo IIB, multiseriados de 5-10 (13) células, el cuerpo formado por células procumbentes y márgenes uniseriados de 2 a 5 células erectas, medianos con $3014 \pm 694 \mu\text{m}$ (2051- 4415 μm) de alto, radios uniseriados con células erectas.

Otras características. Anillos de crecimiento conspicuo, se delimitan por una banda de 2 a 3 hileras de fibras de paredes gruesas y radialmente aplanadas y vasos de diámetro ligeramente mayor al inicio de la madera temprana.

Observaciones y aportaciones: Ornamental. La relación Runkel es de 4.5, sus fibras son de mala calidad para ser empleadas como pulpa para papel.

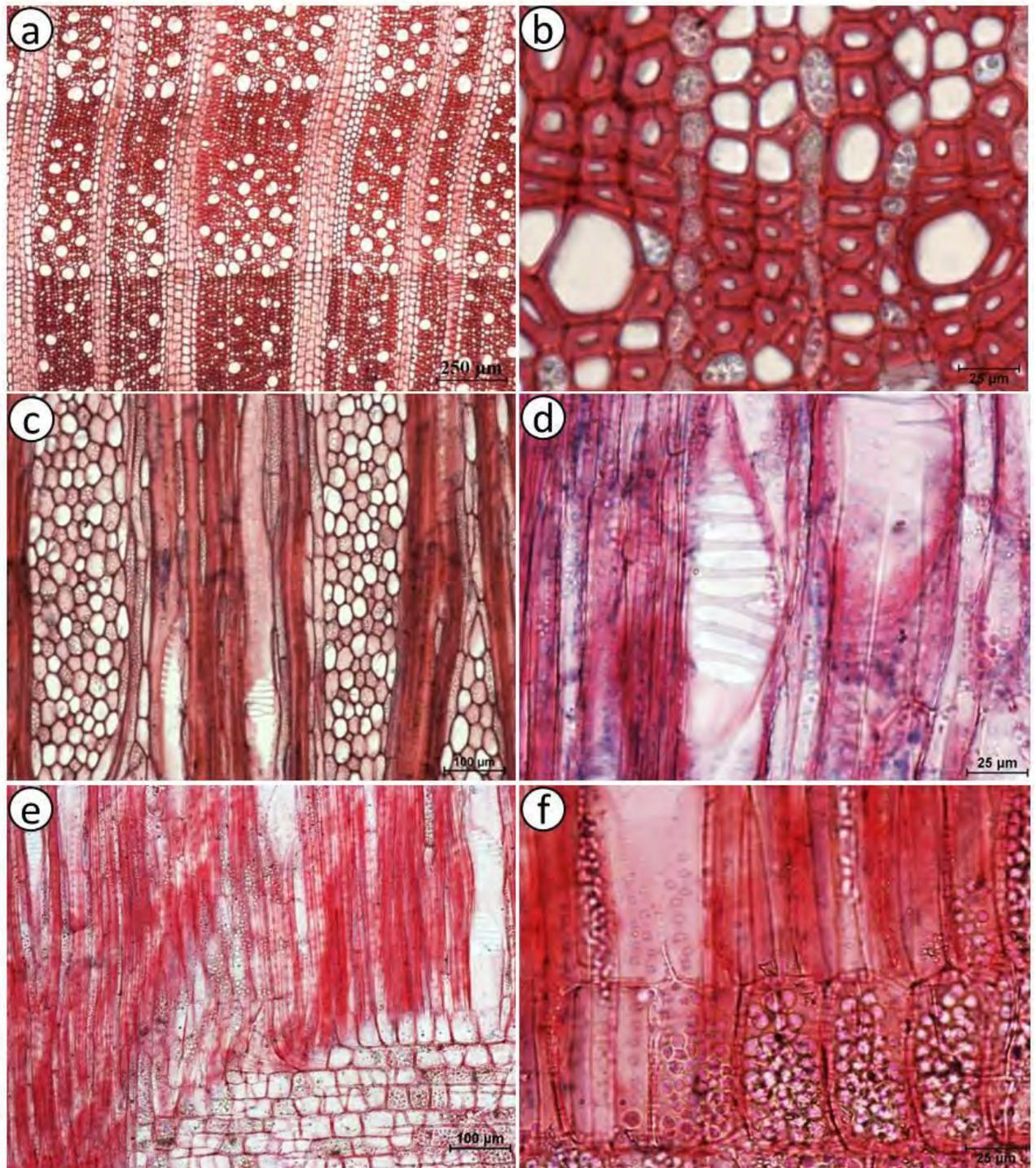


Fig. 11 *Garrya laurifolia*. a y b vista transversal. c, d vista tangencial. e y f vista radial. Escalas a= 250 μm (4x); c, e= 100 μm (10x); b, d, f= 25 μm (40x).

LAMIACEAE

Cunila pycnantha B.L. Rob. & Greenm.

Nombres comunes: Orégano, té de monte, té blanco.

Distribución y hábitat: Especie mexicana, se distribuye desde el este de Estados Unidos hasta Uruguay y el este de Argentina (con base en la revisión de ejemplares depositados en MEXU: Estado de México, Guerrero, Jalisco, Morelos, Nayarit y Oaxaca). Se encuentra en bosques de *Quercus*, de *Pinus-Quercus*, selvas bajas caducifolias y bosques mesófilos de montaña, en elevaciones de 1200-3000 msnm. Florece de octubre a mayo.

Características morfológicas: Hierbas o arbustos perennes, ramas pardo-claras, pubescencia con tricomas esparcidos. Hojas: opuestas, pecioladas, peciolo 1-1.5 mm; lámina simple, ovado-lanceoladas, base redondeada a cordada, ápice agudo-acuminado, márgenes serrados. Inflorescencia: terminales y axilares, capituliformes, ramificadas 3 veces, cimas de 2-3 cm, pedunculadas, 52 flores por cima aproximadamente. Flores subséciles o pediceladas, actinomorfas, hermafroditas, perianto diclíneo, cáliz y corola. Fruto: nuececillas, ovoide-triangules, acuminadas (Pool y Knapp, 2012).

Características microscópicas: (Fig. 12 a-f)

Vasos. Porosidad difusa; vasos de contorno redondeado a ligeramente angulosos, solitarios y múltiples radiales en cadena de 2, 3, 4(6) células, muy numerosos $49/\text{mm}^2$, muy angostos con $47 \pm 9 \mu\text{m}$ (33-61 μm) de diámetro; elementos de vaso cortos con $294 \pm 50 \mu\text{m}$ (186-414 μm) de longitud; placas de perforación simple, con inclinación de 46 a 67°; punteaduras intervasculares alternas, punteaduras vaso-radio similares a las intervasculares.

Fibras. Fibrotraqueidas con areolas pequeñas, cortas con $704 \pm 104 \mu\text{m}$ (581-964 μm) de longitud, pared gruesa con 7 μm de espesor, diámetro de $23 \pm 2 \mu\text{m}$ (19-28 μm). Fibras con uno y algunas con dos septos.

Parénquima axial. Paratraqueal escaso y apotraqueal difuso. Escaso

Parénquima radial. Pocos radios, 3/mm; heterogéneos tipo I, multiseriados de 4 a 7 células, el cuerpo formado por células cuadradas y márgenes uniseriados de 2 a 4 células erectas, medianos con $3441 \pm 1023 \mu\text{m}$ (2228-5524 μm) de alto, algunos se unen en sus márgenes; los uniseriados formados por células erectas.

Otras características. Anillos de crecimiento poco evidentes (intermedio), apenas delimitados por una banda de 2 hileras de fibras de paredes gruesas y radialmente aplanadas en la madera tardía.

Observaciones y aportaciones: La relación Runkel es de 1.16, sus fibras son de calidad regular para ser empleadas como pulpa para papel.

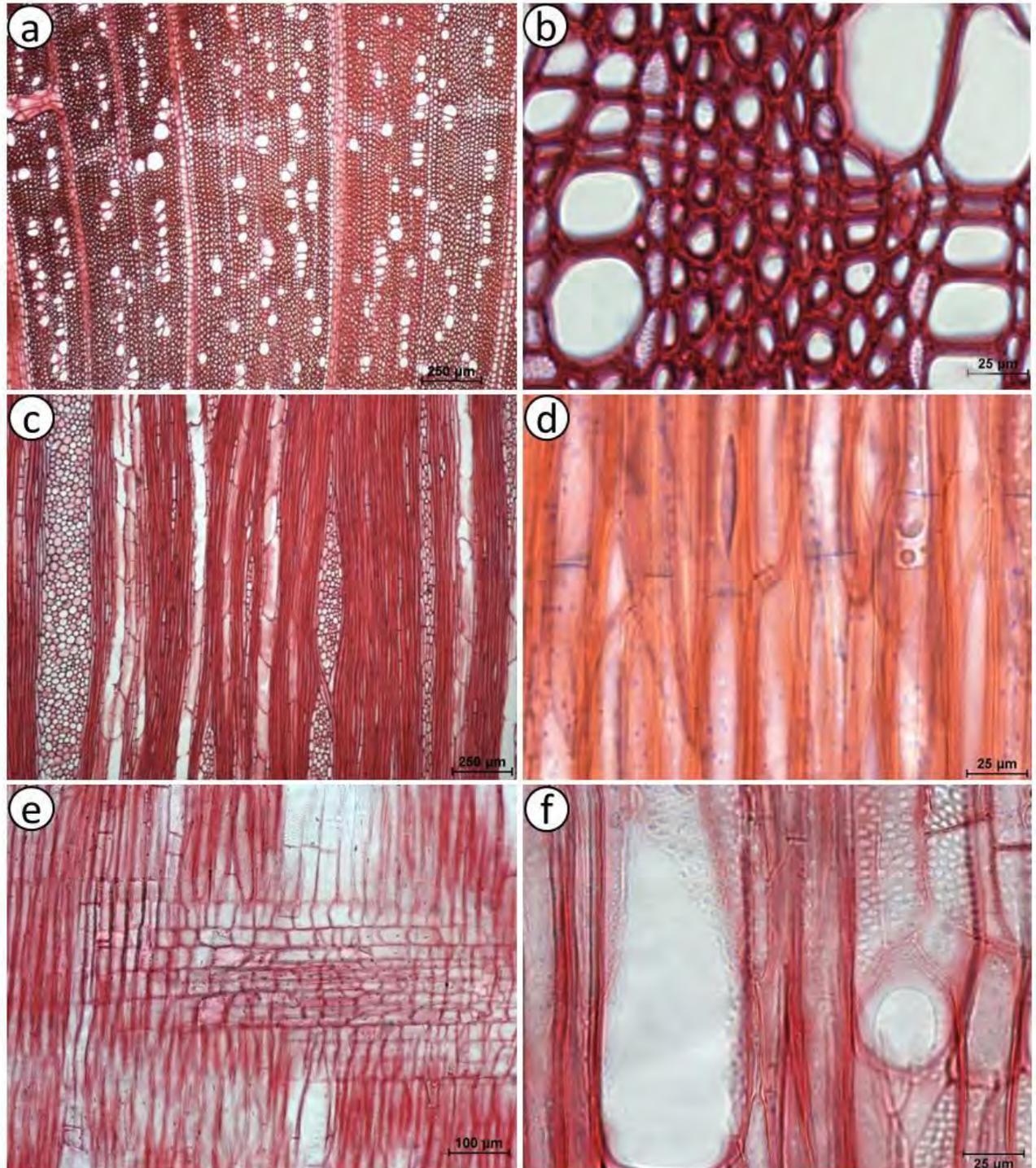


Fig. 12 *Cunila pycnantha*. a y b vista transversal. c, d vista tangencial. e y f vista radial. Escalas a y c 250 μm (4x), e 100 μm (10x), b, d y f 25 μm (40x).

MALVACEAE

Sida haenkeana C. Presl.

Nombres comunes: Axocatzín, huinar huinare.

Distribución y hábitat: Se distribuye desde el sureste de México hasta Centroamérica (con base en la revisión de ejemplares depositados en MEXU: Colima, Distrito Federal, Estado de México, Guanajuato, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, San Luis Potosí, Tlaxcala y Zacatecas). Crece principalmente en vegetación secundaria derivada de bosques de pino y tropicales caducifolios, e menudo en sitios perturbados, en elevaciones de 1900-2450 msnm. Florece durante todo el año.

Características morfológicas: Subarbusto erecto, de =.5 a 1 m de alto, con ramas ascendentes. Hojas: alternas, pecioladas; lámina lanceolado-ovada a rómbica, base cuneada, ápice agudo, margen crenado a espaciadamente serrado. Inflorescencia: flor solitaria axilar, actinomorfas, hermafroditas, pentámera, perianto diclíneo, polipétala, cáliz de 7-9 mm acostillado, corola amarillo-anaranjada de 8-10 mm, pistilo súpero. Fruto: oblato, de 6-7 mm de diámetro (Fryxell, 1993).

Características microscópicas: (Fig. 13 a-f)

Vasos. Porosidad difusa; vasos de contorno redondeados a ligeramente angulosos, principalmente solitarios y múltiples radiales de 2 (3) células, muy numerosos $37/\text{mm}^2$, muy angostos con $39 \pm 4 \mu\text{m}$ (31-46 μm) de diámetro; elementos de vaso cortos con $238 \pm 49 \mu\text{m}$ (181-339 μm) de longitud; placas de perforación simple, con inclinación de 41 a 68°, punteaduras intervasculares alternas, punteaduras vaso-radio aparentemente con punteaduras reducidas aparentemente simples.

Fibras. Libriformes, extremadamente cortas con $483 \pm 95 \mu\text{m}$ (313-721 μm) de longitud, pared muy delgada con 1.5 μm de espesor, diámetro de $18 \pm 4 \mu\text{m}$ (11-28 μm).

Parénquima axial. Paratraqueal escaso y apotraqueal difuso.

Parénquima radial. Radios muy numerosos 13/mm; paedomórficos tipo I, radios uniseriados con altura promedio de $647 \pm 112 \mu\text{m}$ (502-881 μm) formados por células erectas, radios multiseriados de 2-4 células, bajos con $814 \pm 146 \mu\text{m}$ (567-1117 μm) de alto, el cuerpo formado por células cuadradas y/o erectas de menor tamaño en el cuerpo y márgenes uniseriados de 2 a 7 células erectas de mayor tamaño que las del cuerpo.

Otras características. Anillos de crecimiento conspicuos, se delimitan por una banda de 2 a 4 hileras de fibras de paredes gruesas y radialmente aplanadas en la madera tardía.

Observaciones y aportaciones: La relación Runkel es de 0.23, sus fibras son de excelente calidad para ser empleadas como pulpa para papel.

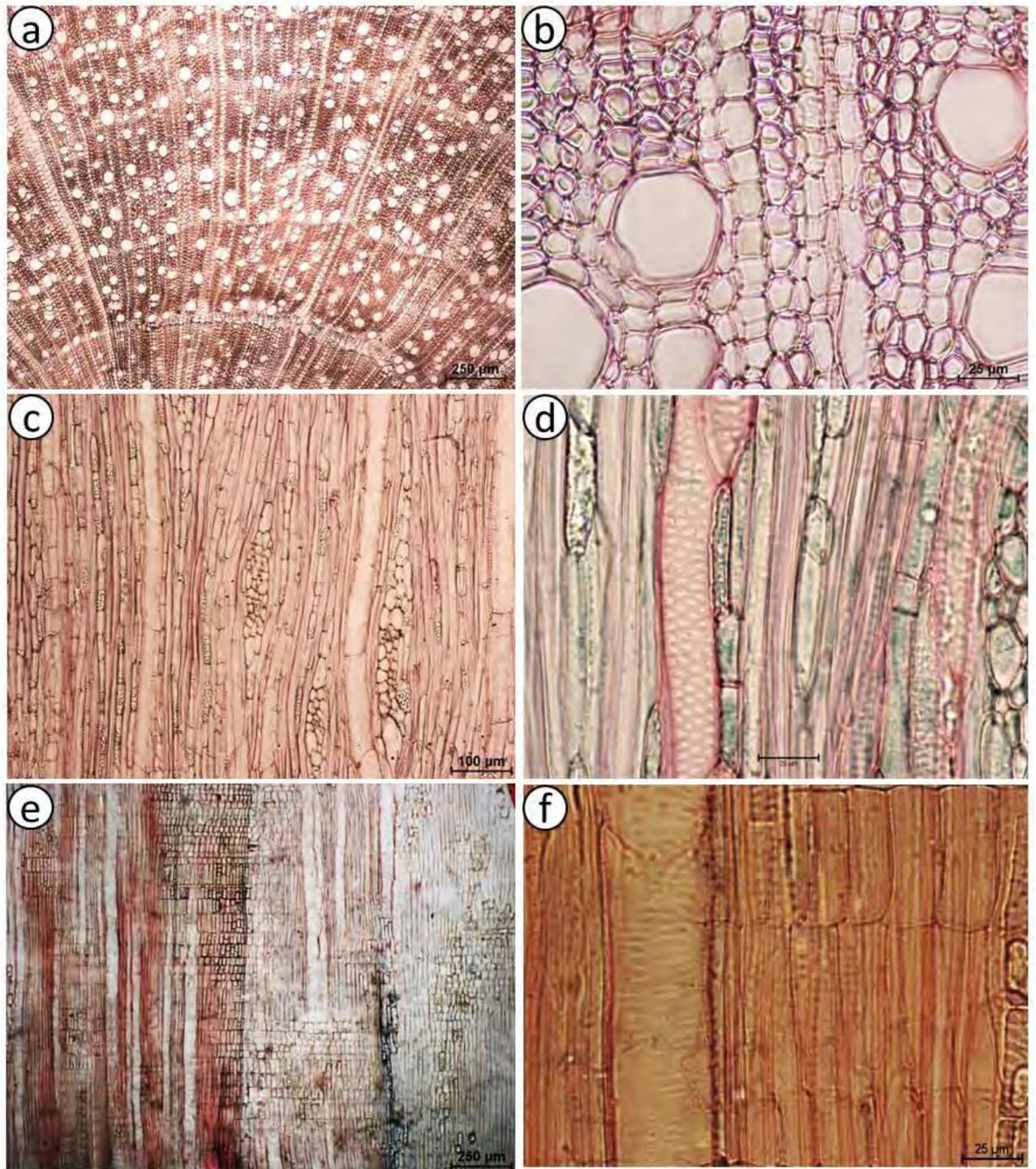


Fig. 13 *Sida haenkeana* . a y b vista transversal. c, d vista tangencial. e y f vista radial. Escalas a, e= 250 μm (4x); c= 100 μm (10x); b, d, f= 25 μm (40x).

Tilia americana* var. *mexicana (Schltdl.) Hardin

Nombres comunes: Crimo, flor de tilia, jonote, jonote blanco, sirimu, tilia, tzirimo.

Distribución y hábitat: Variedad endémica de México, planta del bosque mesófilo de montaña, también en sitios húmedos como cañadas y orillas y arroyos en los bosques de pino-encino y algunos matorrales subtropicales, en elevaciones de 1900 a 2450 msnm. Florece de marzo a junio y fructifica de junio a septiembre. Chihuahua, Coahuila, Colima, Estado de México, Guerrero, Michoacán, Nuevo León, Oaxaca y Sonora.

Características morfológicas: Árbol de 5-20 m de alto. Hojas ovado-elípticas, cortamente acuminadas, por lo común asimétricas en la base, truncadas o cordadas, aserradas, bráctea floral espatulada, fruto en nuez de 4-8 mm de diámetro

Distribución y hábitat: Endémica de México; se distribuye desde el sureste de Canadá hasta el sur de México (con base en la revisión de ejemplares depositados en MEXU: Chihuahua, Coahuila, Colima, Estado de México, Guerrero, Michoacán, Nuevo León, Oaxaca y Sonora). Crece en sitios húmedos como cañadas y orillas y arroyos en bosques mesófilos de montaña, en los bosques de pino-encino y algunos matorrales subtropicales, en elevaciones de 1900 a 2450 msnm. Florece de marzo a junio y fructifica de junio a septiembre.

Características morfológicas: Árbol de 5-20 m de alto, ramillas densamente tomentosas. Hojas: alternas con peciolo de 2 a 4 cm de longitud; lámina ovado-elípticas, de 5-18.5cm de largo por 4-11 cm de ancho, base oblicua, truncadas o cordada, ápice cortamente acuminado, margen aserrado, bráctea floral espatulada. Inflorescencia una cima compuesta terminal. Flores actinomorfas, hermafroditas, pentámera, perianto diclíneo, cáliz y corola ambos polipétalos pistilo ínfero fruto en nuez de 4-8 mm de diámetro (Pérez-Calix, 2009).

Características microscópicas: (Fig. 14 a-g)

Vasos. Porosidad difusa; vasos de contorno ligeramente anguloso, escasos redondeados, principalmente en pares y solitarios, escasamente en cadenas radiales 3 a 4 células y en racimos, muy numerosos $47/\text{mm}^2$, angostos con $75 \pm 6 \mu\text{m}$ ($63\text{-}86 \mu\text{m}$) de diámetro; elementos de vaso cortos con $465 \pm 44 \mu\text{m}$ ($405\text{-}598 \mu\text{m}$) de longitud; placas de perforación simple, con inclinación de 49 a 76° ; punteaduras intervasculares alternas, punteaduras vaso-radio simples más pequeñas que las intervasculares; con engrosamientos helicoidales.

Fibras. Libriformes, medianas con $1515 \pm 222 \mu\text{m}$ ($1077\text{-}1909 \mu\text{m}$) de longitud, pared muy delgada con $4 \mu\text{m}$ de espesor, diámetro de $34 \pm 3 \mu\text{m}$ ($26\text{-}41 \mu\text{m}$).

Parénquima axial. Paratraqueal escaso y apotraqueal difuso y en agregados, regular.

Parénquima radial. Radios moderadamente numerosos, $5/\text{mm}$; heterogéneos tipo II B, multiseriados de 2 a 6 células, el cuerpo formado por células procumbentes y márgenes uniseriados de 1 a 3 células cuadradas o procumbentes de mayor tamaño que las del cuerpo, medianos con $2183 \pm 386 \mu\text{m}$ ($1639\text{-}3990 \mu\text{m}$) de alto, uniseriados de células cuadradas o erectas.

Otras características. Anillos de crecimiento conspicuo se delimitan por una banda de 4-5 hileras de fibras de paredes gruesas y radialmente aplanadas en la madera tardía.

Observaciones y aportaciones: Planta de múltiples usos; la madera se emplea en la construcción, en la manufactura de muebles guitarras, la pulpa para fabricar papel, las fibras para elaborar cordones, la corteza, hojas y flores se recomiendan como

medicinales, se cultiva con fines de ornato y sombra en jardines. La relación Runkel es de 0.66, sus fibras son de buena calidad para ser empleadas como pulpa para papel.

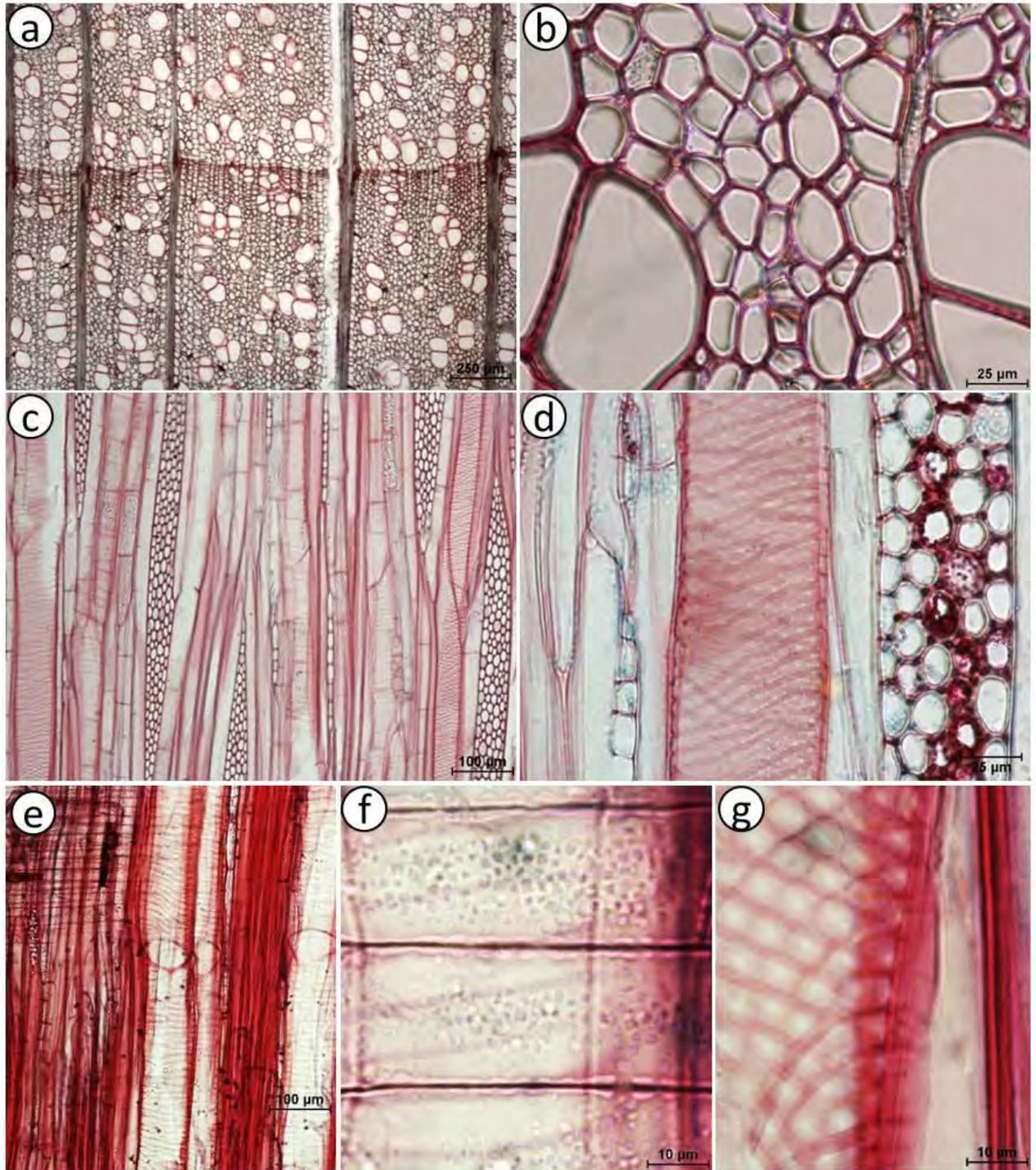


Fig. 14 *Tilia americana* var. *mexicana*. a y b vista transversal. c, d vista tangencial. e, f y g vista radial. Escalas a= 250 μm (4x); c, e= 100 μm (10x); b, d= 25 μm (40x); f ,g= 10 μm (100x).

ONAGRACEAE

Lopezia miniata Lag. ex DC

Nombres comunes: Aretillo, perilla, perita, perlilla

Distribución y hábitat: Se distribuye desde el norte de México hasta Panamá (con base en la revisión de ejemplares depositados en MEXU: Chiapas, Colima, Distrito Federal, Durango, Estado de México, Hidalgo, Guanajuato, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tlaxcala, Veracruz y Zacatecas). Crece en encinares, bosque mesófilo selva baja caducifolia, pastizales y matorrales en elevaciones de 2400 a 2600 msnm.

Características morfológicas: Plantas perennes llegando a ser algo leñosas, por lo común caducas, hasta de 2 m de alto. Hojas alternas, lámina simple, con peciolo de 5 a 45 mm, lámina simple, de longitud por 0.15 a 4 cm de ancho ovadas u oblongo-elípticas a lanceoladas, ápice agudo a subacuminadas, base obtusa, aguda o cuneiforme, margen serrado a sub-entero. Inflorescencia paniculada con los racimos terminales. Flores pequeñas (< a 1 cm), zigomorfas, hermafroditas, tetrámera, perianto diclíneo, cáliz y corola bilabiada; pistilo ínfero. Fruto cápsula subglobosa de 2.5-5 mm de largo por 3-6 mm de ancho, sésil, color café con una gran franja verdosa (Rzedowski, 2001).

Características microscópicas: (Fig. 15 a-h)

Vasos. Porosidad difusa; vasos de contorno anguloso, solitarios y múltiples radiales de 2(3-4) células, muy numerosos $59/\text{mm}^2$, muy angostos con $31 \pm 4 \mu\text{m}$ (25-38 μm) de diámetro; elementos de vaso medianos con $552 \pm 65 \mu\text{m}$ (380-671 μm) de longitud; placas de perforación simple, con inclinación de 61 a 82° punteaduras

intervasculares opuestas reticuladas, punteaduras vaso-radio similares a las intervasculares.

Fibras. Fibrotraqueidas, moderadamente cortas con $726 \pm 89 \mu\text{m}$ (530-852 μm) de longitud, pared muy delgada con $3 \mu\text{m}$ de espesor, diámetro $23 \pm 3 \mu\text{m}$ (19-31 μm). Fibras con paredes gelatinosas.

Parénquima axial. Paratraqueal escaso.

Parénquima radial. Radios numerosos, 8/mm; paedomórficos tipo III, escasos con porciones biseriadas, algunas veces del mismo ancho que las uniseriadas, en los extremos células erectas, muy bajos con $912 \pm 127 \mu\text{m}$ (606-1143 μm) de alto, los uniseriados de 14-20 células cuadradas y erectas muy bajos con $657 \pm 70 \mu\text{m}$ (525-802 μm) de alto.

Otras características. Anillos de crecimiento conspicuo que se delimitan por una banda de 2 a 7 hileras de fibras de paredes gruesas y ligeramente aplanadas radialmente en la madera tardía.

Observaciones y aportaciones: La relación Runkel es de 0.33, sus fibras son de muy buena calidad para ser empleadas como pulpa para papel.

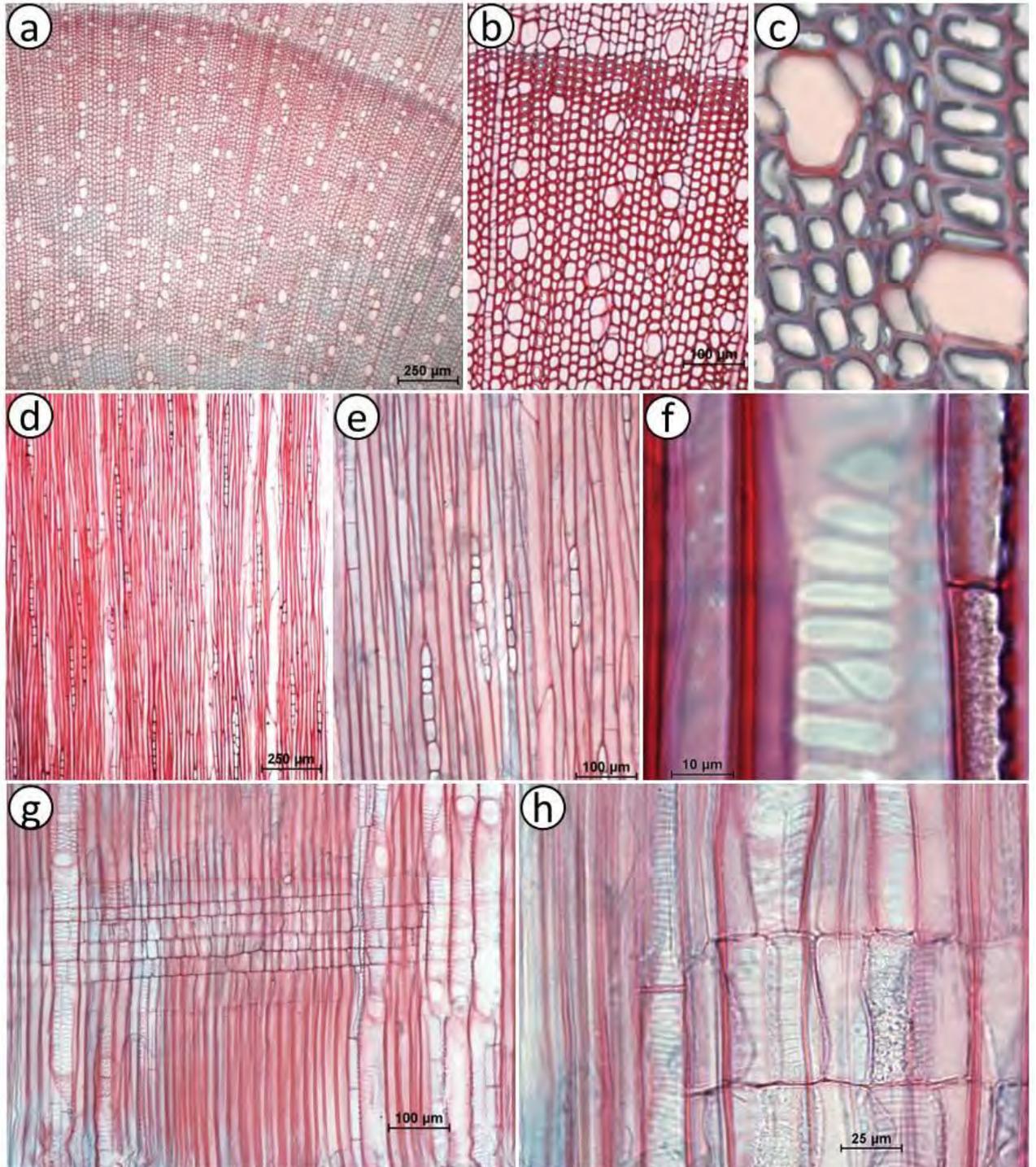


Fig. 15 *Lopezia miniata*. a, b y c vista transversal. d, e y f vista tangencial. g y h vista radial. Escalas a, d= 250 μm (4x); b, e, g= 100 μm (10x); h= 25 μm (40x); c, f= 10 μm (100x).

PENTAPHYLACACEAE

Cleyera integrifolia (Benth.) Choisy.

Nombres comunes: balero, capulín de virgen, garambullo, limoncillo, aceituna, naranjillo, palo prieto, palo verde, tilia roja, cueng, tchcari-charapiti.

Distribución y hábitat: Endémico de México; se distribuye en el occidente y suroeste del país (con base en la revisión de ejemplares depositados en MEXU: Colima, Durango, Estado de México, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Morelos, Oaxaca y Sinaloa). Crece con frecuencia en cañadas húmedas de encinares, pinares y bosques mesófilos, en elevaciones de 2200-3050 msnm. Florece de octubre a marzo a veces desde agosto y fructifica de diciembre a agosto.

Características morfológicas: Árbol de 5 a 12 (15) m de alto, perennifolio; ramas ascendentes, café. Hojas alternas, con peciolo de 3-6 (10) mm de longitud; lámina simple elíptica o elíptica oblonga, de (4) 6 a 13 (16.5) cm de longitud por 2 a 4.5 cm de ancho, base obtusa o aguda, ápice agudo o cortamente acuminado, margen entero algunas veces con dientes hacia la base; lustrosa, pálida en el envés. Inflorescencia solitaria, axilar. Flores pequeñas (< a 1 cm), actinomorfas, hermafroditas, pentámera, perianto diclíneo, cáliz y corola ambos polipétalos, pistilo súpero. Fruto drupáceo, de 8-10 mm de largo, 6-8 mm de diámetro, ovoide-globoso, café brillante (Carranza-González, 1999).

Características microscópicas: (Fig. 16 a-f)

Vasos. Porosidad difusa; vasos de contorno anguloso, principalmente solitarios y algunos múltiples radiales de 2 (3-4) células, muy numerosos $53/\text{mm}^2$, angostos con $58 \pm 5 \mu\text{m}$ (49-71 μm) de diámetro, elementos de vaso muy largos con $1595 \pm 300 \mu\text{m}$

(1027-2154 μm) de longitud; placas de perforación escalariforme con 35 a 60 barras, con inclinación de 69 a 82°; punteaduras intervasculares escalariforme; punteaduras vaso-radio similares a las intervasculares.

Fibras. Fibrotraqueidas; muy largas con $2275 \pm 281 \mu\text{m}$ (1394-2658 μm) de longitud, pared gruesa con 11 μm de espesor, diámetro de $37 \pm 7 \mu\text{m}$ (23-49 μm).

Parénquima axial. Paratraqueal escaso y apotraqueal difuso.

Parénquima radial. Radios muy numerosos 13/mm; heterogéneos tipo I, multiseriados de 2 a 3 (4) células, el cuerpo formado por células procumbentes y márgenes uniseriados de 1 a 18 células erectas, bajos con $1441 \pm 324 \mu\text{m}$ (1097-1885 μm) de alto, los uniseriados formados por células erectas, frecuentemente se unen entre sus márgenes.

Otras características. Anillos de crecimiento conspicuo, se delimitan por una banda de 3 a 6 hileras de fibras de paredes gruesas y radialmente aplanadas en la madera tardía.

Observaciones y aportaciones: La madera se ha utilizado en la fabricación de algunas partes de guitarras, de cajas y muebles así como en la elaboración de molinillos y cucharas, frutos comestibles. La relación Runkel es de 1.29, sus fibras son de calidad regular para ser empleadas como pulpa para papel.

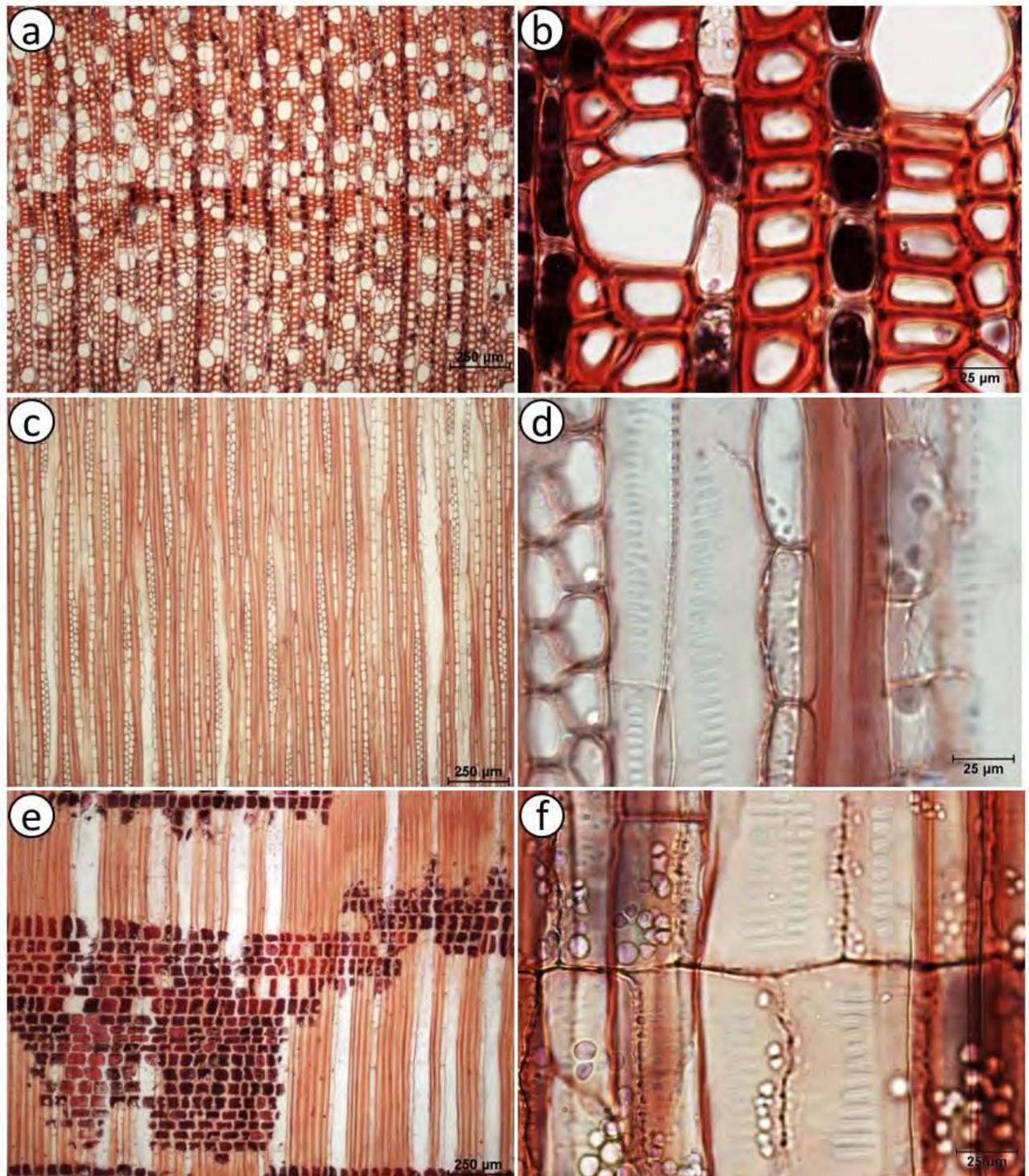


Fig. 16 *Cleyera integrifolia*. a y b vista transversal. c y d vista tangencial. e y f vista radial. Escalas a, c, e= 250 μm (4x); b, d, f= 25 μm (40x).

POLYGALACEAE

Monnina ciliolata Sessé & Moc. Ex DC.

Nombres comunes: monnina

Distribución y hábitat: Se distribuye de Estados Unidos a Chile, en México solo hay una especie (con base en la revisión de ejemplares depositados en MEXU: Colima, Distrito Federal, Estado de México, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Querétaro y Sinaloa). Crece en bosques de pino, oyamel, encinares y bosque mesófilo de montaña, en elevaciones de 2400-23100 msnm.

Características morfológicas: Plantas arbustivas, ramas piloso-tomentosas. Hojas: alternas con pecíolo de 1-5 mm de longitud, lámina simple, elíptica, obovado o lanceolado-elíptica, de 3 a 9.5 cm de longitud por 0.7 a 3 cm de ancho, base cuneada, ápice acuminado o mucronado, margen entero, piloso. Inflorescencia en racimos cónicos o cilíndrico-cónicos terminales y axilares. Flores pequeñas (< a 1 cm), zigomorfas, hermafroditas; 5 sépalos, 3 externos libres o unidos en la base, y 2 internos (alas) más grandes que los externos, 3 pétalos, uno en el interior formando la quilla, los 2 superiores alargados o ligulados unidos al tubo estaminal, perianto diclíneo, cáliz y corola ambos polipétalos; pistilo súpero. Fruto samaroide o drupáceo, elipsoide, obtuso de 4.5-7.5 mm de largo, 3-5 mm de ancho, carnoso, marginado, rugoso-reticulado (Rzedowski, 2001).

Características microscópicas: (Fig. 17 a-f)

Vasos. Porosidad difusa; vasos de contorno anguloso, solitarios y en grupos de 2, frecuentemente forman largas cadenas de hasta de 10 células, muy numerosos $43/\text{mm}^2$, con dos diferentes diámetros, angostos con $50 \pm 10 \mu\text{m}$ (40-70 μm) de diámetro y muy angostos con $27 \pm 4 \mu\text{m}$ (19-32 μm) de diámetro, elementos de vaso medianos con 641

$\pm 188 \mu\text{m}$ (403-930 μm) de longitud; placas de perforación simple, con inclinación de 49 a 85°, punteaduras intervasculares alternas, punteaduras vaso-radio similares a las intervasculares.

Fibras. Libriformes; medianas con $1070 \pm 131 \mu\text{m}$ (843-1376 μm) de longitud, pared muy gruesa con 10 μm de espesor, diámetro de $28 \pm 5 \mu\text{m}$ (19-37 μm), presencia de fibras gelatinosas. Paredes con engrosamientos helicoidales.

Parénquima axial. Paratraqueal escaso.

Parénquima radial. Radios numerosos, 8/mm; paedomórficos tipo I, multiseriados de 2 (3) células, bajos con $1795 \pm 388 \mu\text{m}$ (1319-2818 μm) de alto, el cuerpo formado por células erectas y márgenes uniseriados de 1 a 7 células erectas, los uniseriados bajos con $1162 \pm 150 \mu\text{m}$ (925-1478 μm) de alto; formados por células erectas.

Otras características. Anillos de crecimiento conspicuos, se delimitan por una banda de 3 a 6 hileras de fibras de paredes gruesas y radialmente aplanadas y de vasos pequeño en la madera tardía.

Observaciones y aportaciones: La relación Runkel es de 3.33, sus fibras son de mala calidad para ser empleadas como pulpa para papel.

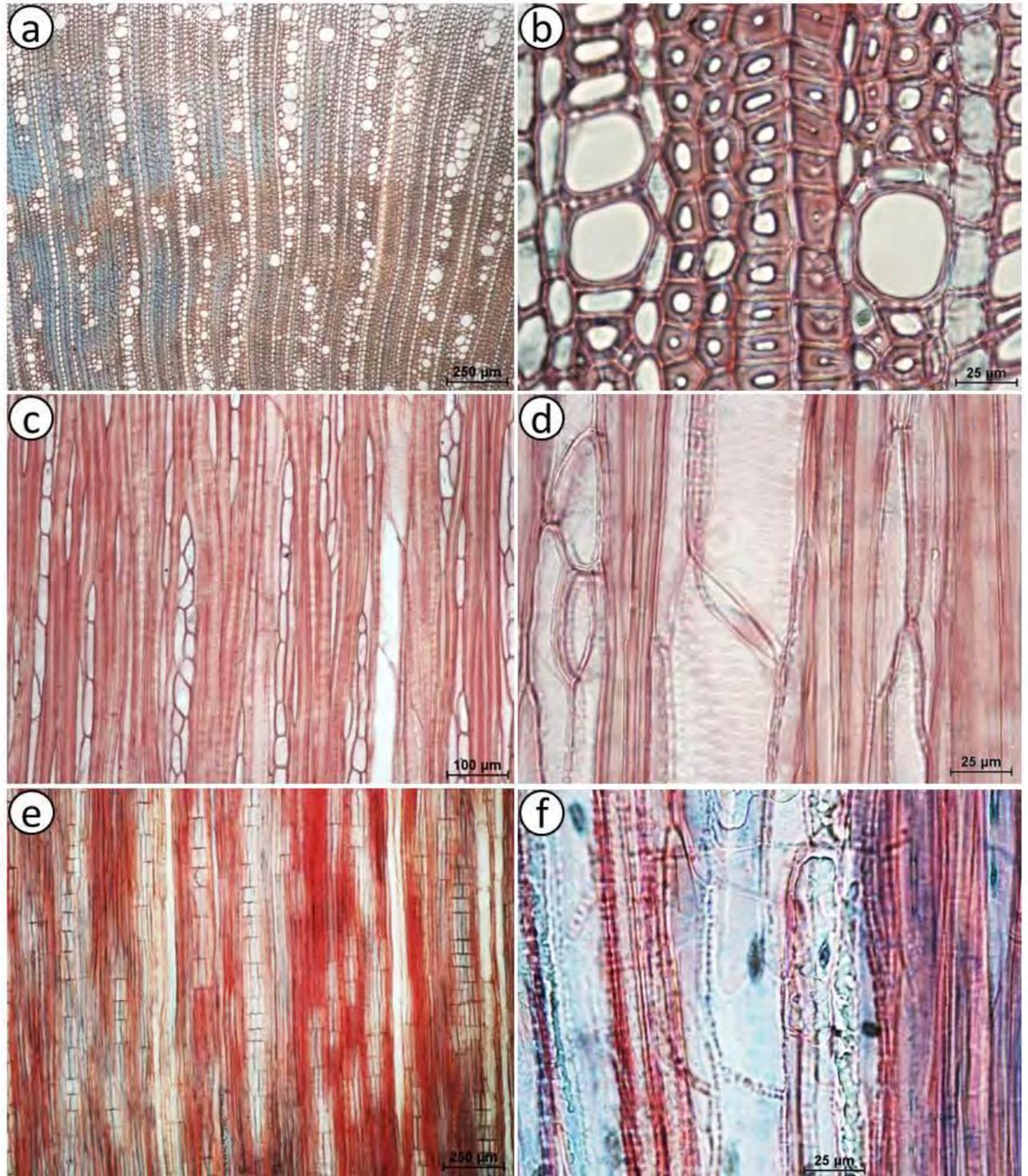


Fig. 17 *Monnina ciliolata*. a y b vista transversal. c y d vista tangencial. e y f vista radial. Escalas a, e= 250 μm (4x); c= 100 μm (10x); b, d, f=25 μm (40x).

RHAMNACEAE

Rhamnus hintinii MC. Johnst. & LA. Johnst.

Nombres comunes: Rhamnus

Distribución y hábitat: Se distribuye en el occidente y centro del país (con base en la revisión de ejemplares depositados en MEXU: Colima, Estado de México, Jalisco y Michoacán). Crece en laderas húmedas en bosques de encino, pino, mesófilo de montaña, en laderas húmedas, en elevaciones de 2200-2500 msnm. Florece de junio a julio.

Características morfológicas: Arbusto o pequeño árbol de hasta 4.5m de alto, ramas con pubescencia gris oscura y cicatrices de las hojas prominentes. Hojas: alternas, con pecíolo de 4 a 20 mm de longitud, pubescente; lámina simple, elíptica, elíptica-obovada u oblonga, de 8 a 11.6 cm de longitud por 3 a 4.6 cm de ancho, base cuneada a redondeada, ápice acuminado o agudo, margen conspicuamente aserrado o dentado con dientes irregulares, haz con pubescencia esparcida entre las venas. Inflorescencia las umbelas sésiles de 3 flores axilares. Fruto drupáceo, 6-8 mm de ancho, de 1-3 por axila. Flores pequeñas (< a 1 cm), actinomorfas, hermafroditas, pentámera, cáliz campanulado y pistilo súpero (Fernández-Nava, 1996).

Características microscópicas: (Fig. 18 a-f)

Vasos. Porosidad semianular; vasos de contorno redondeado a ligeramente angulosos, principalmente solitarios y múltiples radiales de 2 (3-4), en la madera tardía se forman cadenas radiales de vasos angostos hasta de 4 células; numerosos, 24/mm², angostos con $87 \pm 8 \mu\text{m}$ (70-101 μm) de diámetro, elementos de vaso medianos con $423 \pm 72 \mu\text{m}$ (285-575 μm) de longitud; placas de perforación simple, con inclinación de

53-76°; punteaduras intervasculares alternas, punteaduras vaso-radio similares a las intervasculares.

Fibras. Libríformes, algunas septadas de 2-3 septos, moderadamente cortas con $891 \pm 109 \mu\text{m}$ (704-1097 μm) de longitud, pared gruesa con 4 μm de espesor, diámetro de $14 \pm 2 \mu\text{m}$ (9-20 μm).

Parénquima axial. Paratraqueal escaso y apotraqueal difuso.

Parénquima radial. Radios moderadamente numerosos, 7/mm; heterogéneos tipo I, multiseriados de 2 a 3 (4) células, el cuerpo formado por células procumbentes y márgenes uniseriados de 2 a 7 células erectas, bajos con $402 \pm 56 \mu\text{m}$ (328-523 μm) de alto; los uniseriados formados por células erectas.

Otras características. Anillos de crecimiento conspicuos, se delimitan por una banda de 7 a 9 (10) hileras de fibras de paredes gruesas y radialmente aplanadas y cadenas radiales de vasos angostos hasta de 4 células en la madera tardía, el cambio es gradual a lo largo del anillo.

Observaciones y aportaciones: La relación Runkel es de 1, sus fibras son de buena calidad para ser empleadas como pulpa para papel.

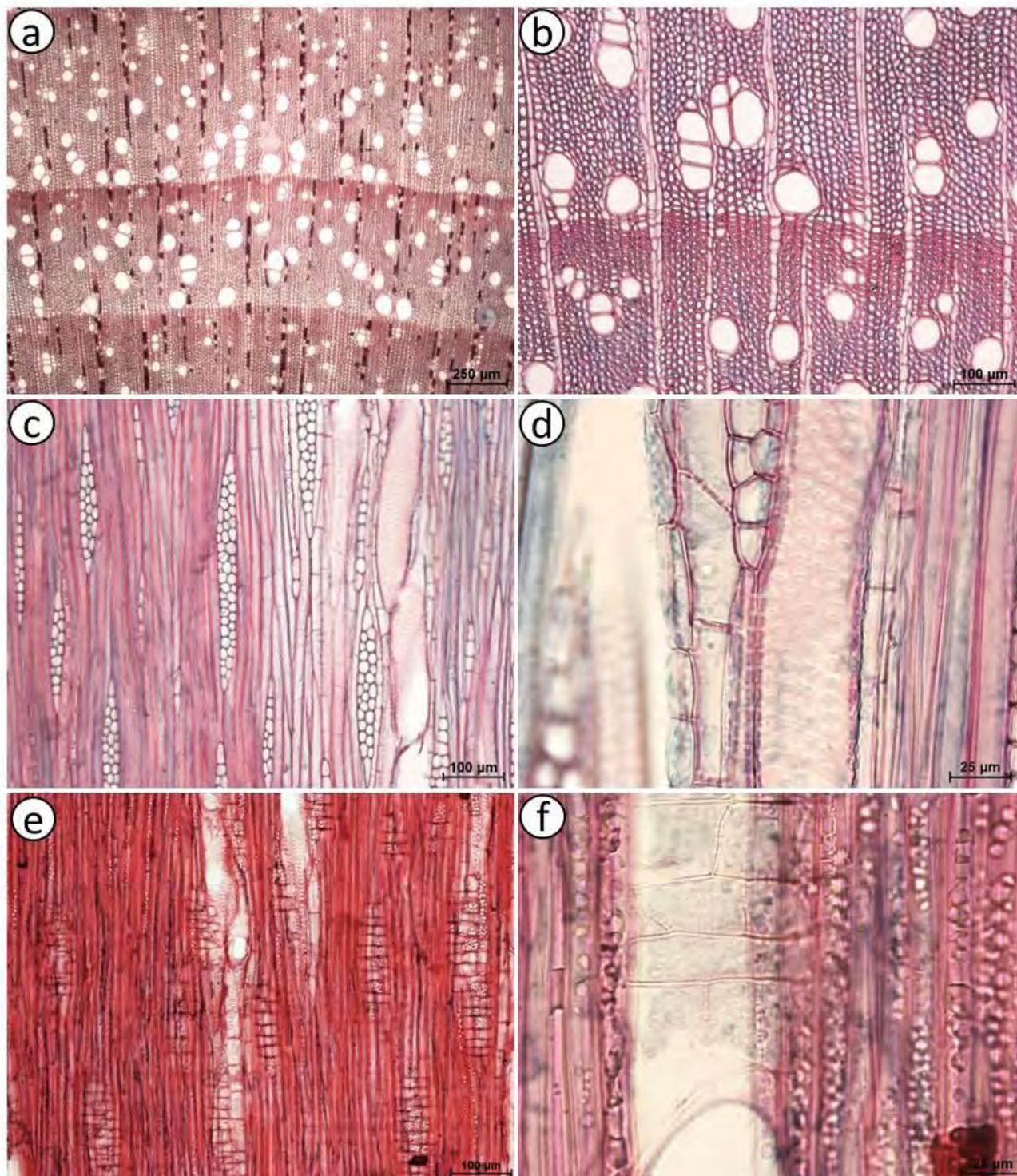


Fig. 18 *Rhamnus hintonii*. a y b vista transversal. c y d vista tangencial. e y f vista radial. Escalas a= 250 μm (4x); b, c, e= 100 μm (10x); d, f= 25 μm (40x).

SCHOEPFIACEAE

Schoepfia schreberi J.F. Gmel.

Nombres comunes: Coloradillo, limoncillo, palo de hamaca, sinatuán tecolotillo, palo de golpe.

Distribución: Se distribuye desde el sur de los Estados Unidos hasta el centro y sur de América (con base en la revisión de ejemplares depositados en MEXU: Campeche, Chiapas, Guanajuato, Guerrero, Jalisco, Estado de México, Michoacán, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tamaulipas, Veracruz y Yucatán). Crece en vegetaciones secundarias en bosque tropical caducifolio, matorrales, encinares, mesófilos y tropicales subcaducifolios, en elevaciones de 600-1350 msnm. Florece de agosto a marzo y fructifica en abril.

Características morfológicas:

Arbusto o arbolito de 2 a 5 m de alto, ramas extendidas, ramillas subangulosas blanquecinas. Hojas: alternas, con pecíolo de 5mm de longitud, lámina simple, ovadas a lanceoladas, de 3-13 cm de largo y 1.5-5 cm de ancho, base obtusa a cuneada borde entero-ondulado, ápice acuminado o agudo, margen entero a ondulado, nervadura media evidente en ambas caras, prominente sobre el envés. Inflorescencia dispuesta en fascículos axilares de las hojas. Flores individuales pequeñas (< a 1 cm), actinomorfas, hermafroditas, tetrámera, perianto diclíneo, cáliz y corola ambos simpétalos, campanulada; pistilo súpero. Fruto drupáceo, subovoide o elipsoide de 10-13 mm de largo, 7-8 mm de ancho, rosado anaranjado o rojo (Rzedowski, 1995).

Características microscópicas (Fig. 19 a-g)

Vasos. Porosidad difusa; vasos de contorno redondeado, principalmente múltiples radiales de 2 células y frecuentemente 1 y 3, numerosos 30/mm²; angostos con diámetro de $57 \pm 5 \mu\text{m}$ (48-70 μm); elementos de vaso extremadamente cortos de

134 ± 15 µm (111-174µm) de longitud; placas de perforación simple, con inclinación de 40 a 62°; punteaduras intervasculares alternas, punteaduras vaso-radio con bordes reducidos aparentemente simples.

Fibras. Libriformes, medianas con 1234 ± 154 µm (856-1500 µm) de longitud, pared muy gruesa con 5 µm de espesor, diámetro de 16 ± 3 µm (12-23µm) y lumen de 7 ± 1 µm (4-9 µm).

Parénquima axial. Paratraqueal aliforme y aliforme confluyente, apotraqueal difuso.

Parénquima radial. Radios moderadamente numerosos, 7/mm; homogéneos tipo I uniseriados y biseriados, formados por células procumbentes, bajos con 201 ± 25 µm (158-244 µm) de alto, los uniseriados son escasos, formados por células procumbentes.

Otras características. Anillos de crecimiento conspicuo, se delimitan por una banda de 2 a 4 hileras de fibras de paredes gruesas y radialmente aplanadas en la madera tardía.

Observaciones y aportaciones. La corteza de los tallos se utiliza como tratamiento de inflamaciones por golpes en bovinos. La relación Runkel es de 1.4, sus fibras son de calidad regular para ser empleadas como pulpa para papel.

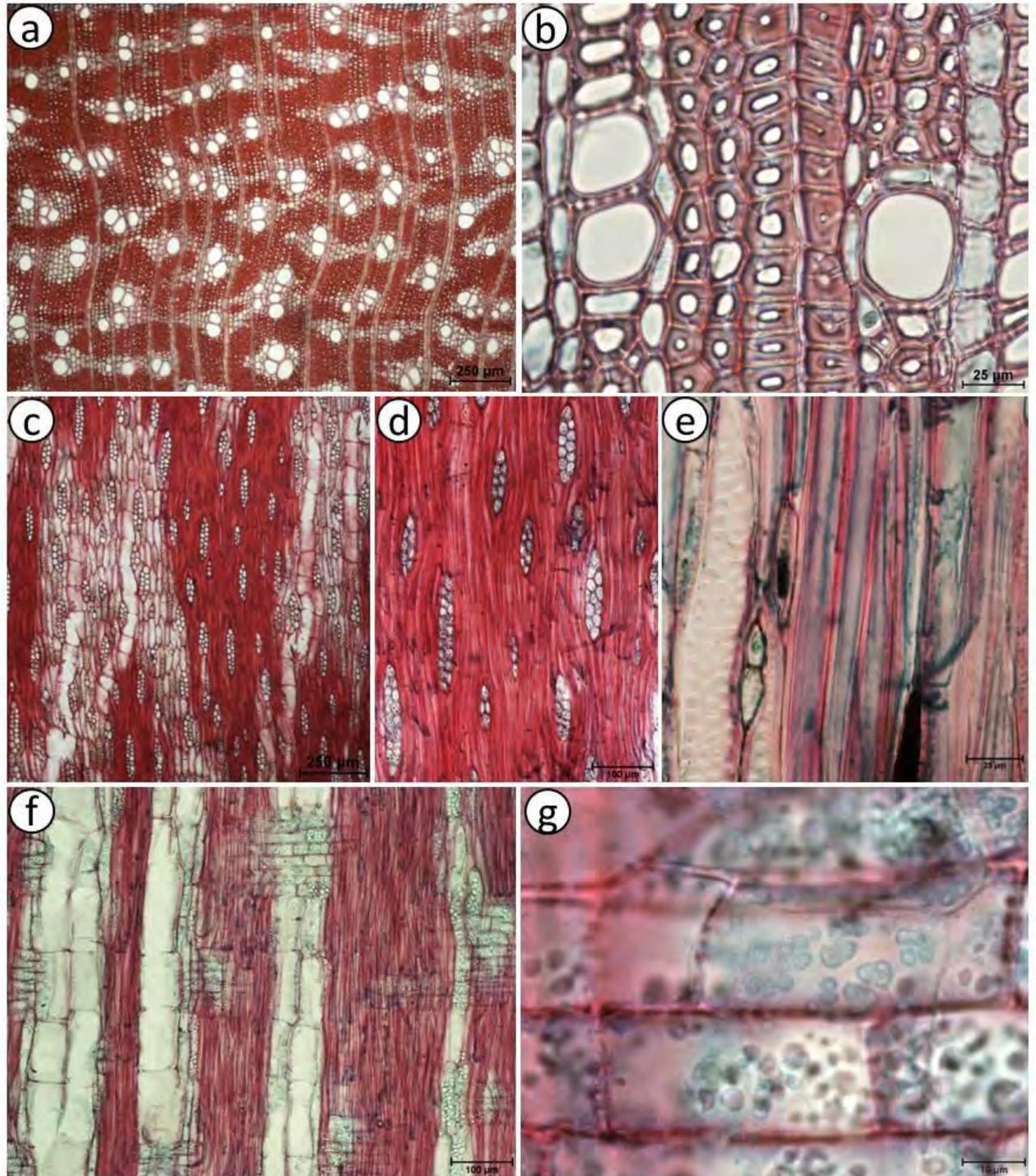


Fig. 19 *Schoepfia schreberi*. a y b vista transversal. c, d y e vista tangencial. f y g vista radial. Escalas a, c 250 μm (4x); d, f= 100 μm (10x); b, e= 25 μm (40x); g= 10 μm (100x).

SYMPLOCACEAE

Symplocos citrea Lex. ex La Llave & Lex.

Nombres comunes: aile, garrapato, jaboncillo, jaboncillo blanco, palo blanco, mamuyo, memelita, tchcari-urapiti, urápit ucu, uruapiti akun.

Distribución y hábitat: Endémica de México; se distribuye en las zonas montañosas del eje neovolcánico transversal de México (con base en la revisión de ejemplares depositados en MEXU: Colima, Distrito Federal, Estado de México, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Nayarit y Oaxaca). Crece en encinares con afinidades mesófilas, bosques de pino, crece principalmente en cañadas húmedas, en elevaciones de 2100- 2650 msnm. Florece de septiembre a diciembre, y los frutos persisten hasta la siguiente estación.

Características morfológicas: Árbol perennifolio, de 4 a 10 (15) m de alto, ramillas jóvenes con pubescencia café-rojiza. Hojas: alternas, lámina simple oblongo-obovada de 3 a 17.5 cm de longitud por 3 a 7 cm de ancho, base redondeada a cuneada, ápice agudo a cortamente acuminado, margen finamente aserrado. Inflorescencias en fascículos axilares de 2 a 6 flores subséciles, aromáticas. Flores pequeñas (< a 1 cm), actinomorfas, hermafroditas, pentámera, perianto diclíneo, cáliz gamosépalo, lobulado y corola simpétala, campanulada; pistilo súpero. Fruto drupa cilíndrica, color azul oscuro o negruzco en la madurez (Díaz, 1993).

Características microscópicas: (Fig. 20 a-g)

Vasos. Porosidad difusa; vasos de contorno anguloso, principalmente solitarios y múltiples radiales de 2 (3) células, numerosos, 23/mm², angostos con $79 \pm 7 \mu\text{m}$ (63-89 μm) de diámetro, elementos de vaso muy largos con $1486 \pm 200 \mu\text{m}$ (1155-1781 μm) de longitud; placas de perforación escalariforme con 16 a 38 barras, con inclinación de 58

a 83°; punteaduras intervasculares escalariformes, punteaduras vaso a radio opuestas a escalariformes.

Fibras. Fibrotraqueidas; moderadamente largas con $1982 \pm 311 \mu\text{m}$ (1460-2610 μm) de longitud, pared muy delgada con 8 μm de espesor, diámetro de $41 \pm 10 \mu\text{m}$ (22-60 μm).

Parénquima axial. Paratraqueal escaso y apotraqueal difuso y difuso en agregados.

Parénquima radial. Radios numerosos, 9/mm; heterogéneos tipo IIB, multiseriados de (2)5(6) células, el cuerpo formado por células procumbentes y márgenes uniseriados de 2 a 11 células erectas, bajos con $1315 \pm 138 \mu\text{m}$ (1074-1573 μm) de alto, algunos se unen en sus márgenes; los uniseriados formados por células erectas.

Otras características. Anillos de crecimiento poco evidentes, se delimitan por una banda de 2 a 4 (6) hileras de fibras de paredes algo gruesas y ligeramente aplanadas en la madera tardía.

Observaciones y aportaciones: La madera se usa en la elaboración de cucharas y muebles chicos, fruto comestible. La relación Runkel es de 0.70, sus fibras son de buena calidad para ser empleadas como pulpa para papel.

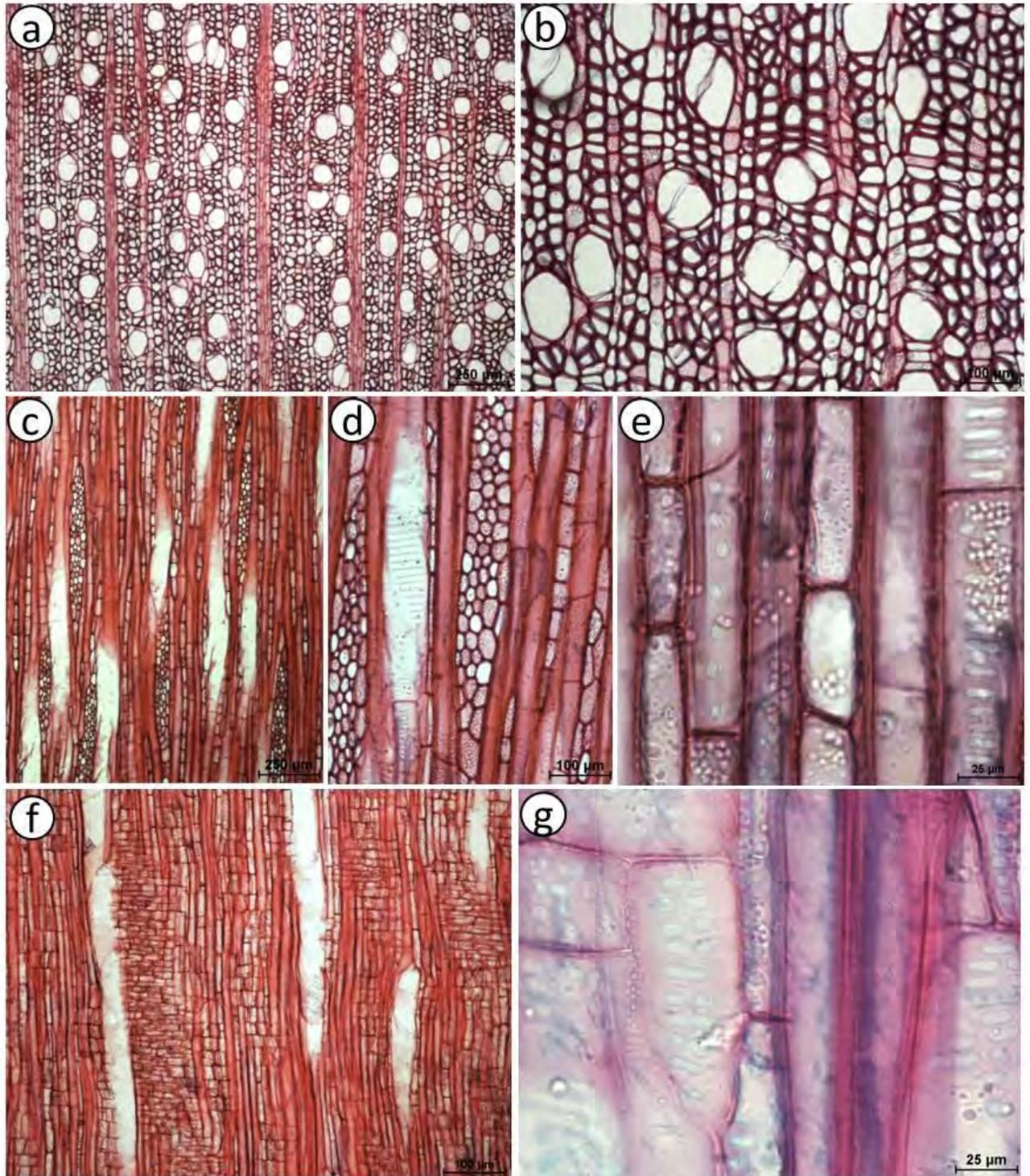


Fig. 20 *Symplocos citrea*. a y b vista transversal. c, d y e vista tangencial. f y g vista radial. Escalas a, c= 250 μm (4x); b, d, f= 100 μm (10x); e, g= 25 μm (40x).

Discusión

En esta investigación 11 de las 18 especies descritas no tienen registro de estudios anatómicos previos y en los arbustos son aún más escasos, por lo que los datos comparativos proporcionados aquí son de gran interés para marcar algunos modelos en la dinámica anatómica del xilema secundario en las especies de este bmm. Anillos de crecimiento conspicuos se aprecian en 15 especies (83%). Estos siguen el patrón general registrado para otras localidades de bmm, esto es, son angostos y están formados por bandas de fibras de paredes gruesas y aplanadas radialmente en la madera tardía; sin embargo, cierta diversidad de arreglos se muestran. En *A. cherimola* y *R. hintonii* el grosor de la pared de las fibras va aumentando progresivamente hacia la madera tardía, de tal manera que los anillos se observan graduales; en cinco especies (*A. areolaris*, *A. angustissima*, *G. laurifolia*, *M. ciliolata* y *R. hintonii*) la banda de fibras en la madera tardía se acompaña con un diámetro menor de los vasos con respecto a los de la madera temprana; sólo *A. angustissima* presenta parénquima axial marginal que delimita al anillo de crecimiento. Tres especies (17%) tienen anillos de crecimiento “intermedio” (*C. hartwegii*, *C. pycnantha* y *S. citrea*). Esta condición se reconoce cuando los anillos parecen evidentes macroscópicamente, pero son inconspicuos observados bajo microscopio (IAWA, 1989). A diferencia de lo observado aquí, en otras localidades de bmm, los anillos de crecimiento conspicuos se presentan en un menor porcentaje de especies, como lo notan Aguilar-Rodríguez y Barajas-Morales (2005) para un bmm de Mexicapan, en el Estado de México. Lo anterior sugiere que la formación de dichos anillos parece estar relacionada con los aspectos climáticos particulares de cada zona, así como con los taxa que componen a cada paraje. Los resultados aquí presentados coinciden más con los de Aguilar-Alcántara et al. (2014) y Aguilar-Rodríguez y Castro Plata (2006) quienes encontraron que en el 92 % y 67% respectivamente de los taxa que

ellos estudiaron, los anillos de crecimiento están presentes. Se dice que los anillos se forman debido a la estacionalidad climática que se da a lo largo del año; para las regiones tropicales secas de México éstos se forman por la diferencia de humedad entre la época de lluvia y la de sequía (Srur y Villalba, 2009). Sin embargo, otros factores pueden contribuir en dicha formación; por ejemplo, los fitogeográficos, en donde se dice que los anillos están presentes en especies de origen boreal, mientras que las que muestran anillos poco evidentes o ausentes, se relacionan con orígenes meridionales (Aguilar-Rodríguez y Barajas Morales, 2005). Otros estudios refieren aspectos como es la fenología foliar (Ingo y Banks, 2006). Por ello, componentes ambientales, fitogeográficos, o propios de la misma especie, pueden estar ejerciendo una influencia multifactorial para la formación o no de los anillos de crecimiento en un taxón determinado. Analizando posibles contrastes entre árboles y arbustos, al parecer no existe una diferencia notable en el porcentaje de especies que los presentan; nueve de las 10 especies arbustivas desarrollan anillos de crecimiento y de las ocho de hábito arbóreo en seis están presentes. Al respecto Villaseñor (2010) menciona que la mayoría de las especies del estrato arbustivo en estos bosques son de origen meridional; entonces el hecho de que 90% de las especies de arbustos presente anillos de crecimiento conspicuos, no se explica con base en su origen fitogeográfico. El análisis de los anillos de crecimiento y sus características todavía es tema actual, a partir del cual se puede apoyar en la resolución de interrogantes que conciernen a los estudios ambientales. Parece ser ignorado aún el hecho de que la edad de los arbustos se puede determinar mediante el examen de sus anillos de crecimiento y que su estudio puede aportar conocimiento en la conservación biológica (Schweingruber y Poschlod, 2005). La porosidad se presentó difusa en la mayoría de las especies (72%) y semianular en el 28%; estos resultados son similares a los trabajos realizados en el bosque mesófilo de

montaña de otras localidades de México (Aguilar-Rodríguez *et al.*, 2000; Castro-Plata y Aguilar-Rodríguez, 2006; Aguilar-Alcántara *et al.*, 2014; Ramírez-Ferreiro, 2015). De acuerdo con Carlquist (1988), la porosidad difusa es común para maderas con ambientes sin mucha variación estacional. Por ello, en otras zonas con clima cálido y elevada humedad ambiental, como son las selvas altas perennifolias, se observan resultados similares a los del bmm, como se muestra en el trabajo de Barajas-Morales *et al.* (1997). Comparando entre árboles y arbustos de la zona de estudio, se muestran porcentajes similares entre ambas formas de vida, esto es, 75% de los árboles y 70% de los arbustos forman porosidad difusa. Ciertas diferencias porcentuales se aprecian si se compara con un matorral xerófilo de Tehuacán, Puebla (Abundiz-Bonilla *et al.*, 2004), en donde alrededor de la mitad de las especies en esa zona, muestra porosidad difusa; esos autores describen 26 árboles y 17 arbustos, 57% de los árboles y 40 % de los arbustos con porosidad difusa. Con las anteriores comparaciones se puede apreciar una tendencia de las maderas del bmm a presentar porosidad difusa, pero no hay diferencias notables entre árboles y arbustos. Sin embargo, a diferencia de las especies de matorral xerófilo (con 21% de sus especies) es de notar la ausencia de porosidad anular en el bmm. Habría que abarcar mayor número de especies de la localidad de estudio para confirmar la ausencia de maderas con porosidad anular, o si esta condición se presenta, saber en qué casos existe.

Los vasos son principalmente solitarios, numerosos (5-20/mm²) y con diámetros angostos de entre 25 y 100 μm (Chattaway, 1932), lo que concuerda con estudios realizados para otras zonas donde prospera el bmm (Aguilar-Rodríguez *et al.*, 2000); Abundiz-Bonilla *et al.*, 2004; Castro-Plata y Aguilar-Rodríguez., 2006; Aguilar-Alcántara *et al.*, 2014; Ramírez-Ferreiro, 2015). Estos resultados muestran ciertas diferencias con los obtenidos para otro tipo de comunidades vegetales, por ejemplo,

para una selva alta perennifolia Barajas-Morales *et al.* (1997) registran vasos medianamente numerosos ($5-20/\text{mm}^2$; Chattaway, 1932) y con un diámetro mediano ($359-758 \mu\text{m}$) en el 60% de sus especies; resultados esperados para este tipo de climas (Carlquist, 1988). Con respecto a la longitud de los elementos de vaso, se muestran porcentajes cercanos a los registros llevados a cabo en otros bosques nublados, en los cuales se muestra una tendencia a la presencia de longitudes medianas y largas (Carlquist, 1988). En este estudio 61% de las especies los presentaron medianos y largos y en 39% son cortos. Posiblemente el valor del porcentaje de elementos de vaso cortos en el área de estudio se debe a la inclusión de varias formas arbustivas. Sin embargo, no siempre se guarda una relación alométrica entre el tamaño de los individuos y la longitud de los elementos celulares, como se muestra en *V. loeseneri* y *R. hintonii* (ambos arbustos con 3 m de alto) cuyos elementos de vaso tienen una longitud promedio de $1171 \mu\text{m}$ y $891 \mu\text{m}$ respectivamente. Lo anterior también fue observado por Ramírez-Ferreiro (2015) al comparar arbustos y árboles de un bmm de Veracruz. Esto se sale del patrón señalado por Olson *et al.* (2014).

Las placas de perforación son de dos tipos, simples en 12 especies y escalariformes en seis; este último carácter es común en los bmm (Aguilar-Rodríguez *et al.*, 2000; Castro-Plata y Aguilar-Rodríguez, 2006; Aguilar-Alcántara *et al.*, 2014; Ramírez-Ferreiro, 2015). Se mostraron diferencias entre árboles y arbustos; en el caso de los primeros, 50% muestran placa de perforación simple y en el otro 50% son de tipo escalariforme, pero en los arbustos el porcentaje de vasos con perforación simple es de un 80%, lo que concuerda Ramírez-Ferreiro (2015), quien reporta que 90% de las especies arbustivas tienen placas de perforación simple. Carlquist (1988) menciona que las placas de perforación escalariforme son de un carácter primitivo y la placa de perforación simple es un carácter avanzado. En *T. americana* var. *mexicana* se presentan engrosamientos

helicoidales en todo el vaso, carácter reportado para *T. houghii* y *T. americana* (Aguilar-Rodríguez *et al.*, 2000; Carlquist, 1988) y parece ser un carácter común en este género. Solo en una especie arbustiva, *V. loeseneri*, se observan engrosamientos helicoidales tenues.

El 56% (10 spp.) del total de las especies presenta fibrotraqueidas y en 44% (ocho spp.) son fibras libriformes, lo que contrasta con las demás comunidades de bmm (Aguilar-Rodríguez *et al.*, 2000; Castro-Plata y Aguilar-Rodríguez, 2006; Aguilar-Alcántara *et al.*, 2014; Ramírez-Ferreiro, 2015) donde reportan que hay un mayor porcentaje para las fibras con punteaduras simples. Solo en los arbustos *C. pycnantha* y *R. hintonii* se presentaron algunos septos. De acuerdo a la clasificación propuesta por Chattaway (1932), 44% de las especies presenta una longitud mediana, mientras que en 39% son cortas y en tres son largas (17%). El elevado porcentaje de fibras cortas puede estar relacionado con el número de formas arbustivas incluidas en este estudio. Siguiendo los criterios de Chattaway (1932) ocho de las 18 especies presentan paredes delgadas, en 10 (55.5%) se clasifican como gruesas. Dichos resultados contrastan con otras localidades de bmm, en donde las fibras con paredes delgadas y lúmenes amplios se presentan en un porcentaje elevado (Aguilar-Rodríguez *et al.*; 2000, Castro-Plata y Aguilar-Rodríguez, 2006). Las relaciones entre las dimensiones de las fibras contribuyen en el tipo y la calidad del papel, las maderas con fibras largas, paredes delgadas y diámetro de lumen amplios producen de buenas a excelentes calidades de pulpa (Tamarit, 1996). Al respecto los valores obtenidos de la relación Runkel muestran que las fibras de *S. haenkeana* tienen paredes muy delgadas, mostrándose de excelente calidad para la elaboración de pulpa para papel. *L. miniata*, es un arbusto pequeño cuyas fibras se evalúan de muy buena calidad, otras ocho especies también resultaron tener fibras de

buena calidad. En general, 10 de las 18 especies descritas aquí, potencialmente serían aprovechables para uso maderable (cuatro arbustos y seis árboles).

El 72% de las especies presentó parénquima axial escaso; en el otro 28% éste se organiza de diferentes formas (vasicéntrico, aliforme y/o bandeado) por lo que se observa apotraqueal y/o paratraqueal en la mayoría de las especies. Lo anterior concuerda con lo descrito por Aguilar-Alcántara *et al.* (2014) y Ramírez-Ferreiro (2015) para otras localidades de bmm. Solo en cuatro especies se distinguen bandas de parénquima axial, en *A. angustissima* esta banda de parénquima se asocia al anillo de crecimiento. Es frecuente observar la presencia de parénquima axial escaso en especies de zonas templadas (Aguilar-Rodríguez *et al.*, 2000). Comparando los resultados de este trabajo con los de Barajas-Morales *et al.* (1997) y Abundiz-Bonilla *et al.* (2004) se observa que la incidencia de parénquima axial ausente o extremadamente raro puede ser menos común en las maderas de una selva alta de Veracruz y en las del matorral xerófilo en Puebla. El parénquima apotraqueal difuso y paratraqueal escaso se presenta en mayor porcentaje en las especies del bmm estudiado; a diferencia, en la selva alta de Veracruz las maderas con parénquima aliforme/aliforme confluyente es más recurrente; además, en esa selva se muestra una mayor diversidad de tipos.

Siguiendo el criterio de Kribs (1935) los radios registran diversos tipos, se describen como heterogéneos en 51% de las especies, 34% del tipo I y 17% del tipo II; son homogéneos en 22% de las especies, siendo 17 % del tipo I y 5 % del tipo II. Con base en Carlquist (1988) 27 % (5 especies) presentan radios paedomórficos, estos resultados concuerdan con Ramírez-Ferreiro (2015) quien registra que 40% de sus especies arbustivas (4/10) desarrollan radios paedomórficos; esta es una característica frecuente en algunos grupos taxonómicos. De acuerdo con Carlquist (1962) y su teoría del paedomorfismo esta particularidad se presenta en especies con un largo estadio juvenil

en su estado transitorio de la forma de vida entre plantas herbáceas-arbustos-árboles a través de la evolución de una especie (o género) en el proceso de lignificación.

Comparando con otro tipo de vegetación, como el matorral xerófilo de Puebla (Abundiz-Bonilla *et al.*, 2004), se aprecia que para 17 arbustos el 76 % de los radios como heterogéneos y el 24 % como homogéneos uni, bi y/o triseriados pero no se hace referencia a la presencia de paedomorfismo en ellos.

Si se comparan caracteres en el nivel de especie entre localidades se muestran algunas diferencias. Aspectos como la altitud, las variaciones en temperatura y precipitación a lo largo de un año son factores que promueven dicha variabilidad, esto es, algunas características responden en función del clima local de cada región donde el individuo crece. De la misma manera, el tamaño/hábito de las especies puede representar diferencias en algunos de los caracteres de la maderas, sobre todo en los relacionados con las dimensiones de los elementos traqueales, o en la altura de los radios. Por ejemplo, Aguilar-Rodríguez *et al.* (2006) encontraron que *Buddleja cordata* muestra variaciones en sus elementos traqueales lo largo de un gradiente latitudinal/altitudinal en México. Como éste, existen otros modelos donde son evidentes tales situaciones de variación intraespecífica debido al ambiente/hábito (Jiménez-Noriega *et al.*, 2015; Quintanar *et al.*, 2012); Arias y Terrazas, 2001). Lo anterior se apreció al comparar los caracteres cuantitativos de diferentes tipos celulares en *V. loeseneri*, *I. brandegeana*, *A. angustissima*, *Q. castanea*, *G. laurifolia*, *C. integrifolia* y *S. citrea*, (tabla 7) con los datos reportados por otros autores para estos mismos taxa (López, 1997; Aguilar-Alcántara *et al.*, 2014; Pérez-Olvera y Quintanar. 1994; Aguilar-Rodríguez *et al.*, 2000).

Conclusiones

Los árboles y arbustos del bosque mesófilo de montaña de la región de Monte Alto presentan características poco similares a las propias del bosque húmedo en comparación con otros bosques mesófilos de montaña en México; como principal diferencia se encontró que los anillos de crecimiento son evidentes en la mayoría de las especies, además de una mayor proporción de especies con la longitud de los elementos de vaso $<$ a $350\ \mu\text{m}$; considerados como cortos.

La porosidad difusa a difusa-semianular es propia de estos ambientes; esta característica se presenta indistintamente para árboles y arbustos.

Los elementos de vaso/fibras no siempre se relacionan alométricamente, pues estos elementos pueden ser más largos o cortos en individuos de la misma talla.

Los radios heterogéneos son comunes en el bmm estudiado. Sin embargo, en 50% de los arbustos los radios se muestran paedomórficos.

La comparación de especies descritas en este trabajo con las de otros ambientes muestra diferencias en las dimensiones de los elementos traqueales y otras similitudes en los anillos de crecimiento; también con otras localidades con el bosque mesófilo de montaña. Estas variaciones pueden deberse a la altura de los individuos y al hábito de crecimiento, además de las características fisiográficas de cada localidad.

Literatura citada

- Abundiz-Bonilla, L.A.M., Barajas-Morales J. y Tenorio L.P. 2004. Anatomía de maderas de México: árboles y arbustos del matorral xerófilo de Tehuacán, Puebla: Instituto de Biología. Publicaciones Especiales 19. Universidad Autónoma de México. 97 p.
- Aguilar-Alcántara, M.A., Aguilar-Rodríguez S. y Terrazas T. 2014. Anatomía de la madera de doce especies de un bosque mesófilo de montaña de Tamaulipas, México. *Madera y Bosques* 20 (3): 69-86.
- Aguilar-Rodríguez, S. y Barajas-Morales J. 2005. Anatomía de la madera de especies arbóreas de un bosque mesófilo de montaña: un enfoque ecológico-evolutivo. *Boletín de la Sociedad Botánica* 77:51-58.
- Aguilar-Rodríguez, S., Barajas-Morales, J. y Tejero-Diez J.D. 2000. Anatomía de maderas de México: especies de un bosque mesófilo de montaña: Instituto de Biología. Publicaciones especiales 17. Universidad Autónoma de México.
- Aguilar-Rodríguez, S. y Castro-Plata, J. 2006. Anatomía de la madera de doce especies del bosque mesófilo de montaña del Estado de México. *Madera y Bosques* 12 (1): 95-115.
- Aguilar-Rodríguez, S., Terrazas y López-Mata L. 2006. Anatomical Wood variation of *Buddleja cordata* (Buddlejaceae) along its natural range in Mexico. *Trees* 20: 253-261.
- Alves, S.E. y Angyalossy-Alonso V. 2000. Ecological trends in the Wood anatomy of some Brazilian species. 1. Growth rings and vessels. *IAWA Journal* 21(1): 3-30

- Arias, S. y Terrazas T. 2001. Variación en la anatomía de la madera de *Pachycereus pecten-aboriginum* (Cactaceae). Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica 72 (2):157-169.
- Barajas-Morales, J., Ángeles-Álvarez G. y Solís-Sánchez P. 1997. Anatomía de maderas de México: especies de una selva alta perennifolia I: Instituto de Biología. Publicaciones especiales 16. Universidad Autónoma de México.
- Berlyn, G.P y Mikshe J.P. 1976. Botanical microtechnique and cytochemistry. Iowa State University Press. Iowa. 326 p.
- Caballero-Pérez, J.F. 2007. Evaluación del crecimiento, desarrollo y patrón de maduración de cinco genotipos de chirimoya (*Annona cherimola* Mill.) con potencial comercial. Tesis de Maestría. Campus Montecillo, Recursos genéticos y productividad fruticultura Montecillo, Texcoco, Estado de México 83p.
- Cárcamo-Solís, M. de la L., Juárez-Sánchez J.P. y Ortega-Hernández A. 2013. La reconstrucción de la sociedad civil en Monte Alto, un proyecto democrático en Valle de Bravo, en: [<http://oai.redalyc.org/articulo.oa?id=46128964005>] ISSN1665-0441, última consulta 08-octubre del 2015
- Carlquist, S.1988. Comparative wood anatomy systematic, ecological and evolutionary aspects of dicotyledon wood. Springer-Verlag Germany. 436 p.
- Carlquist, S.1962 A theory of pedomorphosis in dicotyledonous woods. *Phytomorphology* 12:30-45
- Carranza-González, E. 1996. Garryaceae Flora del Bajío y regiones adyacentes. Instituto de Ecología A.C. Centro Regional del Bajío, Pátzcuaro, Michoacán, México. Fascículo 49:5-10.

- Carranza-González, E. 1999. Theaceae Flora del Bajío y regiones adyacentes. Instituto de Ecología A.C. Centro Regional del Bajío, Pátzcuaro, Michoacán, México. Fascículo 73:2-6.
- Carranza-González, E. 2004. Aquifoliaceae Flora del Bajío y regiones adyacentes. Instituto de Ecología A.C. Centro Regional del Bajío, Pátzcuaro, Michoacán, México. Fascículo 127:3-5.
- CEPANAF (Comisión Estatal de Parques Naturales y de la Fauna). 2010. Sistema estatal de áreas naturales protegidas Estado de México (SEANPEM). En: http://areasnaturales.edomex.gob.mx/datos_grales_monte_alto >última consulta 08 de Octubre del 2015.
- Chattaway, M.N. 1932. Proposed standards for numerical values used in describing woods. Tropical Woods 29:20-28.
- Díaz-Barriga, H. 1993. Symplocaceae Flora del Bajío y regiones adyacentes. Instituto de Ecología A.C. Centro Regional del Bajío, Pátzcuaro, Michoacán, México. Fascículo 19:2-5
- Fernández-Nava, R. 1996. Rhamnaceae Flora del Bajío y regiones adyacentes. Instituto de Ecología A.C. Centro Regional del Bajío, Pátzcuaro, Michoacán, México. Fascículo 43:53
- Fryxell, P.A. 1993. Malvaceae. Flora del Bajío y Regiones Adyacentes. Instituto de Ecología A.C. Centro Regional del Bajío, Pátzcuaro, Michoacán, México. Fascículo 16:148-150.
- Gaceta del Gobierno, Estado de México. Decreto del ejecutivo de estado por el que se declara como área natural protegida con la categoría de parque estatal, la zona

- denominada “Monte Alto” ubicada en el municipio de Valle de Bravo, Estado de México. (2013, 28 de junio). Número 123.
- Pool, A. y S. Knapp. 2012. Lamiaceae. In: Davidse, G., M. Sousa S., S. Knapp y F. Chiang (eds.). Flora Mesoamericana. Missouri Botanical Garden Press. St. Louis, USA. 4(2):1-195.
- González-Villarreal, L.M. 1996. Clethraceae. Flora del Bajío y Regiones Adyacentes. Instituto de Ecología A.C. Centro Regional del Bajío, Pátzcuaro, Michoacán, México. Fascículo 47:3-7.
- IAWA Committee. 1989. IAWA list of microscopic features for hardwood identification. International Association of Wood Anatomist Bulletin new series 10 (3):219-332.
- Ingo, H. y Banks J.C.G. 2006. Variation in phenology, growth, and wood anatomy of *Toona sinensis* and *Toona cililiata* in relation to different environmental conditions. International Journal of Plant Sciences 167 (4):831-841
- Jiménez, N.M., Terrazas T. y López-Mata L. 2015. Variación morfo-anatómica de *Ribes ciliatum* a lo largo de un gradiente altitudinal en el norte de la Sierra Nevada, México. Botanical sciences. 93 (1):23-32
- Johansen, J. 1940. Plant microtechnique. McGraw-Hill Book Nueva York. 523p.
- Kribs, A.D. 1935. Salient lines of structural specialization in the wood rays in dicotyledons. Botanical Gazzete 96:547-557
- López, M.S. 1997. Tendencias ecológicas en la estructura de la madera de árboles de un Bosque mesófilo de montaña de Michoacán. Tesis de licenciatura. Facultad de

Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México.

Tlalnepantla. Estado de México. 80 p.

López-Pérez, Y. Tejero-Díez, J.D., Torres-Díaz, A.N., Luna-Vega, I. 2011. Flora del bosque mesófilo de montaña y vegetación adyacente en Avándaro, Valle de Bravo, Estado de México, México. Boletín de la Sociedad Botánica de México 88:35-53.

Olson, M. E., Anfodillo T., Rosell J.A., Petit G., Crivellaro A., Isnard S., León-Gómez C., Alvarado-Cárdenas L.O., y Castorena M. 2014. Universal hydraulics of the flowering plants: vessel diameter scales with stem length across angiosperm lineages, habits and climates. Ecology Letters 17:988-997.

Ortega, E.F. y Castillo C.G. 1996 .El bosque mesófilo de montaña y su importancia forestal. México. Ciencias 43: 32-39.

Ortiz-Rodríguez, A.E., Sosa V. y Ruíz-Sánchez E. 2015. Annonaceae. Flora del Bajío y Regiones Adyacentes. Instituto de Ecología A.C. Centro Regional del Bajío, Pátzcuaro, Michoacán, México. Fascículo 191: 3-6.

Pérez-Calix, E. 2009. Malvaceae (Tiliaceae). Flora del Bajío y Regiones Adyacentes. Instituto de Ecología A.C. Centro Regional del Bajío, Pátzcuaro, Michoacán, México. Fascículo 160:20-24.

Pérez-Olvera, C de la P.1993. Anatomía de la madera de ocho especies con importancia en las artesanías del estado de Michoacán. Acta Botanica Mexicana 23:103-135.

Pérez-Olvera, C de la P y Quintanar I. A. 1994. Características anatómicas de la madera de cinco especies del estado de Jalisco, México. Acta Botanica Mexicana. 27:75-87.

- Quintanar, I.A., Pérez-Olvera, C de la P. I. de la Cruz y Razo D. 1996. Anatomía de la madera de ocho especies de angiospermas de clima templado. Boletín de la Sociedad Botánica 58:5-14.
- Quintanar, I.A., de Icaza, H.M., Rivera N.L. y Pérez-Olvera C de la P. 1998. Algunas características anatómicas y acústicas de las tres especies de angiospermas de Huayacocotla, Ver. Madera y Bosques 4 (1):15-25.
- Quintanar, I.A., Jacobo-Villa M.A, López-Binqüist C., Flores-Hernández N., Jaramillo-Pérez A.T. y Pérez-Olvera C. de la P. 2012. La madera de *Trema micrantha* (L.) Blume de Veracruz, México Madera y Bosques 18 (2):73-91.
- Ramírez-Ferreiro, A.A. 2015. Anatomía de madera y corteza de especies de un bosque mesófilo de montaña de Veracruz, México. Tesis de licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. Tlalnepantla. Estado de México. 95p.
- Rico, L. 2007. Fabaceae Flora del Bajío y regiones adyacentes. Instituto de Ecología A.C. Centro Regional del Bajío, Pátzcuaro, Michoacán, México. Fascículo 150:51-56.
- Romero-Rangel, S., Rojas-Zenteno C.E. y Rubio-Licon L.E. 2014. Fagaceae. Flora del Bajío y regiones adyacentes. Instituto de Ecología A.C. Centro Regional del Bajío, Pátzcuaro, Michoacán, México. Fascículo 181:19-27.
- Rzedowski, G.C. de, Rzedowski y Carrillo-Reyes P. 2011. Verbesina Flora del Bajío y regiones adyacentes. Instituto de Ecología A.C. Centro Regional del Bajío, Pátzcuaro, Michoacán, México. Fascículo 172:266-268.

- Rzedowski, G.C. de. Rzedowski J 1995. Schoepfiaceae Flora del Bajío y regiones adyacentes. Instituto de Ecología A.C. Centro Regional del Bajío, Pátzcuaro, Michoacán, México. Fascículo 34:2-6.
- Rzedowski, G.C. de, Rzedowski J. y colaboradores. 2001. Flora fanerogámica del Valle de México. 2da. Ed; 1ra. Reimpresión. Instituto de Ecología, A.C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad, Pátzcuaro. Michoacán. 1406 p.
- Schweingruber, F.H y Poschlod. P.2005. Growth rings in herbs and shrubs: life span, age determination and stem anatomy. Forest Snow and Landscape Research 79:195-415.
- Srur, A.M y Villalba R. 2009. Annual growth rings of the shrub *Anarthrophyllum rigidum* across Patagonia: Interannual variations and relationships with climate. Journal of Arid Environments 12:1074-1083
- Tamarit, U.J.C. 1996. Determinación de los índices de calidad de pulpa para papel de 132 maderas latifoliadas. Madera y Bosques 2(2):29-41.
- Tropicos W3 Missouri Botanical Garden.2014 (<http://www.tropicos.org/>) consultado septiembre 2015.
- Vega, G.M E. 2013. Chirimoya (*Annona cherimola* Miller), frutal tropical y subtropical de valores promisorios. Cultivos tropicales. 34 (3):52-63
- Villarreal-Quintanilla, J.A. Estrada-Castillon, A.E. 2014. Revisión taxonómica del género *Viburnum* (ADOXACEAE) para México. Botanical sciences. 92(4):493-517

Villaseñor, J.L. 2010. El bosque húmedo en México y sus plantas vasculares: catálogo florístico-taxonómico. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Universidad Autónoma de México. México. D.F. 40

Tabla 1.- Características de los anillos de crecimiento (AC), porosidad (Po), agrupación de vasos y vasos por mm² (AV/Vmm²), de 18 especies del BMM de la región de “Monte alto” de Valle de Bravo. Estado de México. C= conspicuos; I=Intermedio; D= difusa; SA= semianular; Solit.= solitarios; O=vasos de contorno redondeado; □= vasos de contorno anguloso; ◇= Ligeramente anguloso.

Especie	AC	Características de los anillos de crecimiento	Po	AV/Vmm ²
<i>Viburnum loeseneri</i>	C	Banda de 2 a 6 hileras de fibras de paredes gruesas radialmente aplanadas en la madera tardía.	D [◇]	Solit. múltiples radiales de 2(3)/16
<i>Annona cherimola</i>	C	Banda angosta de 2 a 4 hileras de fibras de paredes gruesas y radialmente aplanadas en la madera tardía, el cambio es gradual a lo largo del anillo.	D/SA ^{O,□}	Solit. múltiples radiales de 2-4/13 escasos en racimos
<i>Ilex brandegeana</i>	C	Banda de 5 a 7 hileras de fibras de paredes gruesas y radialmente aplanadas en la madera tardía.	D ^O	Solit. múltiples radiales de 2-3(4+)/21
<i>Ageratina areolaris</i>	C	Banda de 2 a 3(4) hileras de células aplanadas radialmente y vasos de diámetro pequeño al final de la madera tardía	D/SA [◇]	Solit. múltiples radiales de 2-3(4+)/45
<i>Verbesina klattii</i>	C	Banda de 2 a 3 hileras de fibras de paredes gruesas gradualmente hacia la madera tardía.	D [◇]	Solit. múltiples radiales de 2(3)/56
<i>Clethra hartwegii</i>	I	Banda de 4 a 6 hileras de fibras de paredes gruesas y radialmente aplanadas en la madera tardía.	D [◇]	Solit. múltiples radiales de 2(3-4+)/22
<i>Acacia angustissima</i>	C	Vasos de menor diámetro en la madera temprana. Se delimita por una banda de 2 a 4 hileras de fibras de paredes gruesas y radialmente aplanadas en la madera tardía y parénquima marginal, el cambio es gradual a lo largo del anillo.	D/SA ^O	Solit. múltiples radiales de 2-3/7
<i>Quercus castanea</i>	C	Banda de 2 a 4 hileras de fibras de paredes gruesas y radialmente aplanadas en la madera tardía.	D ^O	Solit/13
<i>Garrya laurifolia</i>	C	Banda de 2 a 3 hileras de fibras de paredes gruesas y radialmente aplanadas y vasos de diámetro ligeramente mayor al inicio de la madera temprana.	D/SA ^{O,□}	Solit. escasos múltiples radiales de 2-3/43
<i>Cunila pycnantha</i>	I	Apenas delimitado por una banda de 2 hileras de fibras de paredes gruesas y radialmente aplanadas en la madera tardía.	D ^{O-□}	Solit. múltiples radiales de 2-3(4+)/49

<i>Sida haenkeana</i>	C	Banda de 2 a 4 hileras de fibras de paredes gruesas y radialmente aplanadas en la madera tardía	D ^o	Solit. escasos múltiples radiales de 2-3/37
<i>Tilia americana</i> var. <i>mexicana</i>	C	Banda de 4-5 hileras de fibras de paredes gruesas y radialmente aplanadas en la madera tardía.	D ^{o-□}	Principalmente en pares solit. y escasos múltiples radiales de 3-4 en racimo/47
<i>Lopezia miniata</i>	C	Banda de 2 a 7 hileras de fibras de paredes gruesas y ligeramente aplanadas radialmente en la madera tardía.	D [◇]	Solit. múltiples radiales de 2-3(4+)/59
<i>Cleyera integrifolia</i>	C	Banda de 2 a 6 hileras de fibras de paredes gruesas y radialmente aplanadas en la madera tardía.	D [◇]	Solit. Algunos múltiples radiales de 2/27
<i>Monnina ciliolata</i>	C	Banda de 3 a 6 hileras de fibras de paredes gruesas y radialmente aplanadas y algunos vasos con diámetro más pequeño en la madera tardía.	D ^o	Solit. múltiples radiales de 2(3)formando largas cadenas de hasta 10 cél./43
<i>Rhamnus hintonii</i>	C	Banda de 7 a 9 (10) hileras de fibras de paredes gruesas y radialmente aplanadas y cadenas radiales de vasos angostos hasta de 4 células en la madera tardía, el cambio es gradual a lo largo del anillo	D/SA ^{o-□}	Solit. múltiples radiales de 2(3-4+) formando largas cadenas de hasta 4 cél./24
<i>Schoepfia schreberi</i>	C	Banda de 2 a 4 hileras de fibras de paredes gruesas y radialmente aplanadas en la madera tardía.	D ^o	Principalmente en pares solit. y múltiples radiales de 3(4+)30
<i>Symplocos citrea</i>	I	Banda de 2 a 4 (6) hileras de fibras de paredes algo gruesas y ligeramente aplanadas en la madera tardía.	D [□]	Solit. múltiples radiales de 2(3)/23

Tabla 2.- Características cuantitativas y cualitativas de los elementos de vaso de las 18 especies del BMM de la región de “Monte alto” de Valle de Bravo. Estado de México.

S= simple; E= esclarariforme.

Especie	Diámetro del elemento de vaso (μm)	Longitud del elemento de vaso (μm)	Placa de perforación/ #de barras /°de inclinación	Punteaduras intervasculares	Engrosamientos helicoidales
<i>Viburnum loeseneri</i>	36 \pm 3	1171 \pm 134	E/21-48 /71-89°	esclarariforme	Tenue
<i>Annona cherimola</i>	97 \pm 10	328 \pm 43	S/26-53°	alternas	
<i>Ilex brandegeana</i>	79 \pm 9	1392 \pm 312	E/17-39 barras 36-74°	alternas	
<i>Ageratina areolaris</i>	30 \pm 3 81 \pm 6	279 \pm 28 178 \pm 24	S/54-67° S/25-45°	opuestas	
<i>Verbesina klattii</i>	56 \pm 7	304 \pm 54	S/41-64°	alternas	
<i>Clethra hartwegii</i>	61 \pm 3	942 \pm 98	E/25-54 barras/69-80°	opuestas	
<i>Acacia angustissima</i>	52 \pm 6 113 \pm 9	260 \pm 38 204 \pm 68	S/21-57°	alternas	
<i>Quercus castanea</i>	159 \pm 27	351 \pm 72	S/61-83°	alternas	
<i>Garrya laurifolia</i>	54 \pm 4	944 \pm 134	E/6-13 barras/50-77°	alternas	
<i>Cunila pycnantha</i>	47 \pm 9	294 \pm 50	S/46-67°	alternas	
<i>Sida haenkeana</i>	39 \pm 4	259 \pm 93	S/41-68°	alternas	
<i>Tilia americana</i> var. <i>mexicana</i>	75 \pm 6	465 \pm 44	S/49-76°		En todo el elemento de vaso
<i>Lopezia miniata</i>	31 \pm 4	552 \pm 65	S/61-82°	alternas	
<i>Cleyera integrifolia</i>	58 \pm 5	1595 \pm 300	E/35-67 barras/61-82°	esclarariforme	
<i>Monnina ciliolata</i>	27 \pm 4 50 \pm 10	641 \pm 188	S/49-85°	alternas	
<i>Rhamnus hintonii</i>	87 \pm 8	423 \pm 72	S/53-76°	alternas	
<i>Schoepfia schreberi</i>	57 \pm 5	134 \pm 15	S/40-62°	alternas	
<i>Symplocos citrea</i>	79 \pm 7	1486 \pm 200	E/18-36 barras/58-83°	horizontal, esclarariforme	

Tabla 3. Características cualitativas y cuantitativas de las fibras de las 18 especies del BMM de la región de “Monte alto” de Valle de Bravo. Estado de México. C= cortas; M=medianas; L=largas.

Espece	Longitud (µm)		Diámetro (µm)	Grosor de pared (µm)	Otros
<i>Viburnum loeseneri</i>	1542 ± 220	(M)	31 ± 4	8 ± 1	Engrosamiento helicoidal en las paredes.
<i>Annona cherimola</i>	1271 ± 123	(M)	23 ± 5	4 ± 0.5	
<i>Ilex brandegeana</i>	2332 ± 248	(L)	30 ± 4	9 ± 1	Engrosamiento helicoidal
<i>Ageratina areolaris</i>	729 ± 130	(C)	21 ± 2	7 ± 1	Punteaduras areoladas muy pequeñas.
<i>Verbesina klattii</i>	591 ± 113	(C)	24 ± 4	6 ± 1	
<i>Clethra hartwegii</i>	1468 ± 176	(M)	35 ± 6	7 ± 2	
<i>Acacia angustissima</i>	663 ± 78	(C)	18 ± 2	4 ± 1	
<i>Quercus castanea</i>	1293 ± 184	(M)	18 ± 4	7 ± 1	
<i>Garrya laurifolia</i>	1252 ± 235	(M)	21 ± 3	9 ± 2	
<i>Cunila pycnantha</i>	704 ± 104	(C)	23 ± 2	7 ± 1	Punteaduras areoladas pequeñas, (2) 3-4 septos.
<i>Sida haenkeana</i>	483 ± 95	(C)	18 ± 4	1.5 ± 0.4	
<i>Tilia americana</i> var. <i>mexicana</i>	1515 ± 222	(M)	34 ± 3	4 ± 1	
<i>Lopezia minata</i>	726 ± 89	(C)	23 ± 3	3 ± 1	Paredes gelatinosas.
<i>Cleyera integrifolia</i>	2275 ± 281	(L)	37 ± 7	11 ± 1	
<i>Monnina ciliolata</i>	1070 ± 131	(M)	28 ± 5	10 ± 2	Paredes gelatinosas, engrosamiento helicoidal.
<i>Rhamnus hintonii</i>	891 ± 109	(C)	14 ± 2	4 ± 0.9	Punteaduras simples, algunas con 2-3 septos.
<i>Schoepfia schreberi</i>	1234 ± 154	(M)	16 ± 3	5 ± 1	
<i>Symplocos citrea</i>	1982 ± 311	(L)	41 ± 10	8 ± 1	

Tabla 4. Características del parénquima axial de las 18 especies del BMM de la región de “Monte alto” de Valle de Bravo. Estado de México.

ESPECIE	PARÉNQUIMA AXIAL
<i>Viburnum loeseneri</i>	Paratraqueal escaso y apotraqueal difuso
<i>Annona cherimola</i>	Paratraqueal escaso, vasicéntrico y bandeado reticulado.
<i>Ilex brandegeana</i>	Paratraqueal escaso, unilateral y apotraqueal difuso.
<i>Ageratina areolaris</i>	Paratraqueal unilateral, vasicéntrico.
<i>Verbesina klattii</i>	Paratraqueal escaso y apotraqueal difuso extremadamente raro.
<i>Clethra hartwegii</i>	Paratraqueal escaso y apotraqueal difuso.
<i>Acacia angustissima</i>	Paratraqueal vasicéntrico aliforme y en bandas asociadas a los anillos de crecimiento.
<i>Quercus castanea</i>	Paratraqueal vasicéntrico y escaso apotraqueal difuso en bandas hasta de 4 células de ancho, con cristales prismáticos escasos.
<i>Garrya laurifolia</i>	Paratraqueal escaso y apotraqueal difuso en agregados de 2 a 3 células.
<i>Cunila pycnantha</i>	Paratraqueal escaso y apotraqueal difuso. Escaso
<i>Sida haenkeana</i>	Paratraqueal escaso y apotraqueal escaso.
<i>Tilia americana</i> var. <i>mexicana</i>	Paratraqueal escaso y apotraqueal difuso y en agregados.
<i>Lopezia miniata</i>	Paratraqueal escaso.
<i>Cleyera integrifolia</i>	Paratraqueal escaso y apotraqueal difuso.
<i>Monnina ciliolata</i>	Paratraqueal escaso.
<i>Rhamnus hintonii</i>	Paratraqueal escaso y apotraqueal extremadamente raro.
<i>Schoepfia schreberi</i>	Paratraqueal aliforme y aliforme confluyente, apotraqueal difuso.
<i>Symplocos citrea</i>	Paratraqueal escaso y apotraqueal difuso y difuso en agregados.

Tabla 5. Características del parénquima radial de las 18 especies del BMM de la región de “Monte alto” de Valle de Bravo. Estado de México.

ESPECIE	Parénquima radial			
	Tipo	Uniseriados	Multiseriados/(μm)	OTROS
<i>Viburnum loeseneri</i>	Heterogéneos I	células erectas	2 a 3 (4) células/1688 \pm 235	
<i>Annona cherimola</i>	Homogéneos I	células procumbentes	(2)5-6(7) células/1043 \pm 170	contenidos oscuros
<i>Ilex brandegeana</i>	Heterogéneos I	células procumbentes	4 a 6 células/1388 \pm 230	
<i>Ageratina areolaris</i>	Paedomórficos II		2 a 5 células/1907 \pm 307	
<i>Verbesina klattii</i>	Paedomórficos II		2 a 3 (4) células	
<i>Clethra hartwegii</i>	Heterogéneos I	células erectas	4 a 7 células/935 \pm 130	
<i>Acacia angustissima</i>	Homogéneos III	células procumbentes	Algunos biseriados 242 \pm 39	
<i>Quercus castanea</i>	Homogéneos I	células procumbentes/361 \pm 55	10 a 31 células/ 3341 \pm 637	crisales
<i>Garrya laurifolia</i>	Heterogéneos IIB	células procumbentes	5-10 (13) células/3014 \pm 694	
<i>Cunila pycnantha</i>	Heterogéneos I	células erectas	4 a 7 células /3441 \pm 1023	
<i>Sida haenkeana</i>	Paedomórficos I	células erectas/647 \pm 112	2-4 células/814 \pm 146	
<i>Tilia americana</i> var. <i>mexicana</i>	Heterogéneos II B	células cuadradas o erectas	2 a 6 células /2183 \pm 386	
<i>Lopezia minata</i>	Paedomórficos III	14-20 células cuadradas y erectas	1 raramente 2/912 \pm 127	
<i>Cleyera integrifolia</i>	Heterogéneos I	células erectas	2 a 3 (4) células /1441 \pm 324	
<i>Monnina ciliolata</i>	Paedomórficos I	células erectas/1162 \pm 150	2 (3) células /1795 \pm 388	
<i>Rhamnus hintonii</i>	Heterogéneos I	células erectas	2 a 3 (4) células /402 \pm 56	
<i>Schoepfia schreberi</i>	Homogéneos I		1-2 células/201 \pm 25	
<i>Symplocos citrea</i>	Heterogéneos IIB	células erectas	(2)5(6) células/1315 \pm 138	

Tabla 6. Clasificación de elementos vasculares y radios de las especies estudiadas de acuerdo a Chataway (1932) y al IAWA Committee (1937,1939).

Especie	Abundancia de vasos/mm ²	Diámetro de vasos	Longitud del elemento de vaso	Longitud de fibra	Grosor de pared de fibras	Abundancia de radios/mm	Altura de radios
<i>Viburnum loeseneri</i>	Numerosos	Angostos	Largos	Medianas	Gruesa	pocos	bajos
<i>Annona cherimola</i>	Numerosos	Angostos	Cortos	Medianas	Muy del.	pocos	bajos
<i>Ilex brandegeana</i>	Muy numerosos	Angostos	Largos	Largas	Gruesa	pocos	bajos
<i>Ageratina areolaris</i>	Muy numerosos	Angostos	Cortos	Cortas	Muy gruesa	pocos	bajos
<i>Verbesina klattii</i>	Muy numerosos	Angostos	Cortos	Cortas	Delgada	pocos	----
<i>Clethra hartwegii</i>	Muy numerosos	Angostos	Largos	Medianas	Delgada	numerosos	bajos
<i>Acacia angustissima</i>	Numerosos	Angostos y medianos	Cortos	Cortas	Delgada	numerosos	bajos
<i>Quercus castanea</i>	Numerosos	Mediano	Medianos	Medianas	Muy gruesa	pocos	medianos
<i>Garrya laurifolia</i>	Muy numerosos	Angostos	Largos	Medianas	Muy gruesa	pocos	medianos
<i>Cunila pycnantha</i>	Muy numerosos	Angostos	Cortos	Cortas	Muy Gruesa	pocos	medianos
<i>Sida haenkeana</i>	Muy numerosos	Angostos	Cortos	Cortas	Muy del.	numerosos	bajos
<i>Tilia americana</i> var. <i>mexicana</i>	Muy numerosos	Angostos	Medianos	Medianas	Muy del.	medianos	medianos
<i>Lopezia miniata</i>	Muy numerosos	Angostos	Medianos	Cortas	Muy del.	numerosos	bajos
<i>Cleyera integrifolia</i>	Muy numerosos	Angostos	Largos	Largas	Gruesa	numerosos	bajos
<i>Monnina ciliolata</i>	Muy numerosos	Angostos	Medianos	Medianas	Muy gruesa	numerosos	bajos
<i>Rhamnus hintonii</i>	Muy numerosos	Angostos	Medianos	Cortas	Gruesa	medianos	bajos
<i>Schoepfia schreberi</i>	Muy numerosos	Angostos	Cortos	Medianas	Muy gruesa	medianos	bajos
<i>Symplocos citrea</i>	Muy numerosos	Angostos	Largos	Largas	Muy del.	numerosos	bajos

Abundancia de poros/mm²: numerosos=20-40, muy numerosos más de 40. Diámetro de vasos (µm): angostos <25 a 100=angostos, 101 a 200=medianos. Longitud de elemento de vaso (µm): <175 a 350=cortos, 350 a 800=medianos, 800 a > de 1900=largos. Longitud de fibras (µm): <500 a 900=cortas, 901 a 1600=medianas, 1600 a > de 3000=largas. Abundancia de radios (mm): <2 a 4=pocos, 5 a 7=medianamente numerosos, 8>10=numerosos. Altura de radios (mm): <0.5 a 2=bajos, 2 a 10=medianos.

Tabla 7. Comparación de los elementos vasculares 18 especies del BMM de la región de “Monte alto” de Valle de Bravo. Estado de México.

ESPECIE	EN ESTE TRABAJO	1	2	3	4
<i>Viburnum loeseneri</i>					
Diám. Vasos (μm)	36 \pm 3	52 \pm 5			
Long. Vasos (μm)	1171 \pm 271	149 \pm 23			
Vasos/ mm^2	143	57	-----	-----	-----
Diám. Fibras (μm)	31 \pm 4	25 \pm 3		---	
Long. Fibras (μm)	1542 \pm 220	2082 \pm 190			
Altura de radios (μm)	1688 \pm 235	1254 \pm 227			
Radios/ mm^2	4	3			
<i>Ilex brandegeana</i>					
Diám.	79 \pm 3	99 \pm 5			
Vasos (μm)	1392 \pm 312	1307 \pm 225			
Long. Vasos (μm)	21	9	-----	-----	-----
Vasos/ mm^2	30 \pm 4	29 \pm 4		---	
Diám. Fibras (μm)	2332 \pm 248	2869 \pm 205			
Long. Fibras (μm)	1388 \pm 230	2377 \pm 358			
Altura de radios (μm)	4	3			
Radios/ mm^2					
<i>Acacia angustissima</i>					
Diám. Vasos (μm)	113 \pm 9		128 \pm 13		
Long. Vasos (μm)	186 \pm 54		310 \pm 31		
Vasos/ mm^2	7	-----	18	-----	-----
Diám. Fibras (μm)	18 \pm 2		16 \pm 2	---	
Long. Fibras (μm)	663 \pm 78		785 \pm 36		
Altura de radios (μm)	242 \pm 39		246 \pm 43 unis.		
Radios/ mm^2	8		8		
<i>Quercus castanea</i>					
Diám. Vasos (μm)	159 \pm 27			200	209 \pm 19
Long. Vasos (μm)	351 \pm 72			500	527 \pm 148
Vasos/ mm^2	13	-----	-----	4	4
Diám. Fibras (μm)	18 \pm 4			13	20 \pm 1.6
Long. Fibras (μm)	1293 \pm 184			1215	1307 \pm 262
Altura de radios (μm)	3341 \pm 637			2000	5000-20000
Radios/ mm^2	1			1	1
<i>Garrya laurifolia</i>					
Diám. Vasos (μm)	54 \pm 4				66 \pm 6
Long. Vasos (μm)	944 \pm 134				677 \pm 222
Vasos/ mm^2	43	-----	-----	-----	44
Diám. Fibras (μm)	21 \pm 3			---	22 \pm 2
Long. Fibras (μm)	1252 \pm 235				1450 \pm 222
Altura de radios (μm)	3014 \pm 694				2418 \pm 94
Radios/ mm^2	4				4
<i>Cleyera integrifolia</i>					
Diám. Vasos (μm)	58 \pm 5	82 \pm 7			78 \pm 6
Long. Vasos (μm)	1595 \pm 300	1202 \pm 430			1321 \pm 280
Vasos/ mm^2	53	43	-----	-----	32
Diám. Fibras (μm)	37 \pm 7	38 \pm 6		---	40 \pm 2
Long. Fibras (μm)	2275 \pm 281	2520 \pm 229			2320 \pm 351
Altura de radios (μm)	1441 \pm 324	1371 \pm 162			1295 \pm 239
Radios/ mm^2	13	4			13
<i>Symplocos citrea</i>					
Diám. Vasos (μm)	79 \pm 7	102 \pm 8			92 \pm 9
Long. Vasos (μm)	1486 \pm 200	1192 \pm 164			1655 \pm 182
Vasos/ mm^2	23	18	-----	-----	20
Diám. Fibras (μm)	41 \pm 10	37 \pm 6		---	32 \pm 3
Long. Fibras (μm)	1982 \pm 311	2320 \pm 231			2112 \pm 248
Altura de radios (μm)	1315 \pm 138	1368 \pm 141			863 \pm 62
Radios/ mm^2	9	3			11

1 López (1997), 2 Aguilar-Alcántara (2014), 3 Pérez-Olvera *et al.* (1994), 4 Aguilar-Rodríguez (2000)

Fig. 21. Anillos de crecimiento C=conspicuos, I= intermedio (crecimiento entre conspicuos e incospicuos) de 18 especies leñosas de Valle de Bravo, Estado de México.

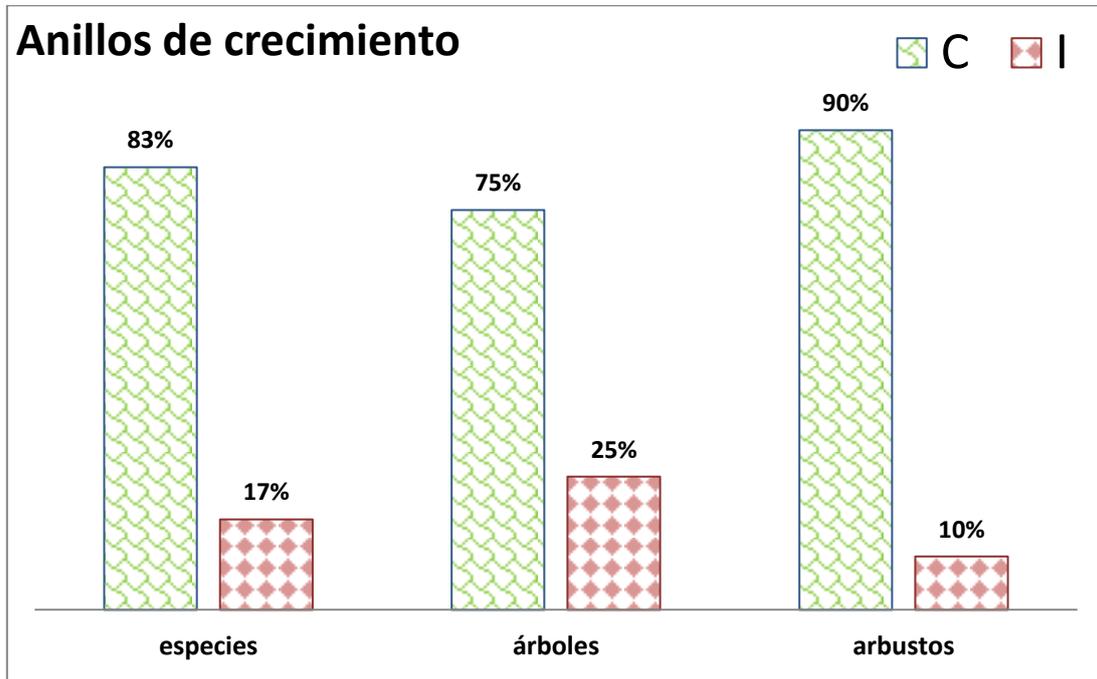


Fig. 22. Porosidad D=difusa, D-S=difusa a semianular, de las 18 especies.

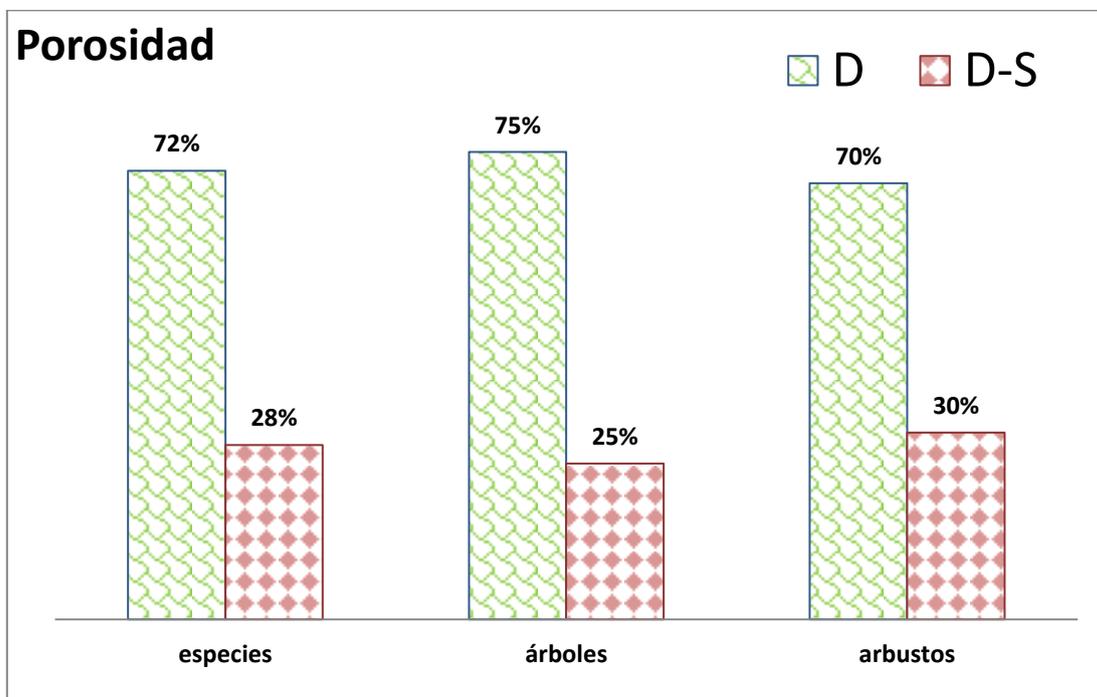


Fig. 23. Longitud de los elementos de vaso. L=Largos, M=Medianos y C=Cortos, de las 18 especies.

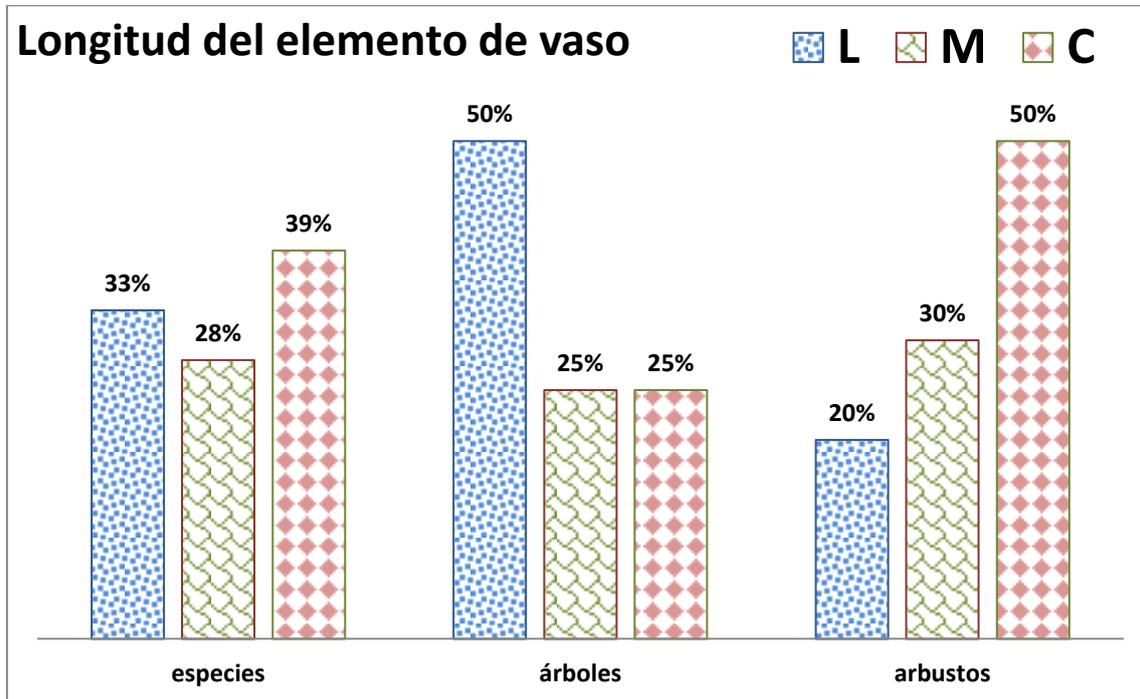


Fig. 24. Placas de perforación S=Simple, E=Escalariforme de las 18 especies.

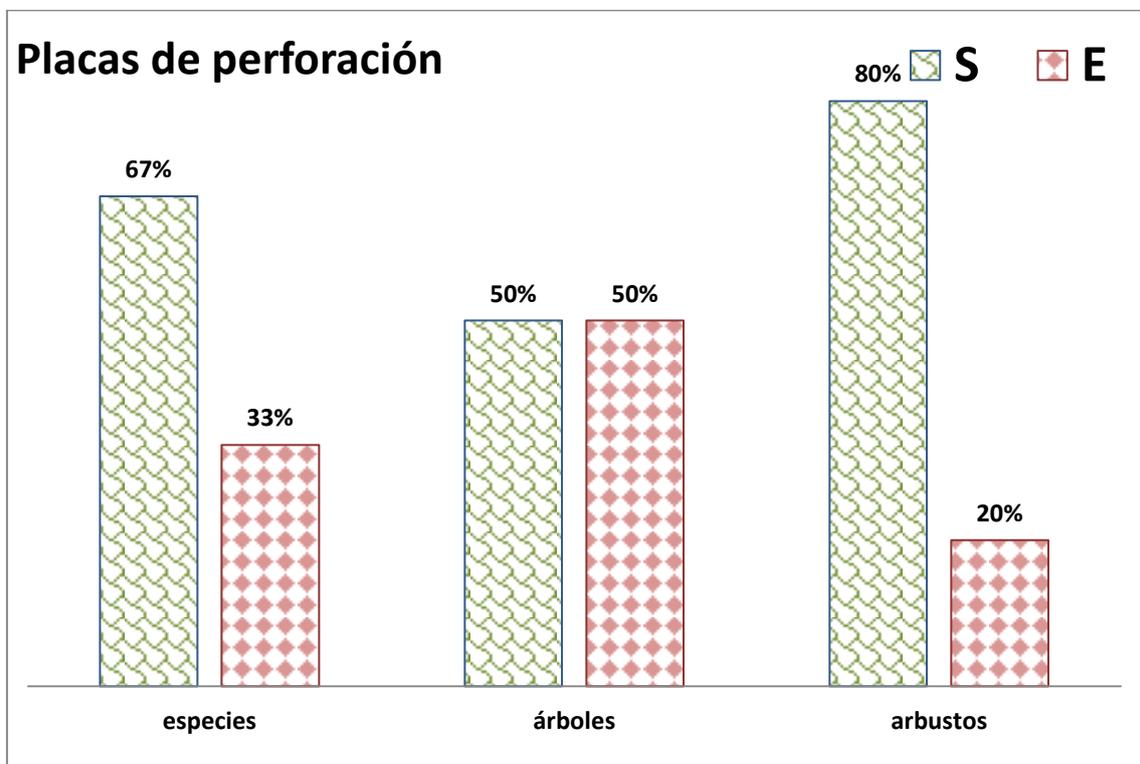


Fig. 25. Punteaduras intervasculares. O=Opuestas, A=Alternas y E=Escalariformes de las 18 especies.

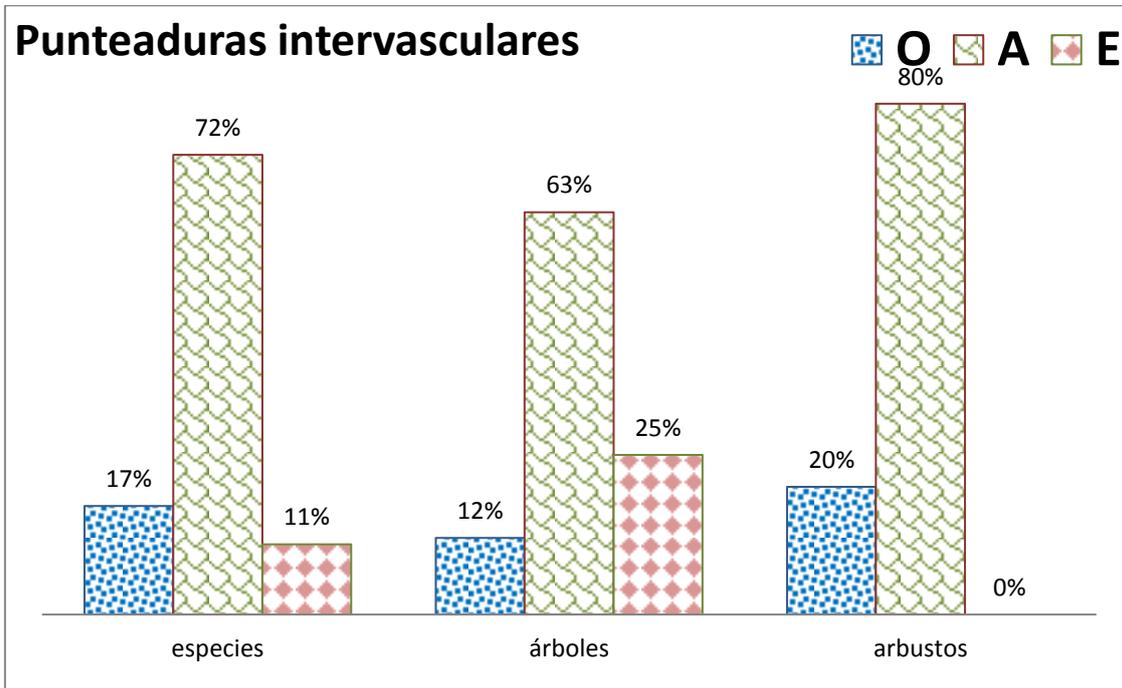


Fig. 26. Longitud de fibras. C=Cortas, M=Medianas y L=Largas de las 18 especies.

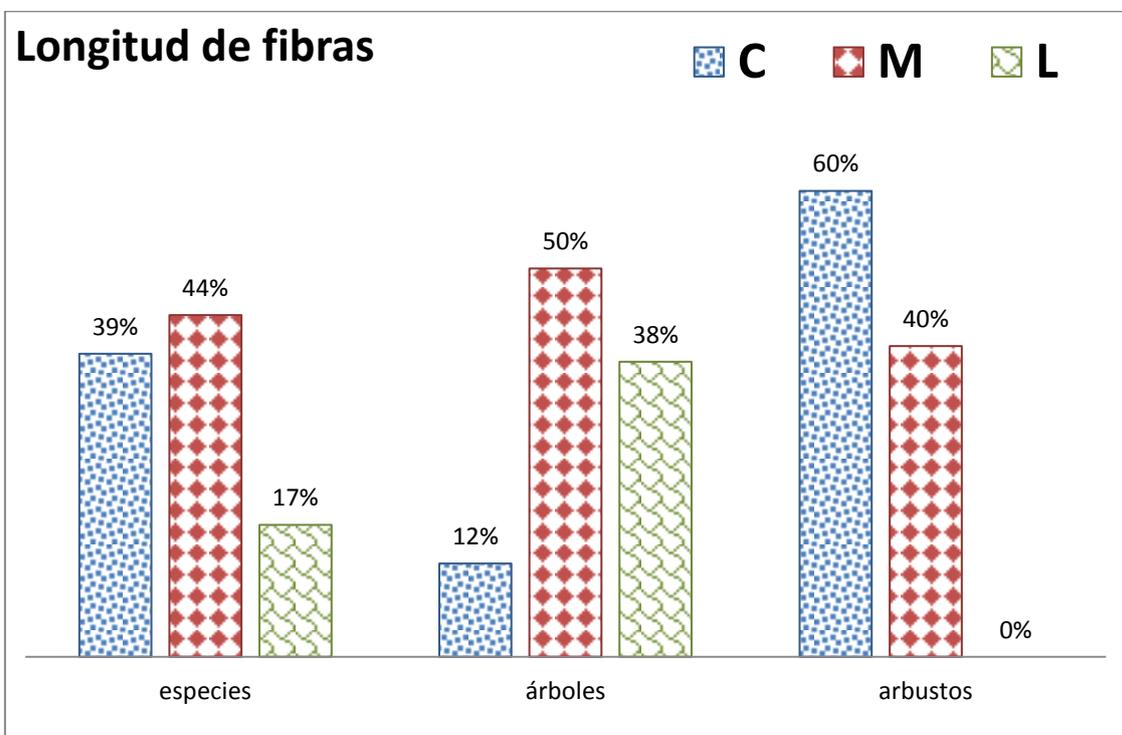


Fig. 27. Punteaduras de fibras A=Areoladas (F), S=Simple (L) de las 18 especies.

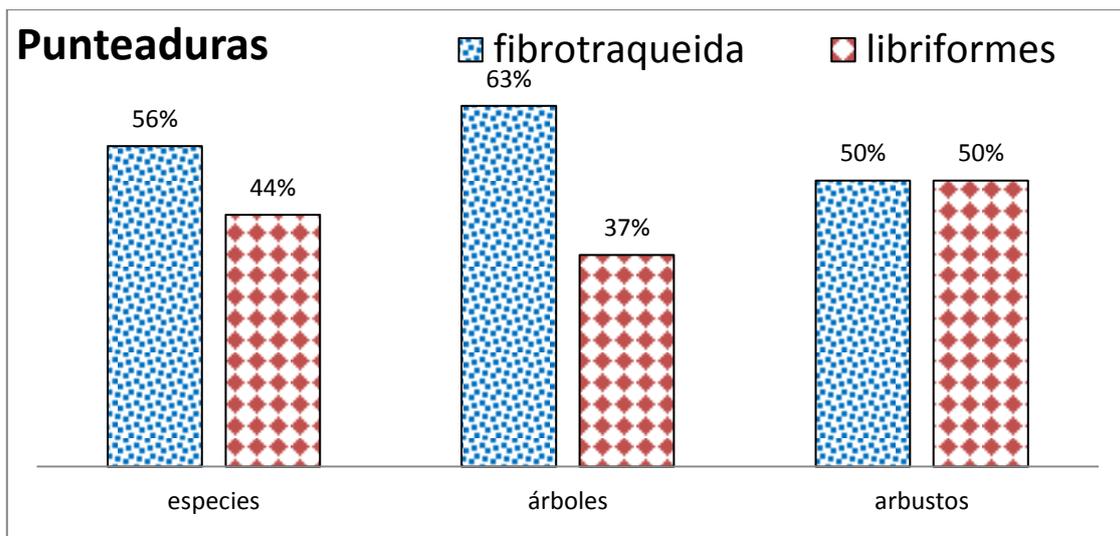


Fig. 28. Grosor de la pared de fibras. MD=Muy Delgadas, D=Delgadas G=Gruesas y MG=Muy Gruesas de las 18 especies.

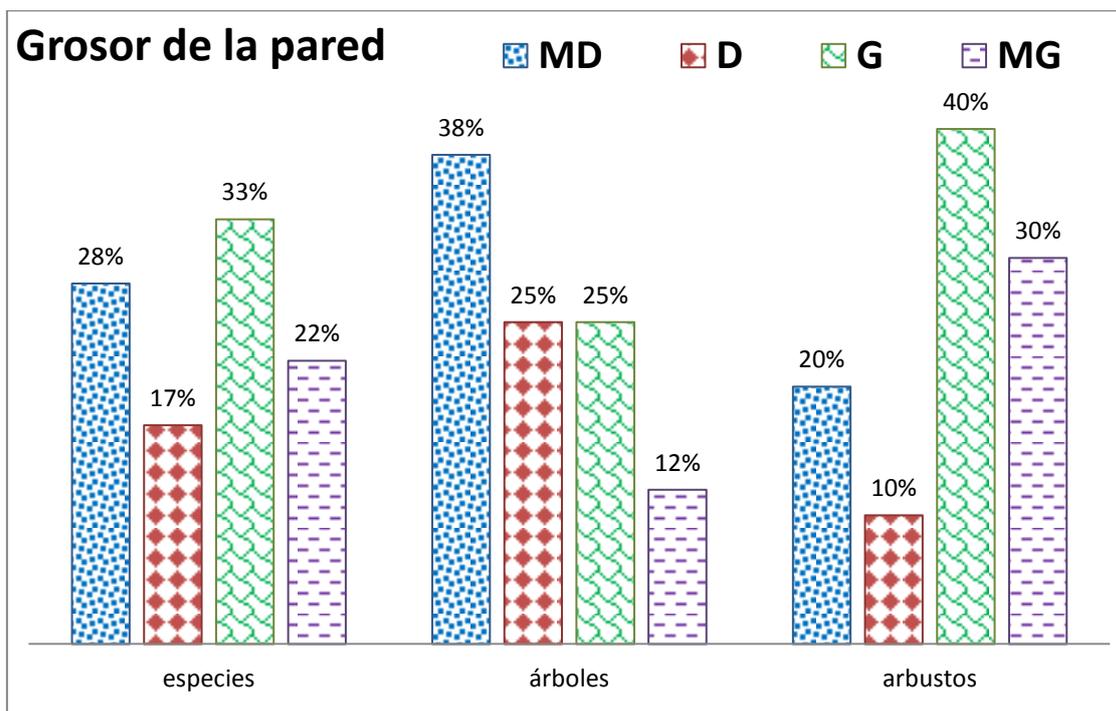


Tabla 8. Comparación de caracteres anatómicos de la madera entre diferentes comunidades vegetales. Porcentajes se muestran en el anexo.

CARÁCTER						
Autor	BARAJAS <i>et al.</i>	ABUNÍZ BONILLA <i>et al.</i>	AGUILAR <i>et al.</i>	AGUILAR-CASTRO	AGUILAR-ALCÁNTARA	RAMIREZ
Vegetación	SELVA ALTA	MATORRAL XEROFILO	BOSQUE MESÓFILO	BOSQUE MESÓFILO DE	BOSQUE MESÓFILO DE	BOSQUE MESÓFILO DE
Estado (año)	PERENIFOLIA I VERACRUZ (1997)	PUEBLA (2004)	DE MONTAÑA EDO. MEX. (2000)	MONTAÑA EDO. MEX.(2006)	DE MONTAÑA TAMAULIPAS (2014)	MONTAÑA VERACRUZ (2015)
Coordenadas	18°34'-18°36'N 95°04'-95°09'O	El valle de Tehuacán	18°58'-19°00'N 99°17'-99°22'O	Donato: 19° 18'77" N y 100° 7'77" O; 2000-2200 msnm; templado	22°55'-23°25'N 99°05'-99°26'O	19°21'-19°22'N 96°47'-97°06'O
Altitud	150-700 msnm	650-1500 msnm	2200-2300 msnm	subhúmedo/1000 mm Tejupilco: 18° 53' N 100° 20' O;	800-1500 msnm	1100-2100 msnm
Clima	Af (m) w cálido húmedo	BSo y BS1 semiárido	Cwbg templado subhúmedo	1500 msnm; semicálido subhúmedo 1200 mm 20- 22°C.	2522.4-1852 mm	1100-2100 mm
Lluvia	Todo el año 4725.2 mm (-60mm)	478 mm	1200-1700 mm	Sultepec: 18° 51'57" N y 99° 57'45" O; 2700 msnm; templado, 1000 mm 14°C.	Subhúmedo bmm	Bmm neblina frecuente
Temperatura	24.3°C(32.8-16.4)	18 y 22°C	17.5°C		13.8-22.8°C	10-24°C
ANILLOS DE CRECIMIENTO	60 especies	43 especies	34 especies	12 especies	12 especies	14 especies
		26 Árboles (A);17 arbustos (a)			11	4 Árboles (A);10 arbustos (a)
Conspicuos	21	A:12 a:12	11	8	--	A:4 a:3
Inconspicuos	38	A:14 a: 5	23	4	--	A:0 a:7
Intermedios	1	0	0	0		0
POROSIDAD						
Difusa	Di 58 Di-S 1	Di 22 (A-15 a-7) Di-Se 3 (A-2 a-1)	Di 9 27 Di-Se 5	Di 11 Di-Se 1	Di 9, Di-Se 1	Di 11 (A-2 a-9)
Semianular	1	Se 6 (A-2 a-4 Se-An 3 (An-2 a-1)	-----	-----	Se1	Se 3 (A-2 a-1)
Anular	-----	An 9 (A-5 a-4)	An. 2	-----	Se-An 1	-----
○	18	6 (A 5 a-1)	2	2	6	1 (A-1 a-3)
∩	32	32 (A-17 a-15)	15	1	-----	-----
△	3	-----	10	6	-----	4 (A-2 a-2)
◇	7	5 (A-4 a-1)	7	3	2	-----
					4	9 (A-2 a-7)

VASOS						
Frecuencia	Po 20	Po 9 (A-9 a-0)	Po 9	Po 2	Po 0	Po 0
	Me 35	Me 11 (A-9 a-2)	Me 9	Me 2	Me 2	Me 3(A-1 a-2)
	Nu 5	Nu 23 (A-8 a-15)	Nu 16	Nu 8	Nu 10	Nu 11 (A-3 a-8)
Diámetro	Ang 12	Ang 25 (A-10 a-15)	Ang 19	Ang 10	Ang 10	Ang 13 (A-3 a-10)
	Med 36	Med 15 (A-13 a-2)	Med 12	Med 2	Med 2	Med 1 (A-1 a-0)
	Amp 12	Amp 3 (A-3 a-0)	Amp 3	Amp 0	Amp 0	Amp 0
Longitud	Co 7	Co 28 (A-16 a-12)	Co 0	Co 1	Co 4	Co 2 (A0 a-2)
	M 38	M 15 (A-10 a-5)	M 20	M 5	M 5	M 9 (A-4 a-5)
	La 15	La 0 (0sp)	La 41	La 6	La 3	La 3 (A0 a-3)
PP	Sim 55	Sim 42 (A-25 a-17)	Sim 17	Sim 7	Sim 10	Sim 13 (A-4 a-9)
	Esc 3	Esc 1 A-1 a-0)	Esc 17	Esc 5	Esc 2	Esc 1 (A0 a-1)
	S/E 2					
PUNT.INTER	Alt 55	Alt 42 (A-25 a-17)	Alt 24	Alt 8	Alt 10	Alt 12 (A-4 a-8)
	Op 1	Op 1 (A-1 a-0)	Op/Es 10	Op 2	Op 1	Op 0
	Es 4	Es 0		Es 2	Es 1	Es 2 (A0 a-2)
FIBRAS						
Longitud	L 21	L 2 (A-2 a-15)	L 14	L 4	L 2	L 2 (A0 a-2)
	M 38	M 21 (A-13 a-8)	M 18	M 6	M 6	M 6 (A-2 a-4)
	C 1	C 20 (A-11 a-9)	C 2	C 2	C 4	C 6 (A-2 a-4)
Pared	MD 21	MD 5 (A-4 a-1)	MD 16	MD 0	MD 0	MD 0
	D 22	D 18 (A-1 a-7)	D 3 11	D 9	D 8	D 10 (A-4 a-6)
	G 14	G 13 (A-7 a-6)	G 2	G 3	G 4	G 4 (A0 a-4)
TF	MG 3	MG 7 (A-4 a-3)	MG 5	MG 0	MG 0	MG 0
	L 57	L 29 (A-17 a-5)	L 23	L 8	L 8	L 12 (A-3 a-9)
	F 3	F 14 (A-9 a-12)	F 11	F 4	F 4	F 2 (A-1 a-1)

POROSIDAD: Di=Difusa, Se=Semianular, An=Anular. Vasos/ frecuencia: Po=pocos, Me=medianamente numerosos, Nu=numerosos. Diámetro Ang=angostos, Med=medianos, Amp=amplios. Longitud Co=cortos, M=medianos, La=largos. PP=placas de perforación, Sim=simples, Esc=escalariformes. PUNT. ITER.=punteaduras intervasculares. Alt=alternas, Op=opuestas, Es=escalariformes. FIBRAS/longitud: L=largas, M=medianas, C=cortas. Pared: MD=muy delgada, D=delgada, G=gruesa, MG=muy gruesa. TF=tipo de fibra: L=libriforme, F=fibrotraqueida.

Descripciones

ADOXACEAE <i>Viburnum loeseneri</i> Graebn.....	15
ANNONACEAE <i>Annona cherimola</i> Mill.	18
AQUIFOLIACEAE <i>Ilex brandegeana</i> Loes.....	21
ASTERACEAE <i>Ageratina areolaris</i> (Dc.) Gage ex. B.L. Turner.	24
<i>Verbesina klattii</i> B.L. Rob. & Greenm.	27
CLETHRACEAE <i>Clethra hartwegii</i> Britton.	30
FABACEAE <i>Acacia angustissima</i> (Mill.) Kuntze.....	33
FAGACEAE <i>Quercus castanea</i> Neé.....	36
GARRYACEAE <i>Garrya laurifolia</i> Hartw. Ex Benth.	40
LAMIACEAE <i>Cunila pycnantha</i> B.L. Rob. & Greenm.	43
MALVACEAE <i>Sida haenkeana</i> C. Presl	46
<i>Tilia americana</i> var. <i>mexicana</i> (Schltdl.) Hardin.....	49
ONAGRACEAE <i>Lopezia miniata</i> Lag. ex Dc.	53
PENTAPHYLACACEAE <i>Cleyera integrifolia</i> (Benth.) Choisy.....	56
POLYGALACEAE <i>Monnina ciliolata</i> Sessé & Moc. Ex DC.	59
RHAMNACEAE <i>Rhamnus hintonii</i> M.C. Johnst. & L.A. Johnst.	62
SCHOEPFIACEAE <i>Schoepfia schreberi</i> J.F.Gmel.	65
SYMPLOCACEAE <i>Symplocos citrea</i> Lex. ex La Llave & Lex.	68

ANEXO

Clasificación de la longitud de elemento de vaso y fibras (μ), STANDARES IAWA.
(Tomado de Chattaway, 1932)

CLASE	SUBCLASE	ELEMENTOS DE VASO	FIBRAS
CORTOS	EXTREMADAMENTE CORTOS	>175	>500
	MUY CORTOS	175-250	500-700
	MODERADAMENTE CORTOS	250-350	700-900
MEDIANOS	MEDIANOS	350-800	900-1600
LARGOS	MODERADAMENTE LARGOS	800-1100	1600-2200
	MUY LARGOS	1100-1900	2200-3000
	EXTREMADAMENTE LARGOS	<1900	<3000

Clasificación de la pared de fibras. La figura muestra las proporciones del grosor de la pared de la fibra (Tomado de Chattaway, 1932)

RANGO	GROSOR DE LA PARED	CARACTERÍSTICAS
Menor de 0.30	Muy gruesa	Las fibras no se colapsan. Muy poca superficie de contacto. Pobre unión fibra-fibra.
De 0.30-0.50	Gruesa	Las fibras se colapsan muy poco. Poca superficie de contacto. Poca unión fibra-fibra.
De 0.50-0.65	Mediana	Abarca lo anterior.
De 0.65-0.80	Delgada	Fibras parcialmente colapsadas, con una sección elíptica. Buena superficie de contacto. Buena unión fibra-fibra.
Mayor de 0.80	Muy delgada	Las fibras se colapsan. Buena superficie de contacto. Buena unión fibra-fibra.

0-25 % 0-25 % Muy delgada



25-50 % delgada



55-75 % Gruesa



75-100 % Muy gruesa



Abundancia de poros. (Tomado de Chattaway, 1932)

No/mm	SUBCLASE	CLASE
MENOS DE 2	MUY POCOS	POCOS
2-5	POCOS	
5-10	MODERADAMENTE POCOS	MEDIANAMENTE NUMEROSOS
10-20	MODERADAMENTE NUMEROSOS	
20-40	NUMEROSOS	MUY NUMEROSOS
MÁS DE 40	MUY NUMEROSOS	

Diámetro de vasos. (Tomado de Chattaway, 1932)

RANGO	SUBCLASE	CLASE
MENOS DE 25	EXTREMADAMENTE PEQUEÑOS	PEQUEÑOS
25-50	MUY PEQUEÑOS	
50-100	PEQUEÑOS	
100-200	MEDIANOS	MEDIANOS
200-300	MODERADAMENTE GRANDES	GRANDES
300-400	GRANDES	
MÁS DE 400	MUY GRANDES	

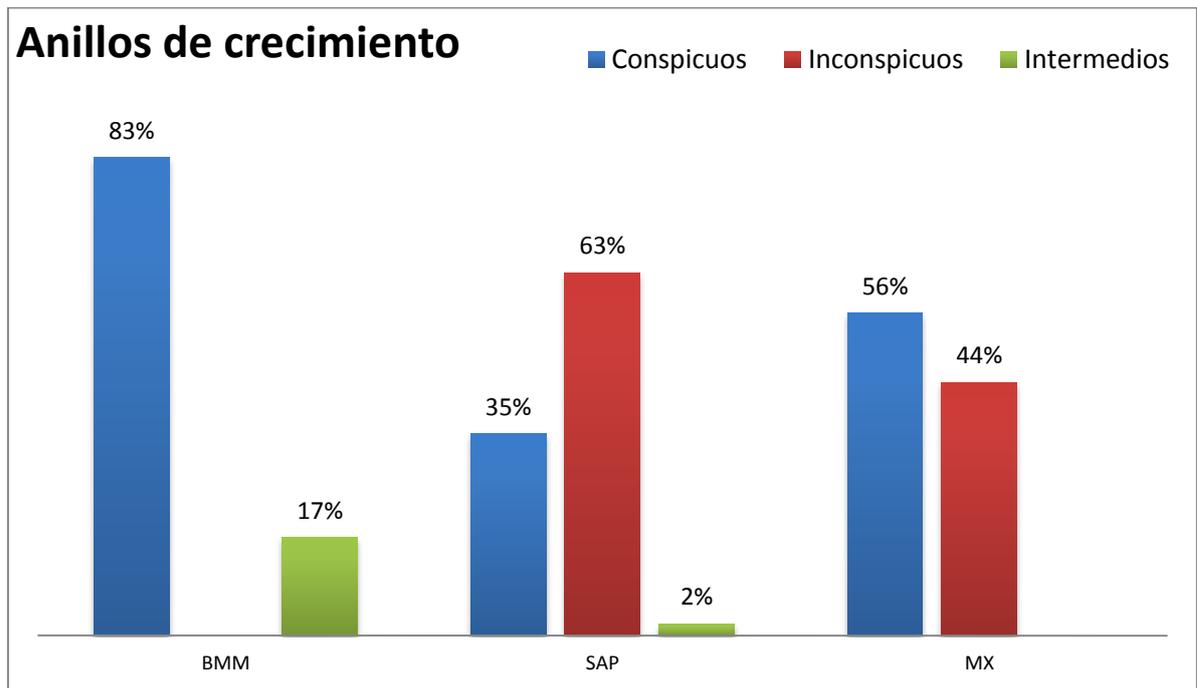
Abundancia de radios. (Tomado de Chattaway, 1932)

No/mm	SUBCLASE	CLASE
MENOS DE 2	MUY POCOS	POCOS
3-4	POCOS	
5-7	MODERADAMENTE NUMEROSOS	MEDIANAMENTE NUMEROSOS
8-10	NUMEROSOS	MUY NUMEROSOS
MÁS DE 10	MUY NUMEROSOS	

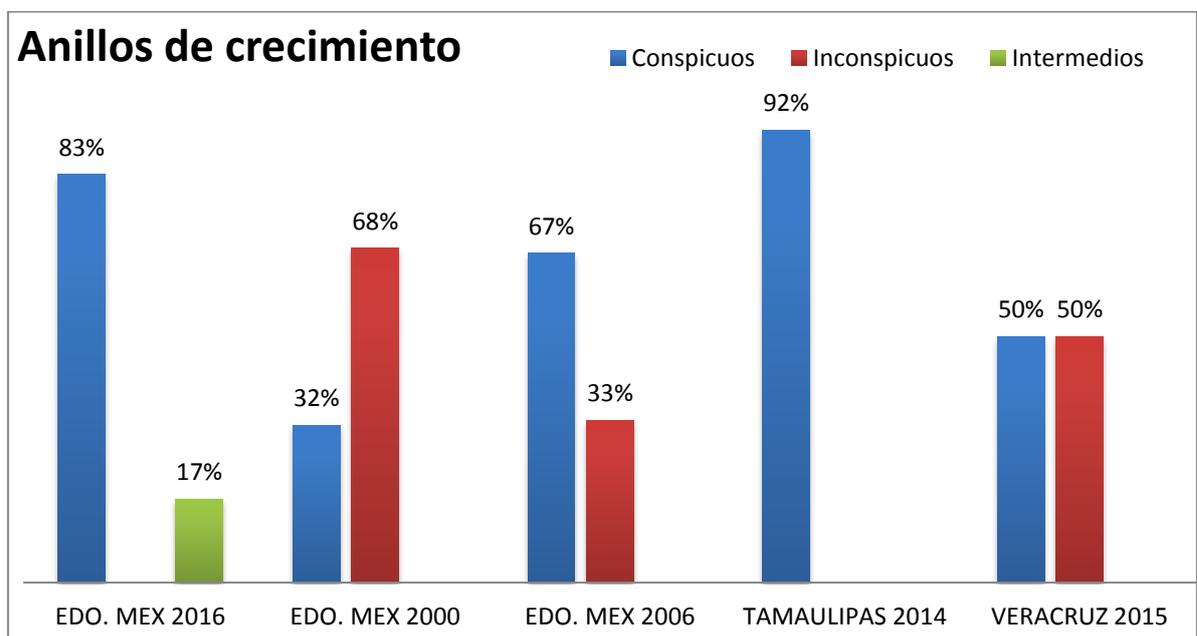
Altura de radios. (Tomado de Chattaway, 1932)

Rango mm	SUBCLASE	CLASE
MENOS DE 0.5	EXTREMADAMENTE BAJOS	BAJOS
0.5-1	MUY BAJOS	
1-2	BAJOS	
2-5	LIGERAMENTE BAJOS	MEDIANOS
5-10	LIGERAMENTE ALTOS	
10-20	ALTOS	ALTOS
20-50	MUY ALTOS	
MÁS DE 50	EXTREMADAMENTE ALTOS	

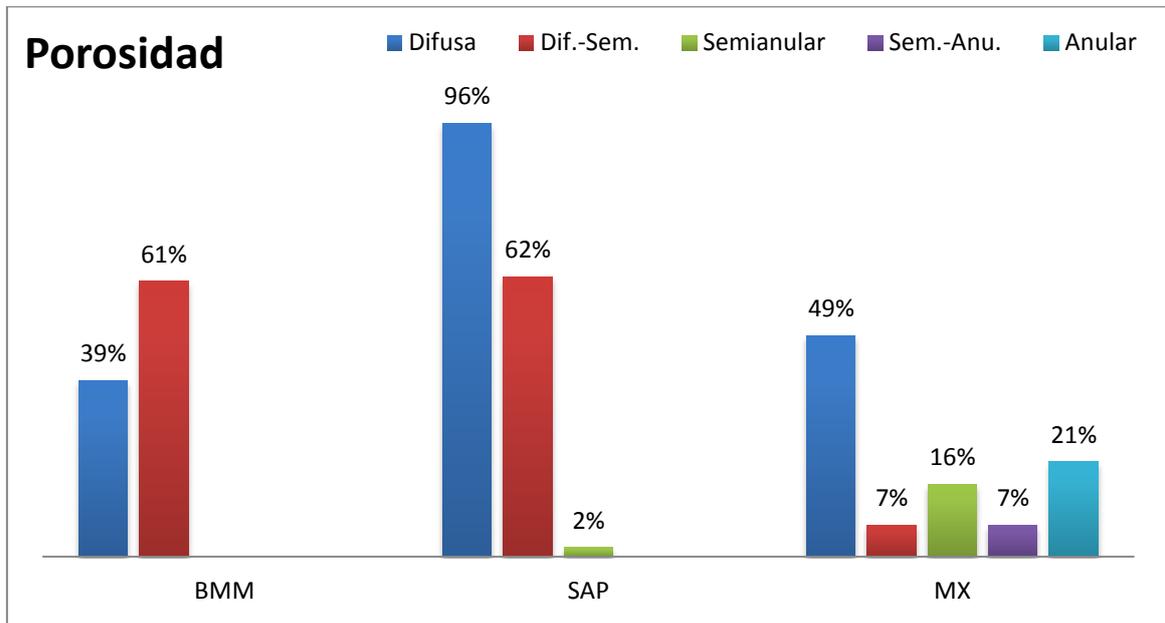
Comparación de los anillos de crecimiento de un Bosque mesófilo de montaña (BMM), Selva alta perennifolia (SAP) y un Matorral xerófilo (MX).



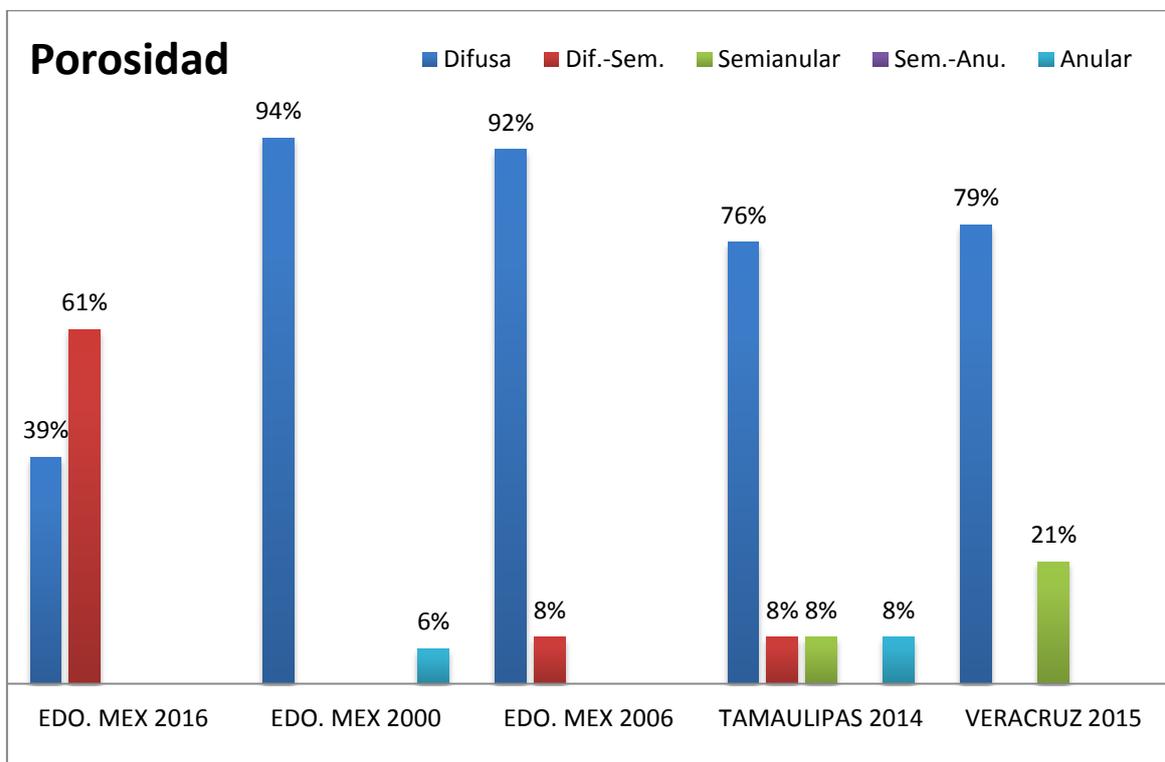
Comparación de los anillos de crecimiento de cinco localidades de BMM.



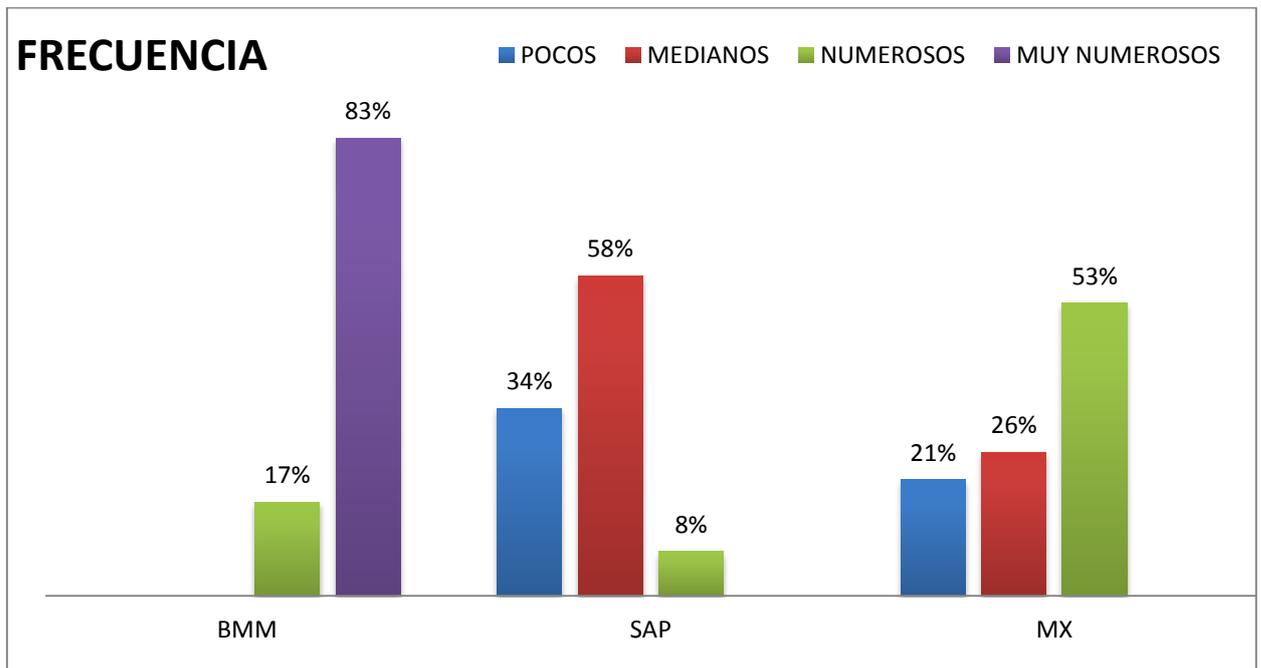
Comparación de la Porosidad en la madera de un Bosque mesófilo de montaña (BMM), Selva alta perennifolia (SAP) y un Matorral xerófilo (MX).



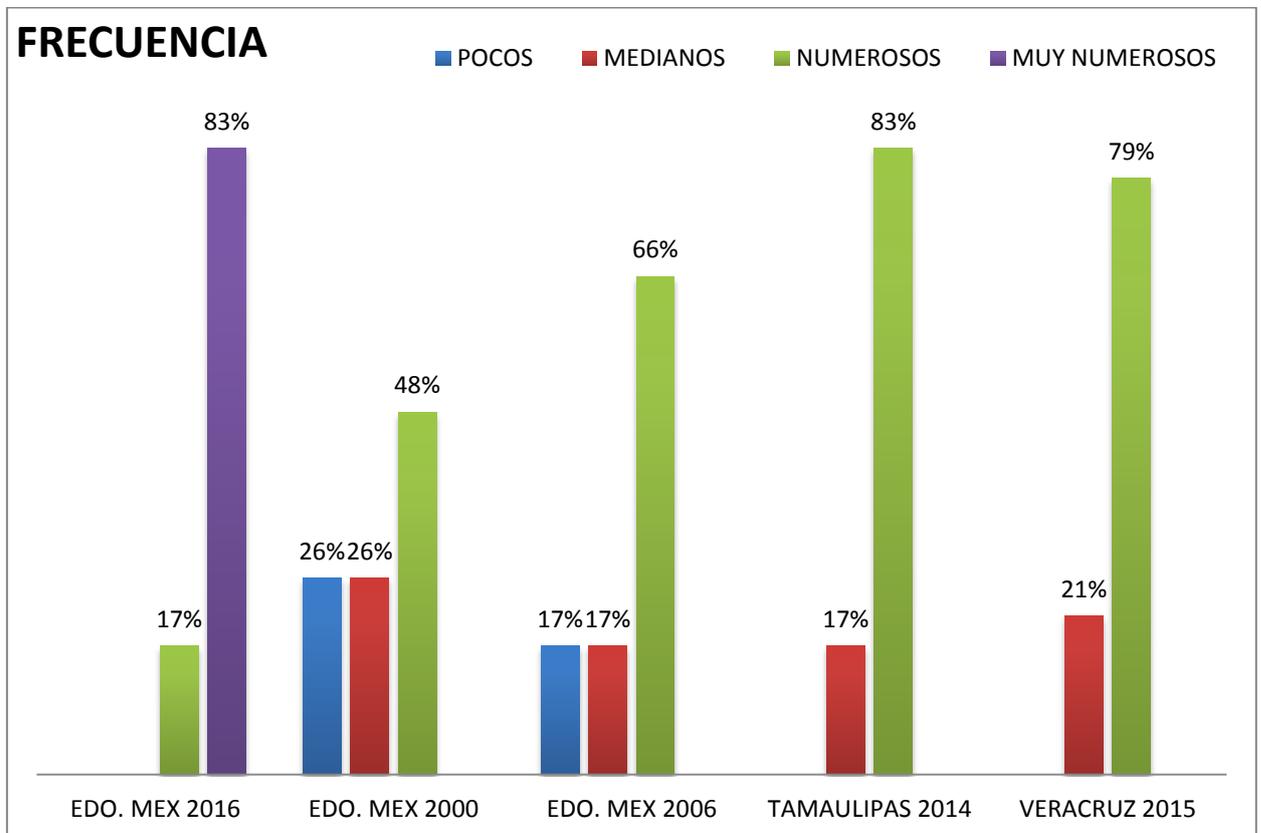
Comparación de la Porosidad en la madera de cinco localidades de BMM.



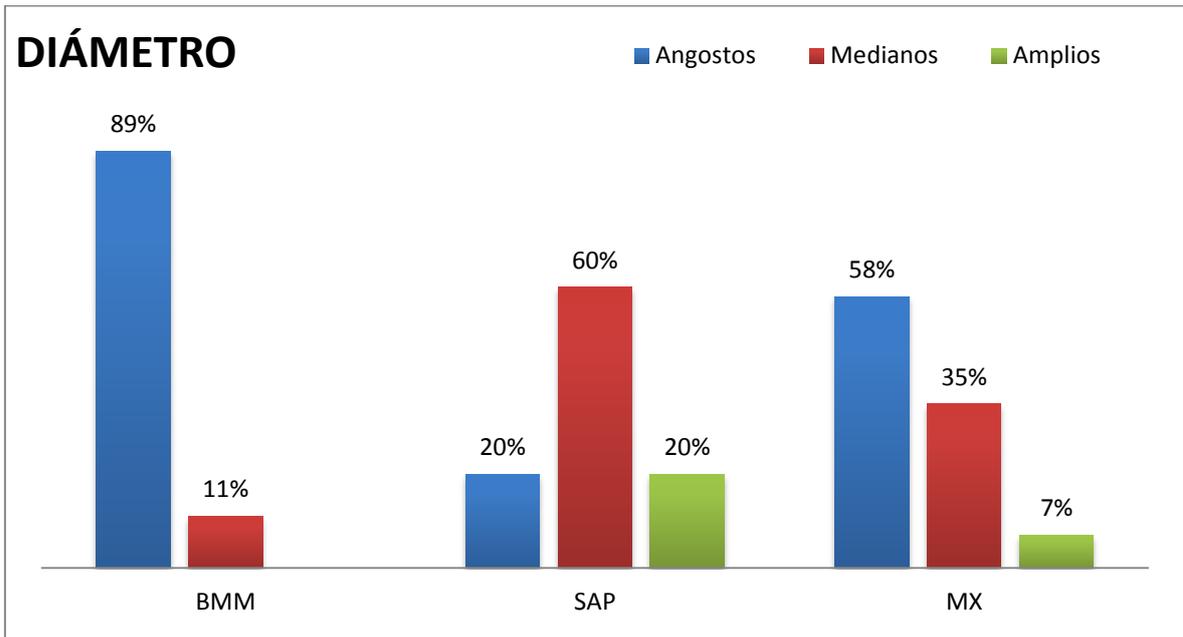
Comparación de la frecuencia de elementos vaso en la madera de un Bosque mesófilo de montaña (BMM), Selva alta perennifolia (SAP) y un Matorral xerófilo (MX).



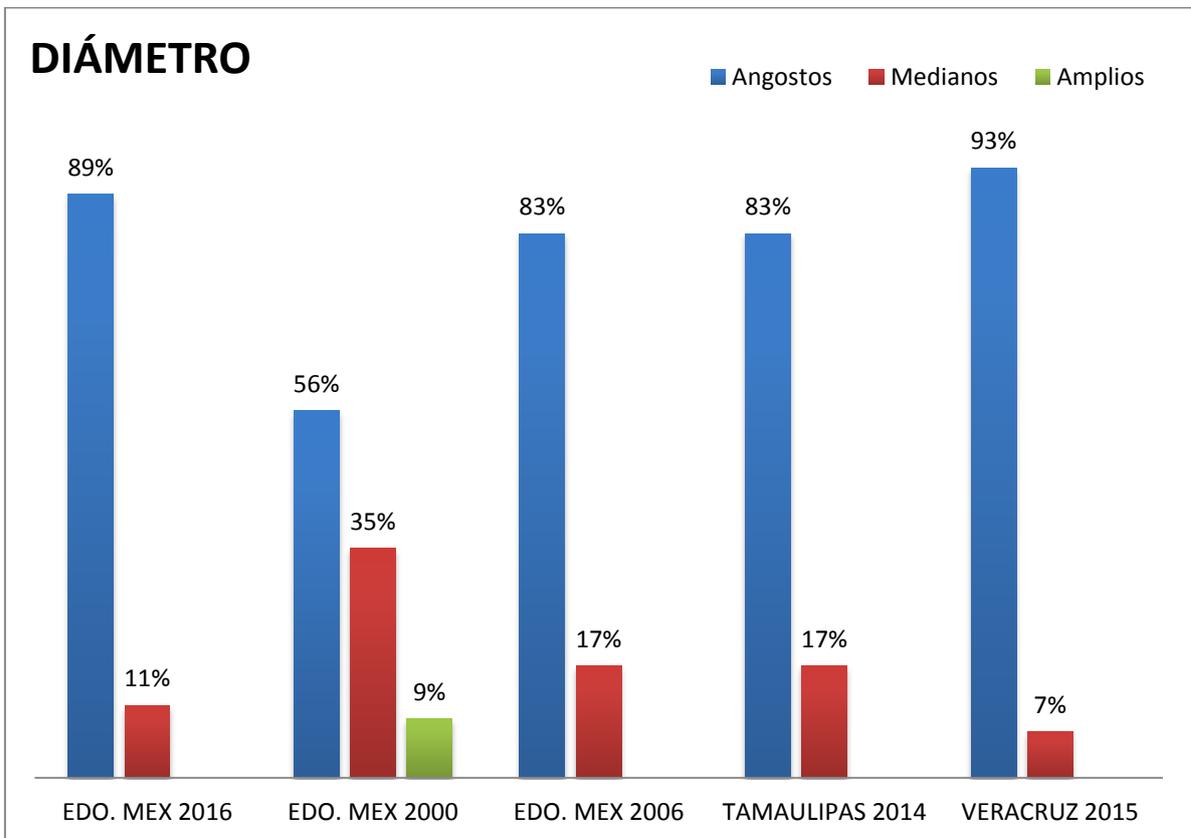
Comparación de la frecuencia de los elementos de vaso en la madera de cinco localidades de BMM.



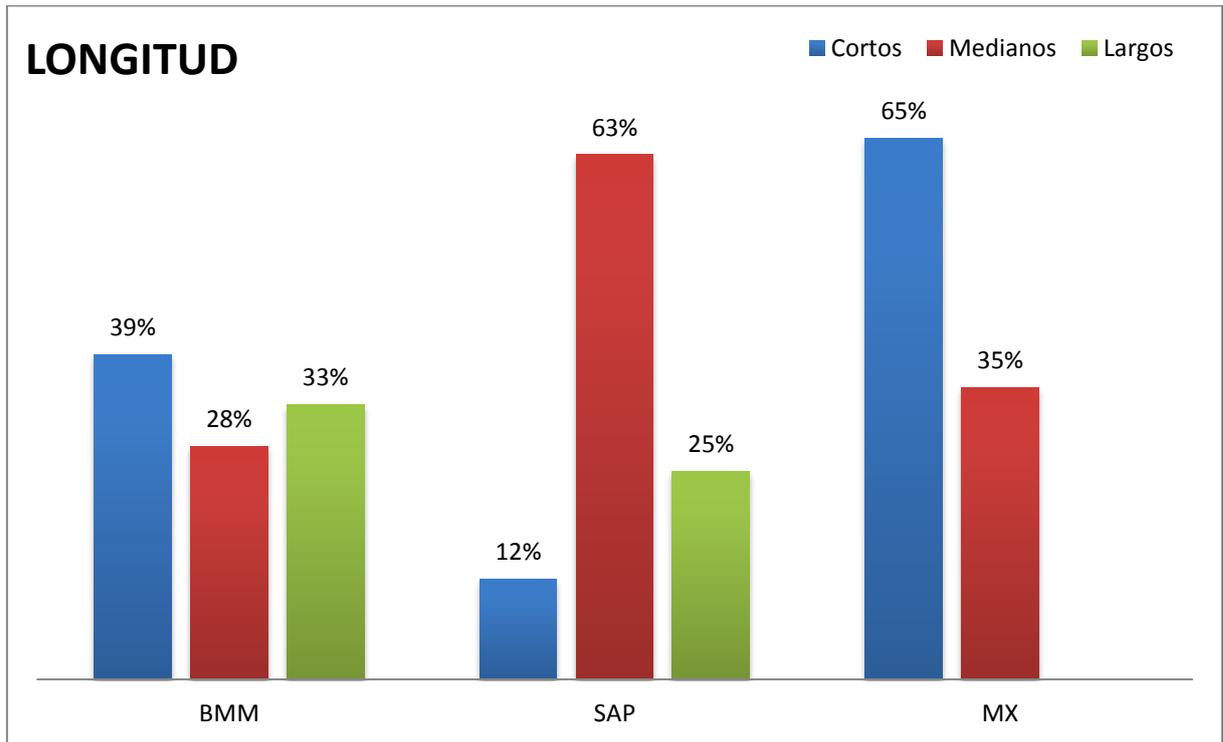
Comparación del diámetro de los elementos de vaso en la madera de un Bosque mesófilo de montaña (BMM), Selva alta perennifolia (SAP) y un Matorral xerófilo (MX).



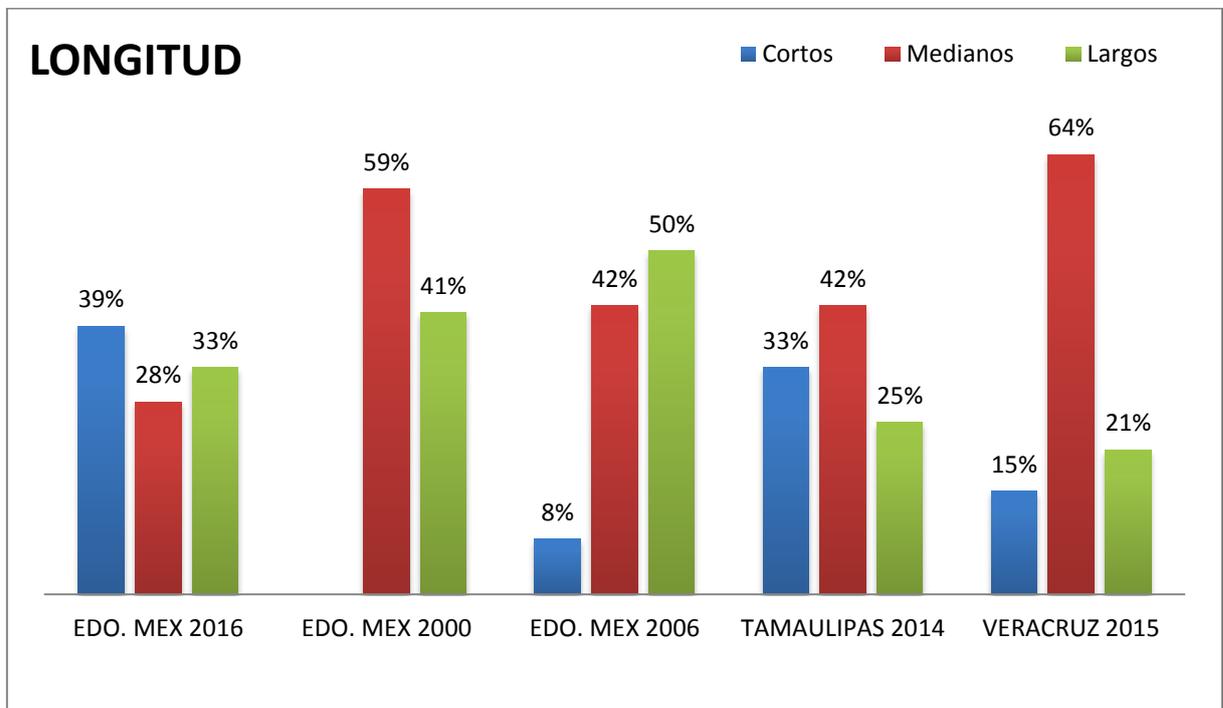
Comparación de la frecuencia de elementos de vaso en la madera de cinco localidades de BMM.



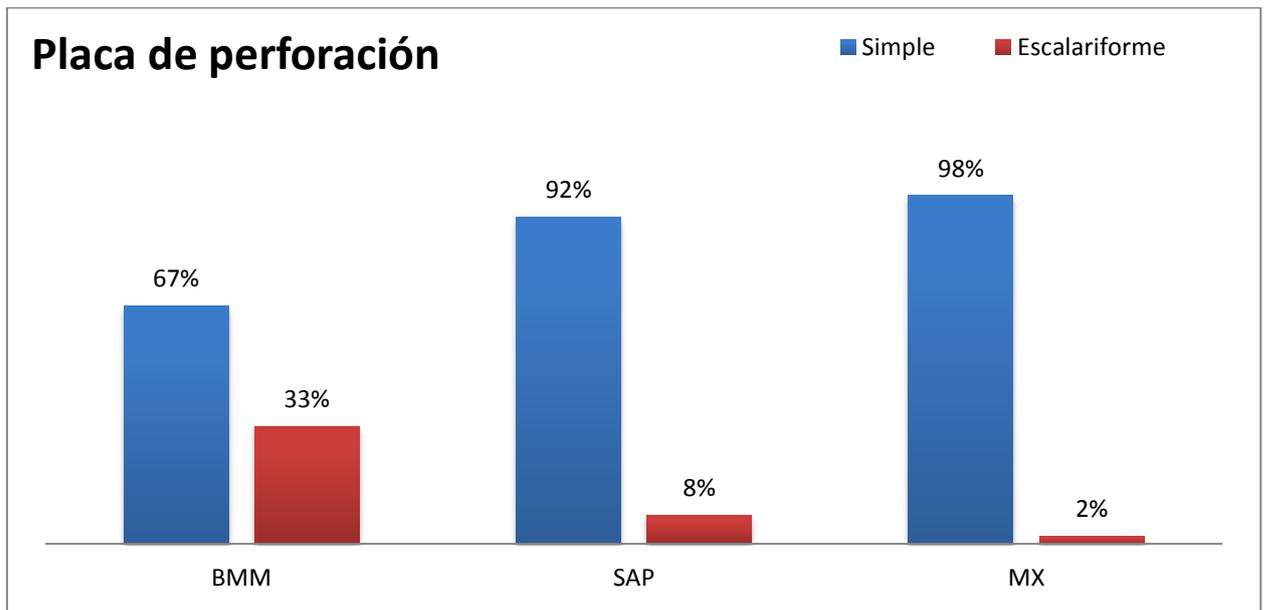
Comparación de la longitud de los elementos de vaso en la madera de un Bosque mesófilo de montaña (BMM), Selva alta perennifolia (SAP) y un Matorral xerófilo (MX).



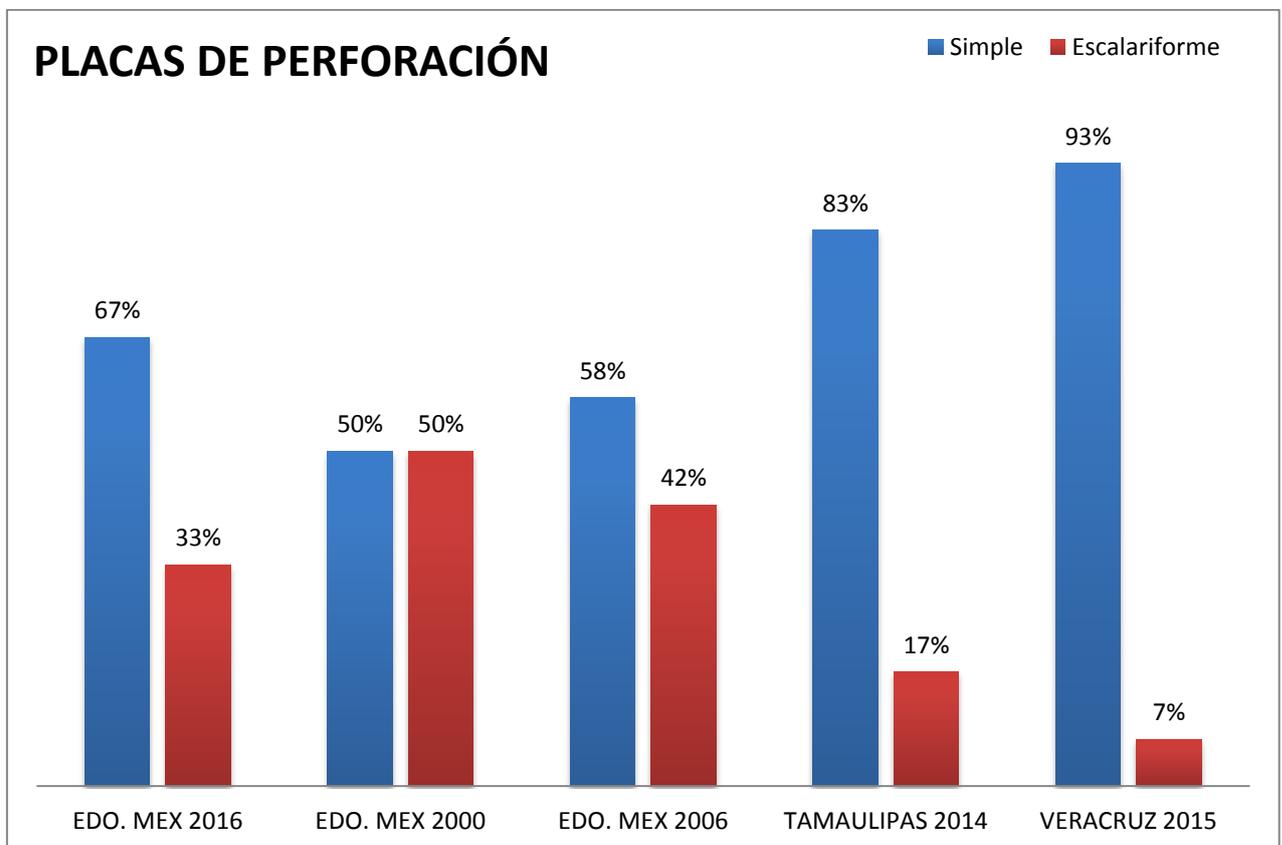
Comparación de la longitud de los elementos vasos en la madera de cinco localidades de BMM.



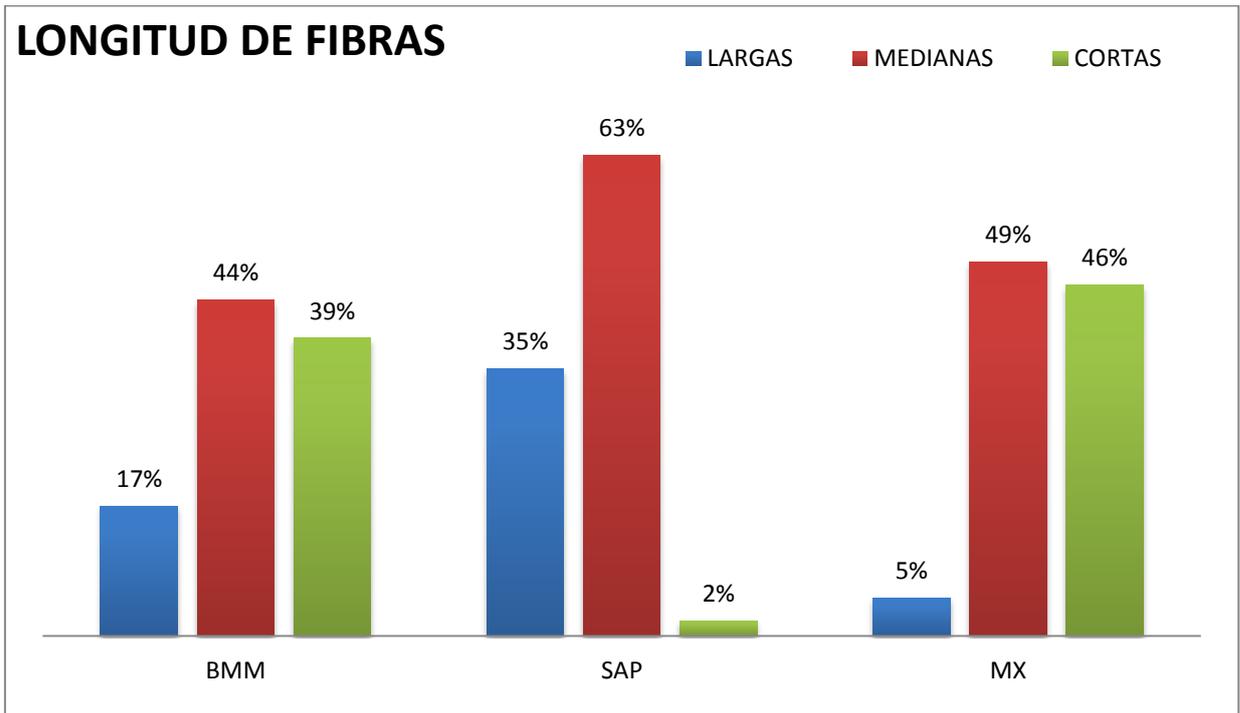
Comparación de las placas de perforación de los elementos de vaso en la madera de un Bosque mesófilo de montaña (BMM), Selva alta perennifolia (SAP) y un Matorral xerófilo (MX).



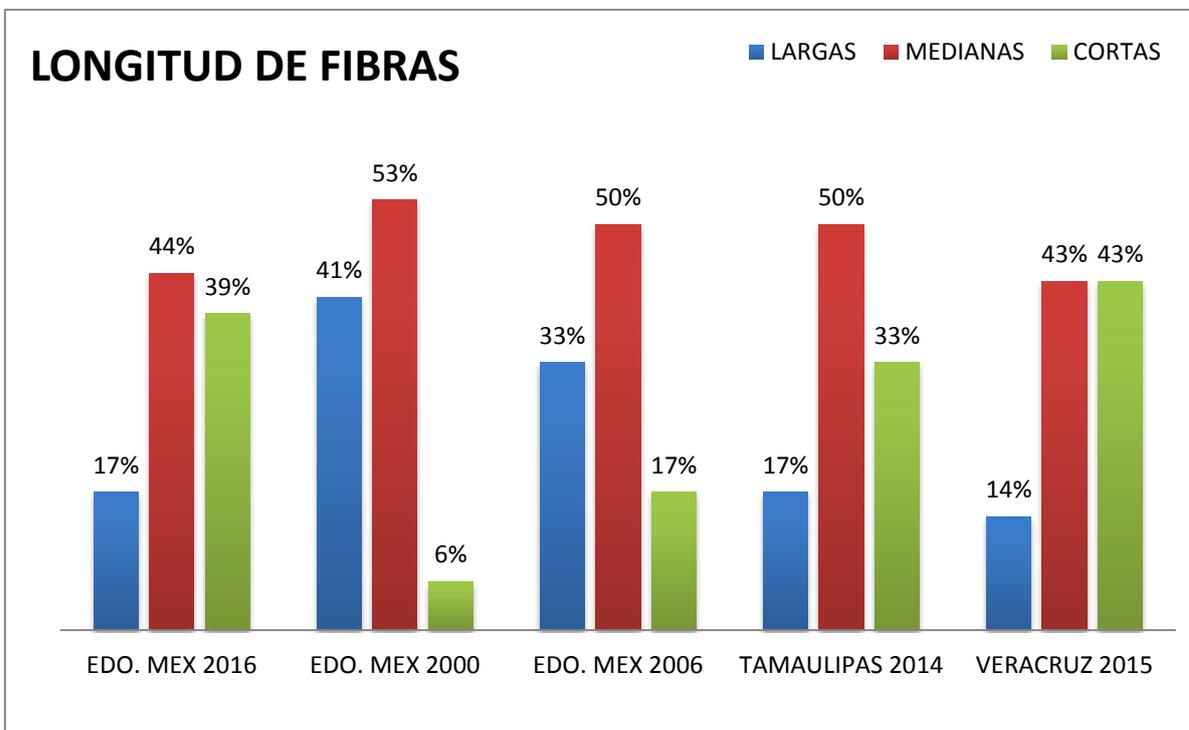
Comparación de las placas de perforación de los elementos vasos en la madera de cinco localidades de BMM.



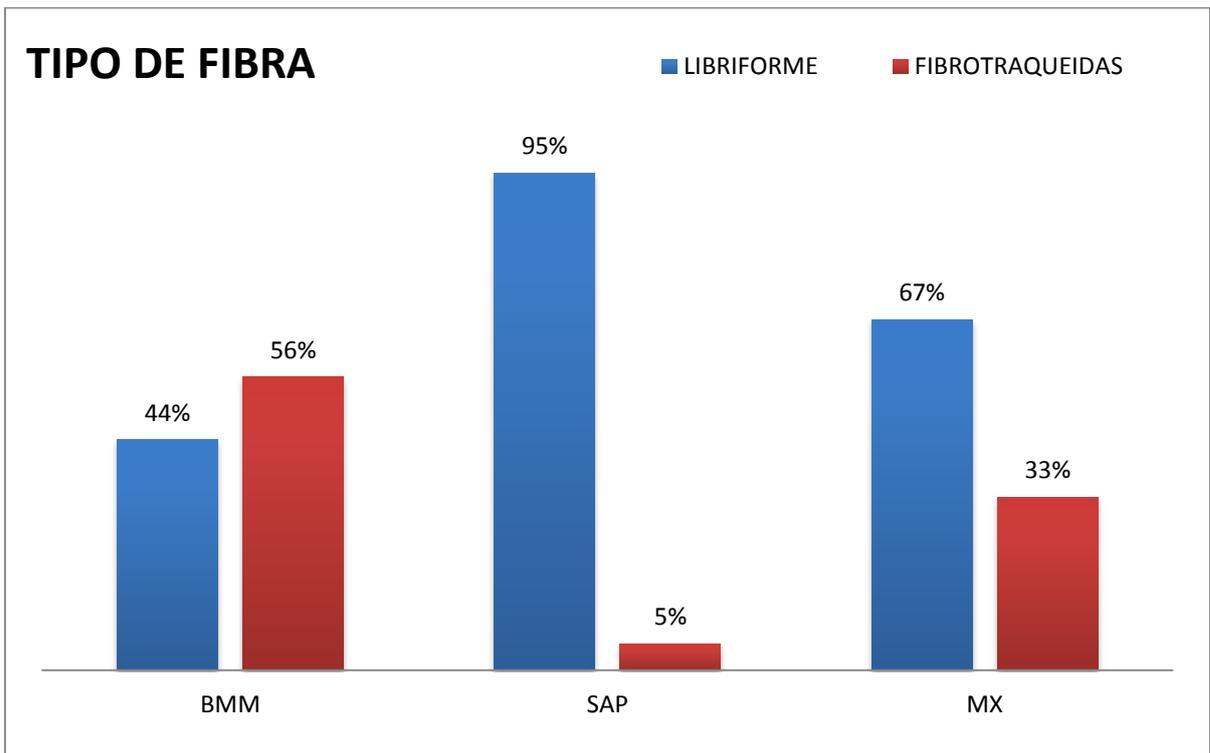
Comparación de la longitud de fibras en la madera de un Bosque mesófilo de montaña (BMM), Selva alta perennifolia (SAP) y un Matorral xerófilo (MX).



Comparación de las placas de perforación de los elementos vasos en la madera de cinco localidades de BMM.



Comparación del tipo de fibra en la madera de un Bosque mesófilo de montaña (BMM), Selva alta perennifolia (SAP) y un Matorral xerófilo (MX).



Comparación del tipo de fibra en la madera de cinco localidades de BMM.

