



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA**

**ESPECIES DEL BOSQUE MESÓFILO DE
MONTAÑA: ANATOMÍA DE MADERA DE
ÁRBOLES Y ARBUSTOS**

TESIS

RAVEL GLEASSON CHANTAL ALIN

**DIRECTORA: DRA. EN C. SILVIA AGUILAR
RODRÍGUEZ**

**LOS REYES IZTACALA, TLALNEPANTLA, ESTADO
DE MÉXICO, MÉXICO. 2017**





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.

ÍNDICE

Resumen	.....3
Introducción	.....4
Xilema secundario	.....5
El bosque mesófilo de montaña en México	.....6
Antecedentes	.....8
Objetivos	.....9
Material y método	.....10
Resultados	.....13
Discusión	.....66
Conclusiones	.....86
Apéndice	.....88
Referencias	.....91
Notas al pie	.....102

Resumen

Los trabajos sobre la anatomía de la madera presentan numerosos enfoques incluyendo aquellos sobre diversidad anatómica. Su aplicación en campos de la anatomía ecológica y sistemática se ha llevado a cabo para inferir adaptaciones al ambiente, así como para esclarecer relaciones taxonómicas. El bosque mesófilo de montaña es un ecosistema que ocupa un espacio reducido dentro del territorio nacional, pero cuenta con gran diversidad de especies leñosas, las cuales han sido poco descritas, sobre todo aquellas que muestran un hábito de crecimiento arbustivo. En el presente estudio se describe y compara la anatomía de la madera de nueve árboles y seis arbustos que crecen en este tipo de vegetación; asimismo se compara de manera preliminar, la posible variación de *Ostrya virginiana* (Mill.) K. Koch. Los resultados muestran ciertas convergencias estructurales entre las especies, como fue la porosidad difusa y parénquima axial en general escaso. La agrupación de vasos distingue a los árboles de los arbustos. *O. virginiana* mostró variación en el tipo de porosidad, densidad, diámetro y longitud de elementos de vaso y en la longitud de las fibras. Se discuten algunos caracteres en función de los grupos taxonómicos a los que pertenecen las especies estudiadas.

Palabras clave: Bosque mesófilo de montaña, descripción anatómica, madera, xilema secundario.

Introducción

Actualmente se cuenta con numerosos trabajos sobre la anatomía del xilema secundario (madera) enfocados a diversas áreas como son: la determinación de especies, evaluaciones de aptitud tecnológica y estudios sistemático-filogenéticos y ecológicos, entre otros (Metcalf y Chalk, 1950; Hoadley, 1990; Dickison, 2000; Herendeen y Miller, 2000). El área descriptiva es la más básica de todas, ya que permite hacer inferencias en los campos antes descritos.

En este sentido, los estudios sobre diversidad anatómica cobran importancia y más aún, cuando se trata de ambientes que se caracterizan por contar con una elevada riqueza de especies leñosas, como lo es el bosque mesófilo de montaña (BMM). La variación en la estructura del xilema secundario de especies que habitan en este bosque, puede ser el resultado de factores intrínsecos (propios de los taxa) y extrínsecos (debidos al ambiente; Baas, 1983; Chalk, 1983; Guthrie, 1989). Estudios previos realizados en México muestran algunas convergencias anatómicas en las especies que habitan el BMM (Aguilar-Rodríguez y Barajas-Morales 2005; Aguilar-Alcántara *et al.*, 2014), pero también se han reconocido caracteres propios de los grupos taxonómicos (Aguilar-Rodríguez y Castro-Plata, 2006; Aguilar-Alcántara *et al.*, 2014); en ambos casos la información contribuye en la aportación de datos sobre las relaciones (de similitud/parentesco) entre ellos. Sin embargo, el avance que en México se tiene sobre el estudio anatómico de la madera de especies leñosas que crecen en el BMM, es disperso y muchas de sus especies, sobre todo las arbustivas, aún se desconocen en este campo. A pesar de que se cuente con descripciones previas de una determinada especie, la variación intra-específica debida a factores ambientales y/o genéticos, crea la necesidad de seguir proveyendo datos (León, 2005). En el presente estudio se describe y

compara la anatomía de la madera de 15 especies (nueve árboles y seis arbustos) de distintas localidades, donde prospera el BMM.

El xilema secundario

El xilema secundario (XS), derivado del cambium vascular, es un tejido complejo de composición heterogénea en las plantas leñosas. Su función es el transporte de agua y minerales esenciales a través de células no vivas (vasos, traqueidas), además de dar soporte mecánico (fibras). Sin embargo, también se compone de células vivas (radios y parénquima axial), que junto con el floema secundario, comprende un camino simplástico tridimensional principalmente para el transporte de fotosintatos a través de los tejidos secundarios de las planta (Beck, 2010). Por ello, las diferencias en el acomodo y tipos celulares que conforman el XS están en estrecha relación con la funcionalidad del xilema, pero también representan un recurso que permite delimitar taxones (Fahn, 1974). Un contraste taxonómico bien reconocido es el que existe entre las gimnospermas y las dicotiledóneas (Figura 1); es de notar que el xilema secundario en el segundo grupo es un tejido de mayor complejidad y diversidad estructural entre los diferentes taxa que el que muestran las gimnospermas (Dickison, 2000; Beck, 2010).

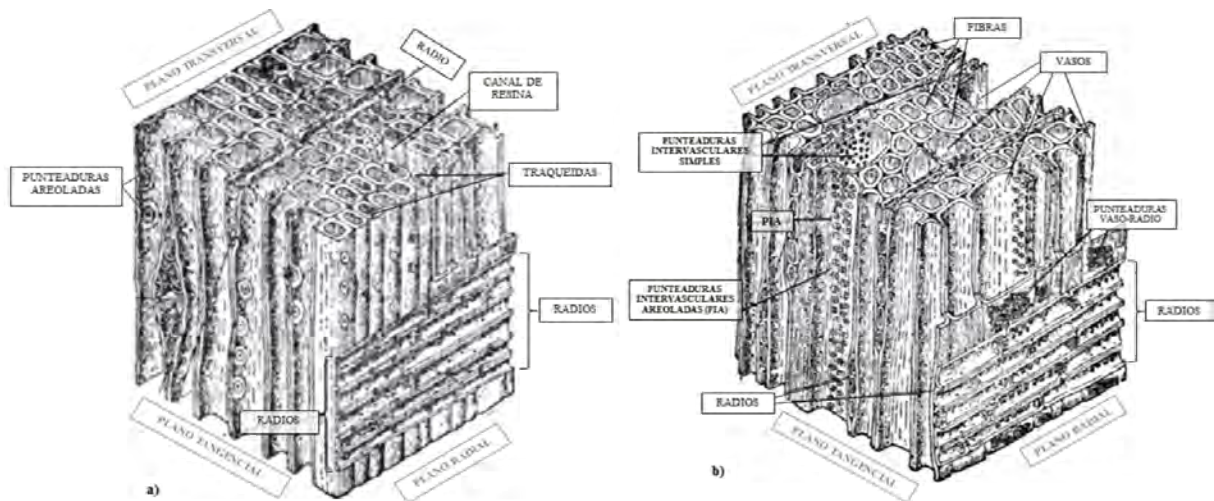


Figura 1. Planos anatómicos principales de la madera de gimnospermas (a) y de dicotiledóneas (b). (Tomado de *Wooden Supports*¹ modificado por Ravel, 2017).

El bosque mesófilo de montaña en México

Este tipo de vegetación ocupa cerca del 0.8 % del territorio nacional (Figura 2) y en condiciones de bosque primario sólo el 0.44% (Challenger y Soberón, 2008; CONABIO, 2010). Sin embargo, esta comunidad constituye uno de los ecosistemas con gran diversidad de especies leñosas, de las cuales se obtienen numerosos recursos. Se distribuye en forma de archipiélago y forma islas de vegetación en varios estados del país (Figura 2).

Algunas especies del BMM se usan como medicinales (Carmona-Jiménez, 2008), mientras que otras se reconocen con potencial silvícola debido a que su madera es de buena calidad (Jardel-Peláez *et al.*, 2014). Debido al cambio de uso de suelo y a los efectos derivados del cambio climático global, al BMM se le ha asignado desde hace más de una década, una alta prioridad para su conservación y la promoción del desarrollo sustentable en áreas aledañas (Aldrich *et al.*, 1997). Por ello, diversas investigaciones deberán enfocarse hacia el manejo sustentable de uno de sus principales recursos: sus especies leñosas. El estudio de las características anatómicas de la madera

en el avance del conocimiento de los BMM mexicanos, puede llegar a ser altamente rentable en el ámbito científico y en el tecnológico.



Figura 2. Distribución del bosque mesófilo de montaña y sitios de colecta (Mapa tomado de Gual-Díaz y Rendón-Correa, 2014), Modificado por Ravel (2017)

Antecedentes

Hasta los 90's del siglo pasado se habían estudiado pocas especies provenientes de esta comunidad vegetal (Aguilar-Rodríguez *et al.*, 2001). Algunos de los trabajos registrados son los de Pérez-Olvera (1980, 1982) y Pérez-Olvera y Quintanar-Isaías (1994) entre otros. Para mediados de esa década, Aguilar-Rodríguez (1996) realiza un estudio regional de la flora leñosa de BMM de Ocuilán, Estado de México; posteriormente analiza algunas de sus tendencias anatómico-ecológicas (Aguilar-Rodríguez y Barajas-Morales, 2005). En otro trabajo, Aguilar-Rodríguez y Castro-Jiménez (2006), estudian la diversidad anatómica de la madera de 12 especies de diferentes localidades del BMM del Estado de México y proporcionan datos sobre el valor de sus fibras en la elaboración de pulpa para papel. Bajo el mismo contexto, Aguilar-Alcántara *et al.* (2014) discuten las diferencias y similitudes de especies de un BMM de Tamaulipas. Por su parte, Ramírez-Ferreiro (2015) estudia la anatomía de la madera y corteza de 14 especies de un BMM de Coatepec, Veracruz. Uno de los últimos trabajos es el de Segundo-Pineda (2016), quien estudia 18 especies procedentes del BMM de Valle de Bravo y compara sus características con las de otros BMM y tipos de vegetación. En estos dos últimos trabajos se hacen algunas comparaciones entre árboles y arbustos.

Un estudio sobre variación intraespecífica es el de Chávez-Romero *et al.* (2010) quienes describen las características anatómicas de *Quercus obtusata* en función de parámetros climáticos y de altitud; incluyen una población perteneciente un BMM de Morelos.

Objetivos

General:

- Examinar caracteres anatómicos de la madera de árboles y arbustos de especies que crecen en el bosque mesófilo de montaña de diferentes regiones geográficas de México

Particulares:

- Describir características anatómicas de la madera de 15 especies que crecen en el bosque mesófilo de montaña de diferentes regiones geográficas de México.
- Contrastar las características microscópicas de la madera las especies estudiadas con las de sus taxa relacionados.
- Comparar la posible variación anatómica de *Ostrya virginiana* (Mill.) K. Koch, proveniente de dos regiones.

Material y Método

Las muestras de madera de cada especie se recolectaron en los estados de Hidalgo; Puebla, Oaxaca y Chiapas (Figura 2, Cuadro 1, Apéndice 1). En el campo se seleccionaron individuos bien desarrollados. Para árboles se tomó una muestra de madera de 2 a 3 cm de grosor, a la altura de 1.30 m del suelo, de su tronco principal. En el caso de los arbustos, se tomó una rodaja de la parte más basal de una de sus ramas principales. Todas las muestras se fijaron en formol-alcohol ácido acético glacial (FAA, 0.5:9:0.5). En el laboratorio, después de una o dos semanas, se lavaron y conservaron en una solución ablandadora de glicerina-alcohol etílico- agua (GAA, 1:2:3) durante 30 días aproximadamente; esto permite conservar contenidos celulares en caso de presentarlos. Para llevar a cabo la obtención de los cortes, se obtuvieron cubos desde 1.5 a 2.0 cm por lado. Mediante el uso de un micrótopo de deslizamiento, se obtuvieron secciones de la madera de 20 a 30 μm de grosor en tres planos (transversal, tangencial y radial). Los tejidos así obtenidos se tiñeron con safranina-verde rápido (Johansen, 1940). Finalmente se montaron en resina sintética. Para la cuantificación de fibras y elementos de vaso, se disociaron astillas de madera de 2.0 cm por 0.5 cm, por medio de una solución Jeffrey (Berlyn y Miksche, 1976). Las descripciones se llevaron a cabo de acuerdo a las recomendaciones de la Asociación Internacional de Anatomistas de la Madera (IAWA Committee, 1989).

Se empleó el criterio de Chattaway (1932) e IAWA Committee (1937, 1939, 1989) para establecer categorías en la longitud de elementos de vaso y fibras, grosor de pared de fibras, densidad y diámetro de vasos, además de la altura de los radios para cada especie (Apéndice 2) En algunas especies, se consideró dimorfismo en el diámetro de vaso, el cual se midió en el plano transversal. Para la descripción de los radios, se siguió la terminología de Kribs (1935). De los datos cuantitativos de cada muestra se tomaron 25

mediciones por carácter y se obtuvieron los parámetros principales de la estadística descriptiva (media, desviación estándar, valores máximo y mínimo).

La distribución de las especies se obtuvo por medio de la revisión de ejemplares depositados en el herbario MEXU, de la consulta bibliográfica de distintas floras y trabajos taxonómicos, así como de herbarios virtuales.

Cuadro 1. 15 especies del bosque mesófilo de montaña. Los números de colecta corresponden a S. Aguilar.

Familia	Colecta		Especie	FV
	No.	Alt (m)/Diam (cm)		
Betulaceae	335	5/14	<i>Ostrya virginiana</i> (Mill.) K. Koch	Árbol
	365	4/-		
Cannabaceae	366	9/11	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	Árbol
Fabaceae	321	-/11.0	<i>Dalbergia tucurensis</i> Donn. Sm.	Árbol
	333	2.5/-	<i>Miconia chrysonoura</i> Triana	Arbusto
Melastomataceae	359	4/-	<i>Conostegia icosandra</i> (Sw. ex Wikstr.) Urb.	Árbol
	334	4/8	<i>Fuchsia arborescens</i> Sims.	Árbol
Picramniaceae	361	4/-	<i>Picramnia antidesma</i> subsp. <i>fessonia</i> (DC.) W. W. Thomas	Árbol
Piperaceae	327	3/-	<i>Piper amalago</i> L.	Arbusto
Polygalaceae	337	3/-	<i>Monnina sylvatica</i> Schldl. & Cham.	Arbusto
Primulaceae	355	1/-	<i>Parathesis donnell-smithii</i> Mez	Arbusto
	336	4/-	<i>Machaonia erythrocarpa</i> (Standl.) Borhidi	Árbol
Rubiaceae	354	3.5/-	<i>Simira salvadorensis</i> Standl.	Árbol
	372	2/-	<i>Hoffmannia cuneatissima</i> B.L. Rob.	Arbusto
Solanaceae	320	2/-	<i>Solanum schlechtendalianum</i> Walp.	Árbol
	332	2.5/-	<i>Lycianthes ciliolata</i> (M. Martens & Galeotti) Bitter	Arbusto

(Alt) = Altura del individuo; (Diám) = diámetro; (FV) = forma de vida.

Resultados

Los caracteres anatómicos cualitativos y cuantitativos de las 15 especies estudiadas, se muestran en los cuadros 2 – 6, así como su hábito arbóreo o arbustivo.

Descripciones

Familia: Betulaceae

Nombre científico: *Ostrya virginiana* (Mill.) K. Koch (Figura 3).

Nombre vernáculo: Palo de hierro, madera de cabo, madera de hierro y carpe lúpulo oriental, guapache, petalillo.

Distribución en México: Chiapas, Chihuahua, Durango, Estado de México, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tamaulipas, Veracruz.

Anillos de crecimiento. Conspicuos, delimitados por una banda de (1) 2 – 5 células de ancho, fibras con paredes engrosadas y aplanadas radialmente.

Vasos. Porosidad difusa a semianular, vasos de contorno redondeado, principalmente en pares, pocos solitarios y múltiples de 4 o más en cadenas radiales o racimos, numerosos (23 – 63/mm²); vasos pequeños con diámetro tangencial $55 \pm 7 \mu\text{m}^*$ ([335] 63 – 7 μm , [365] 47 – 7 μm . *Se promedió para ambas especies); elementos de vaso medianos de longitud (559 – 563 μm) ([335] 559 – 101 μm , [365] 563 – 98 μm^*); placas de perforación simple; punteaduras intervasculares alternas y ligeramente poligonales. Punteaduras vaso-radio con areolas reducidas aparentemente simples. Engrosamientos helicoidales. Algunos vasos con tílides.

Fibras. Libriformes con punteaduras simples, medianas de longitud con $1043 \pm 199 \mu\text{m}$ ($549 - 1332 \mu\text{m}$), diámetro total de $19 \pm 3 \mu\text{m}$ ($14 - 25 \mu\text{m}$), grosor de pared de $4 \pm 1 \mu\text{m}$ ($3 - 6 \mu\text{m}$); pared delgada (42%) de espesor.

Parénquima axial: Apotraqueal difuso y en agregados. Escaso a regular

Parénquima radial: Radios numerosos ($12 - 14/\text{mm}$); homogéneos tipo I, radios uniseriados formados por células procumbentes o cuadradas; los multiseriados de $2 - 3$ células de ancho, el cuerpo formado por células procumbentes y cuadradas, de $17 - 19$ células en los márgenes frecuentemente la última marginal cuadrada, los radios son bajos con 0.5 mm de altura; los uniseriados con $409 \pm 102 \mu\text{m}$ ($302 - 775 \mu\text{m}$); los multiseriados con $437 \pm 84 \mu\text{m}$ (de $330 - 664 \mu\text{m}$). Con cristales prismáticos.

Otras características: Presenta máculas.

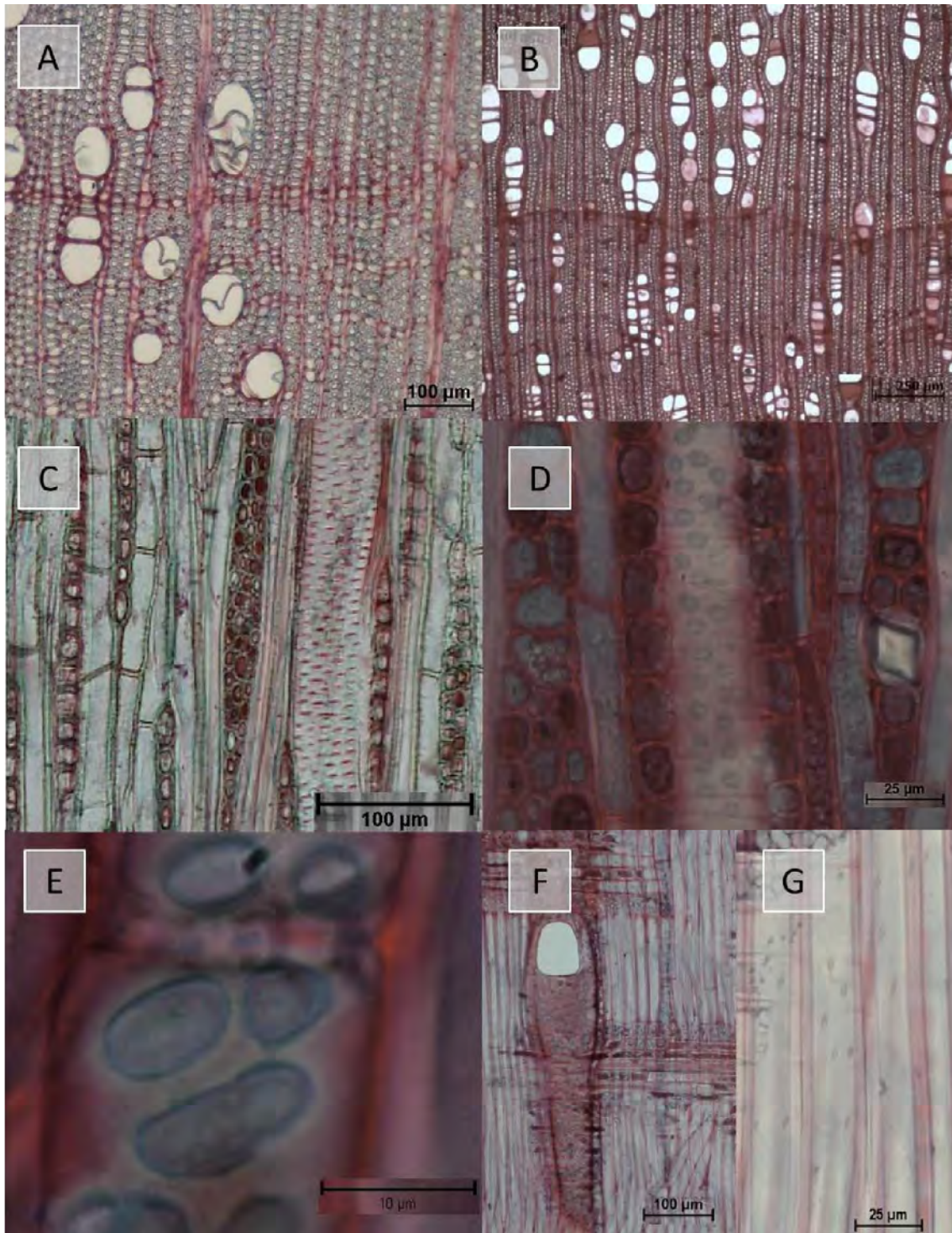


Figura 3 *O. virginiana*, A, C, E ejemplar 335; B, D, F y ejemplar 365. A) Vasos principalmente en pares, algunos solitarios y anillos de crecimiento conspicuos plano transversal; B) Porosidad semianular; C) Radios homogéneos tipo I y punteaduras intervasculares; D) Engrosamiento helicoidal en vaso, punteaduras intervasculares alternas y cristal prismático en radios; E) Punteaduras vaso-radio con areolas diminutas aparentemente simples; F) Placa de perforación simple en plano radial; G) Fibras con punteaduras simples.

10x; C) Radios homogéneos I y punteaduras intervasculares alternas en plano tangencial 10x; D) Fibras con

Familia: Cannabaceae

Nombre científico: *Trema micrantha* (L.) Blume (Figura 4)

Nombre vernáculo: Capul, capulín, capulín cimarrón, pellejo de vieja, checaít, equipal, colorada, guacimilla, ixpepe, pie de paloma, yaco de cuero, cuero, puam, jonote, chacá, checaít, churrusco, juco, vara blanca.

Distribución en México: Campeche, Chiapas, Colima, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, Sinaloa, San Luis Potosí, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz, Yucatán.

Anillos de crecimiento. Inconspicuos.

Vasos. Porosidad difusa, vasos de contorno redondeado, principalmente solitarios y algunos agrupados en pares, medianamente numerosos con $16/\text{mm}^2$; vasos con $177 \pm 13 \mu\text{m}$ ($154 - 205 \mu\text{m}$) y $125 \pm 14 \mu\text{m}$ ($92 - 152 \mu\text{m}$) de diámetros tangenciales; elementos de vaso largos con $890 \pm 231 \mu\text{m}$ ($591 - 1367 \mu\text{m}$) de longitud; placas de perforación simple; punteaduras intervasculares alternas con $9 \pm 1 \mu\text{m}$ ($7 - 10 \mu\text{m}$) de diámetro. Punteaduras vaso radio con areolas reducidas aparentemente simples. Algunos vasos con tílides.

Fibras. Libriformes con punteaduras simples, gelatinosas y cortas de longitud con $890 \pm 231 \mu\text{m}$ ($591 - 1367 \mu\text{m}$), diámetro total de $28 \pm 5 \mu\text{m}$ ($15 - 40 \mu\text{m}$), grosor de pared de $4 \pm 1 \mu\text{m}$ ($2 - 6 \mu\text{m}$); pared delgada (28%) de espesor.

Parénquima axial: Apotraqueal difuso. Paratraqueal escaso y vasicéntrico.

Parénquima radial: Radios numerosos con $5/\text{mm}$; heterogéneos tipo II A, radios uniseriados formados por 6 – 8 células erectas; los multiseriados de 2 – 3 células de

ancho, el cuerpo formado por células procumbentes o cuadradas, hasta 6 células generalmente erectas en los márgenes, los radios son bajos con 0.5 mm de altura; los uniseriados con $456 \pm 76 \mu\text{m}$ (292 – 603 μm) y los multiseriados con $587 \pm 90 \mu\text{m}$ (de 489 – 817 μm).

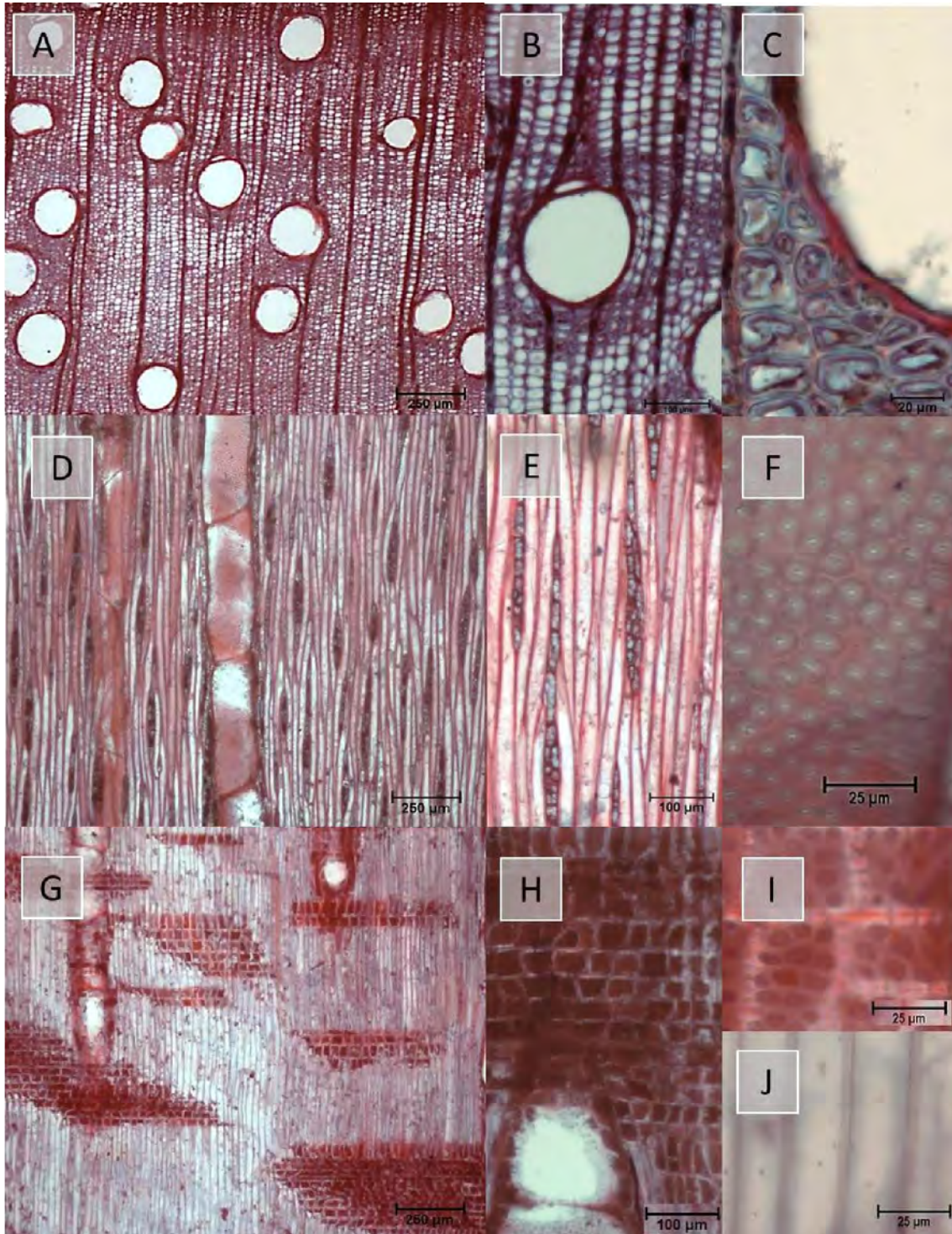


Figura 4. A) Vasos solitarios y anillos de crecimiento inconspicuos en *T. micrantha* plano transversal; B) Parénquima axial paratraqueal escaso y vasicéntrico; C) Fibras gelatinosas; D) Radios heterogéneos y vasos solitarios en plano tangencial; E) Detalle de radios heterogéneos formados por células erectas; procumbentes o cuadradas y células marginales; F) Punteaduras intervasculares alternas; G) Radios heterogéneos en plano radial; H) Detalle de radios y placa de perforación simple; I) Punteaduras de vaso aradio con areolas reducidas aparentemente simples; J) Detalle de fibras con punteaduras simples.

Familia: Fabaceae

Nombre científico: *Dalbergia tucurensis* Donn. Sm. (Figura 5)

Nombre vernáculo: Granadillo, granadillo rojo, rosul, junero, corazón bonito, hormiguillo, palo de rosa de honduras, palo escrito.

Distribución en México: Chiapas, Hidalgo, Oaxaca, Querétaro, San Luis Potosí, Veracruz.

Anillos de crecimiento. Conspicuos, delimitados por parénquima marginal y otras bandas formadas por fibras con 3 (4) hileras de células con paredes aplanadas radialmente.

Vasos. Porosidad difusa, vasos de contorno redondeado, principalmente solitarios, numerosos con 6/mm²; vasos medianos con $170 \pm 22 \mu\text{m}$ (127 - 226 μm) y pequeños con $99 \pm 13 \mu\text{m}$ (81 - 132 μm) de diámetros tangenciales; elementos de vaso cortos con $156 \pm 21 \mu\text{m}$ (110 - 196 μm) de longitud; placas de perforación simple; punteaduras intervasculares alternas, poligonales y algunas aperturas se alargan con las contiguas con $8 \pm 1 \mu\text{m}$ (6 - 9 μm) de diámetro tangencial. Punteaduras de vaso-radio alternas, con areolas evidentes similares a las intervasculares.

Fibras. Libriformes gelatinosas, cortas de longitud con 616 ± 145 (333 - 893 μm), diámetro total $14 \pm 4 \mu\text{m}$ (3 - 17 μm), grosor de pared de $3 \pm 1 \mu\text{m}$ (1 - 5 μm); pared delgada (43%) de espesor.

Parénquima axial: Marginal, paratraqueal vascicéntrico con hileras de células hasta de 3 estratos, en ocasiones unilateral y apotraqueal difuso en agregados.

Parénquima radial: Radios ligeramente estratificados, numerosos 9/mm; homogéneos tipo I, ligeramente estratificados. Radios uniseriados de 4 - 7 células de alto formados

por células procumbentes, radios multiseriados de 2 – 3 (4) células de ancho formados por células procumbentes, en ocasiones con una hilera de células del margen procumbente o cuadrada de mayor tamaño que las del cuerpo, con 4 – 7 células de alto. Algunos radios terminan en una célula cuadrada. Radios bajos con 0.2 mm de altura; los uniseriados con $186 \pm 35 \mu\text{m}$ (143 – 270 μm) y los multiseriados con $249 \pm 34 \mu\text{m}$ (172 – 313 μm). Con cristales prismáticos.

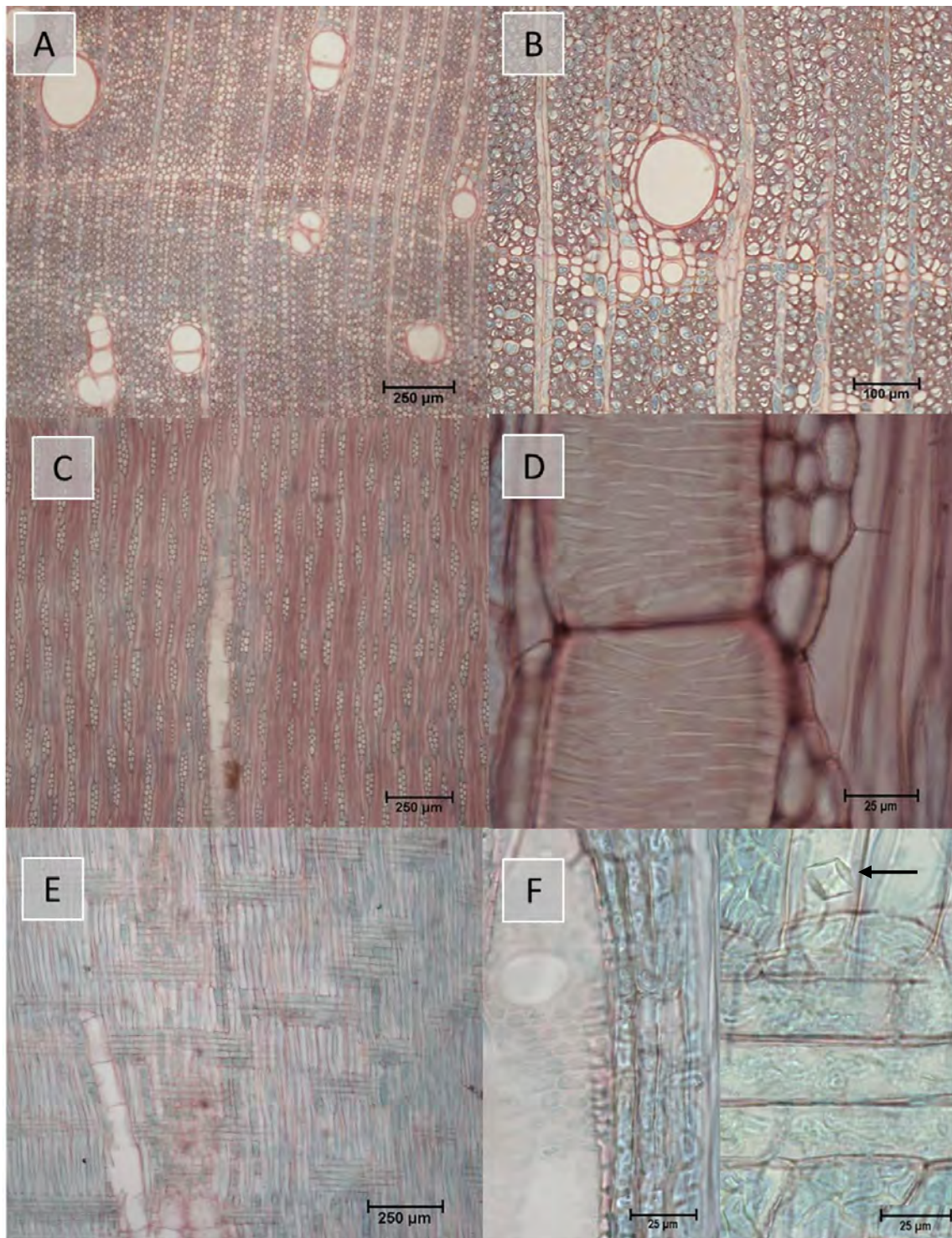


Figura 5. A) Anillo de crecimiento conspicuo por bandas de parénquima en *D. tucurensis* plano transversal; B) Vaso solitario y parénquima axial apotraqueal difuso en agregados; C) Radios estratificados plano tangencial; D) Punteaduras intervasculares con aperturas alargadas; E) Radios homogéneos plano radial; F) Placa de perforación simple y cristal prismático (flecha).

Familia: Melastomataceae

Nombre científico: *Miconia chrysonoura* Triana (Figura 6)

Distribución en México: Hidalgo, Oaxaca, Puebla, Veracruz.

Anillos de crecimiento. Conspicuos, delimitados por una banda de 3 a 4 fibras ancho, fibras con paredes comprimidas radialmente. Graduales, las fibras van engrosando las paredes hacia el final del anillo de crecimiento en la madera tardía.

Vasos. Porosidad difusa, vasos de contorno redondeado, principalmente múltiples de 4 o más en cadenas radiales, muy numerosos con $65/\text{mm}^2$; vasos pequeños con $51 \pm 10 \mu\text{m}$ ($39 - 79 \mu\text{m}$) y $30 \pm 6 \mu\text{m}$ ($20 - 40 \mu\text{m}$) de diámetros tangenciales; elementos de vaso medianos con $427 \pm 100 \mu\text{m}$ ($134 - 595 \mu\text{m}$) de longitud; placas de perforación simple; punteaduras intervasculares alternas con $7 \pm 0.5 \mu\text{m}$ ($6 - 8 \mu\text{m}$) de diámetro. Punteaduras vaso radio con areolas reducidas aparentemente simples.

Fibras. Libriformes semiareoladas, 1 – 2 septadas, cortas de longitud con $500 \pm 66 \mu\text{m}$ ($388 - 645 \mu\text{m}$), diámetro total $13 \pm 3 \mu\text{m}$ ($9 - 22 \mu\text{m}$), grosor de pared de $3 \pm 0.5 \mu\text{m}$ ($2 - 4 \mu\text{m}$); pared delgada (46%) de espesor.

Parénquima axial: Paratraqueal vasicéntrico de 1 a 2 células. Apotraqueal difuso.

Parénquima radial: Radios poco numerosos 4/mm; heterogéneos tipo I; radios uniseriados de formados por células erectas; los multiseriados de 2 – 4 (5) células de ancho, el cuerpo formado por células cuadradas o procumbentes, de 2 – 4 células erectas en los márgenes, radios bajos con 0.9 mm de altura; los uniseriados con $994 \pm 164 \mu\text{m}$ ($701 - 1383 \mu\text{m}$) y los multiseriados con $916 \pm 215 \mu\text{m}$ ($675 - 1487 \mu\text{m}$). Algunos radios se unen entre sí mediante las células de los márgenes.

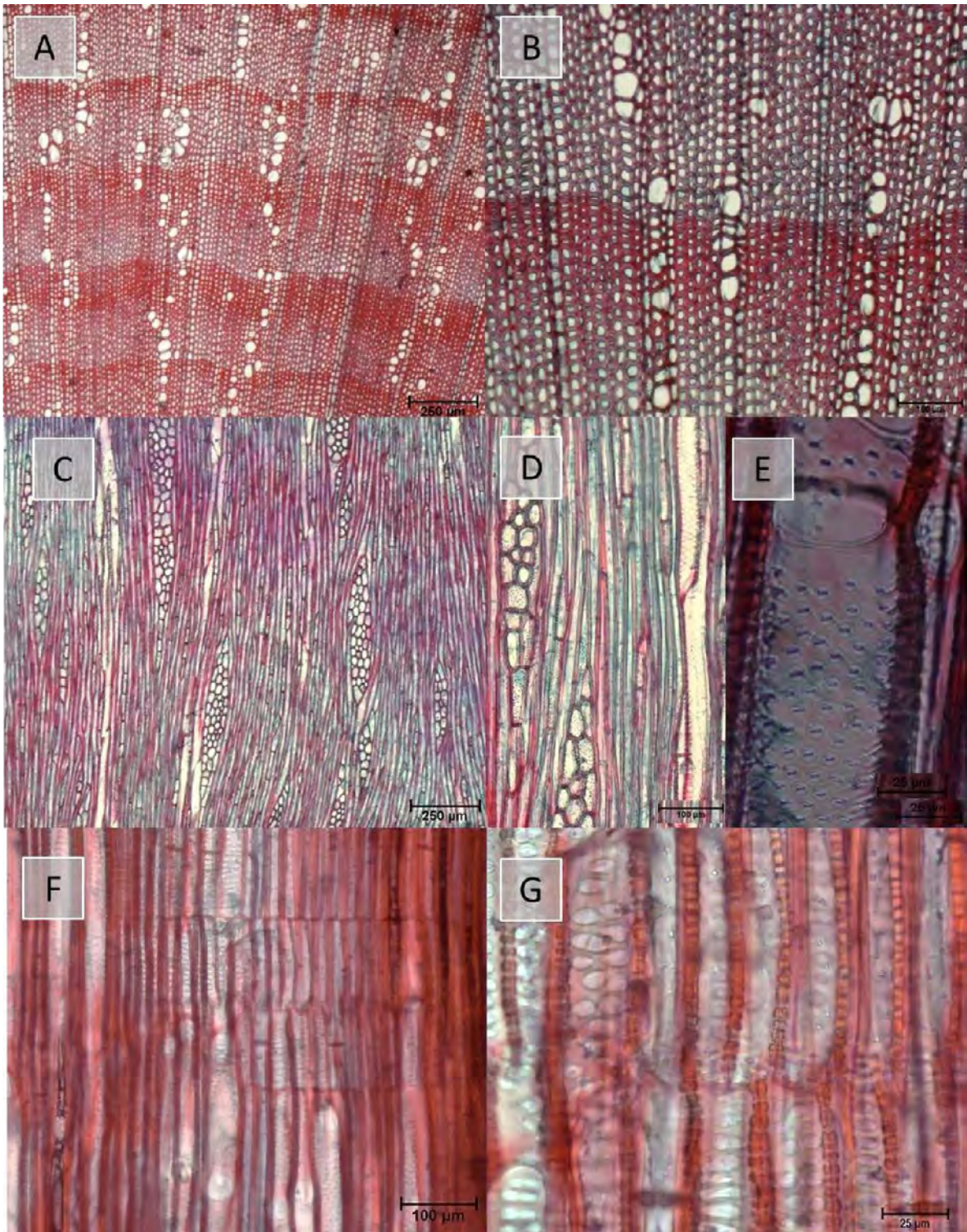


Figura 6. A) Vasos múltiples en cadenas radiales y anillos de crecimiento conspicuos en *M. chrysonera* plano transversal; B) Fibras con paredes comprimidas; C) Radios heterogéneos plano tangencial; D) Detalle de radios heterogéneos; E) Punteaduras intervasculares alternas; F) Radios heterogéneos y placa de perforación simple plano radial ; G) Punteaduras vaso-radio con areolas reducidas.

Familia: Melastomataceae

Nombre científico: *Conostegia icosandra* (Sw. ex Wikstr.) Urb. (Figura 7)

Nombre vernáculo: Cocinera, capulín, axhui li'huat, teshuate, ombligo de vieja, tam'puxma'colo, teshuat de ome, teshuat del corriente, palo de cochi.

Distribución en México: Chiapas, Hidalgo, Oaxaca, Tabasco, Veracruz, Zacatecas,

Anillos de crecimiento. Conspicuos, delimitados por la una banda de 3 – 4 (6) hileras de fibras con las paredes engrosadas y aplanadas radialmente.

Vasos. Porosidad difusa; vasos de contorno ligeramente anguloso, principalmente solitarios y agrupados en pares, numerosos con $43/\text{mm}^2$; vasos pequeños con $70 \pm 9 \mu\text{m}$ ($56 - 87 \mu\text{m}$) de diámetro tangencial; elementos de vaso medianos con $470 \pm 85 \mu\text{m}$ ($287 - 589 \mu\text{m}$) de longitud; placas de perforación simple; punteaduras intervasculares alternas, poligonales y ornamentadas con $4 \pm 0.5 \mu\text{m}$ ($4 - 6 \mu\text{m}$) de diámetro tangencial, algunas además con punteaduras alargadas opuestas. Punteaduras vaso-radio con areolas reducidas aparentemente simples.

Fibras. Libriformes ligeramente areoladas con 1 – 3 septos, medianas de longitud con $957 \pm 418 \mu\text{m}$ ($544 - 1945 \mu\text{m}$), diámetro total $23 \pm 4 \mu\text{m}$ ($16 - 33 \mu\text{m}$), grosor de pared de $4 \pm 1 \mu\text{m}$ ($3 - 6 \mu\text{m}$); pared delgada (35%) de espesor. Algunas zonas con amplias bandas de fibras gelatinosas.

Parénquima axial. Paratraqueal unilateral de 1 – 2 células de alto, apotraqueal difuso.

Parénquima radial: Radios medianamente numerosos $9/\text{mm}$; heterogéneos tipo III, exclusivamente uniseriados formados por células cuadradas, procumbentes y erectas. Algunos con 1 – 2 células erectas en los márgenes, radios medianos con 0.6 mm de altura; de $639 \pm 142 \mu\text{m}$ ($480 - 905 \mu\text{m}$).

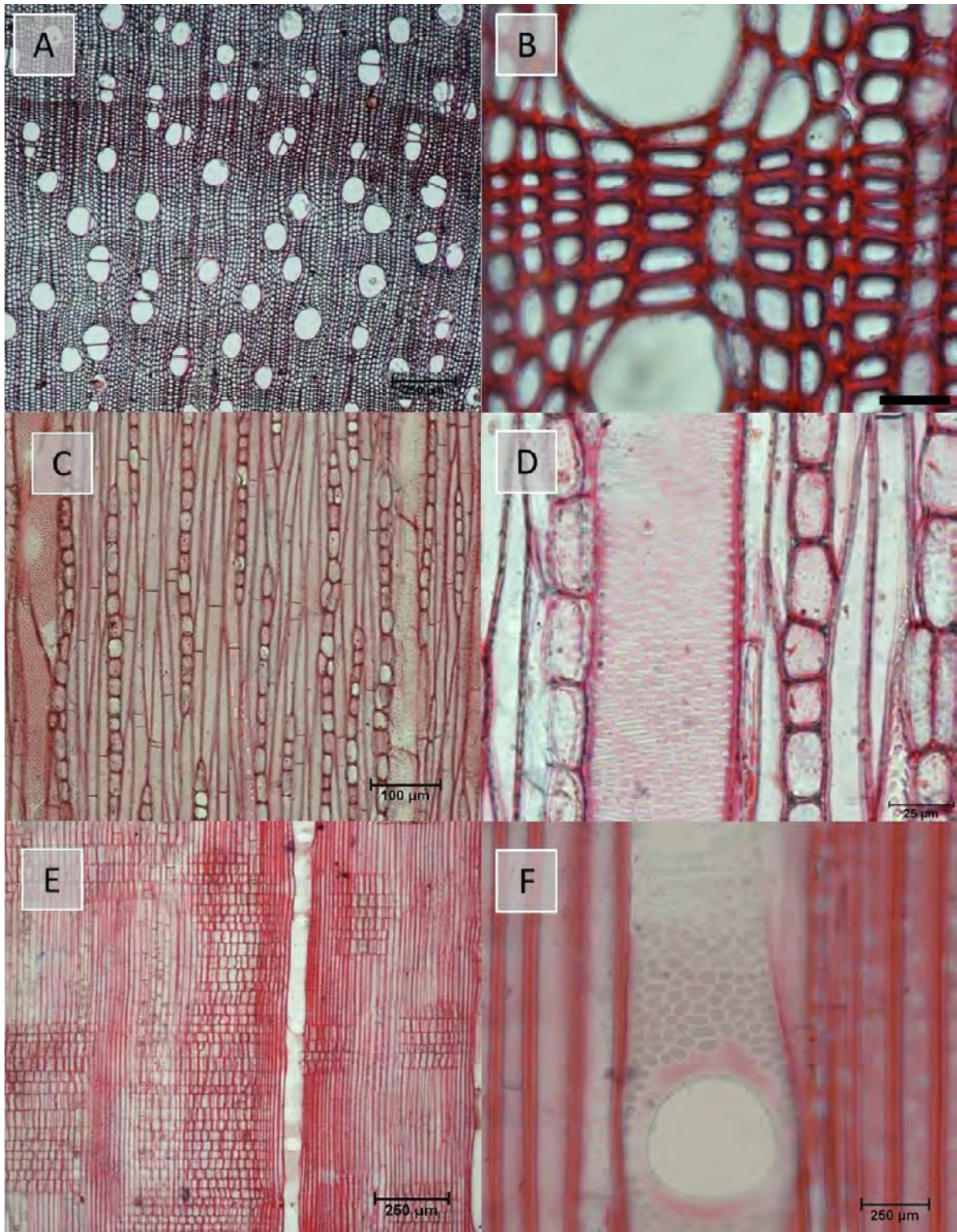


Figura 7. **A)** Vasos principalmente solitarios y anillo de crecimiento conspicuo en *C. icosandra* y zonas de fibras gelatinosas plano transversal 4; **B)** Fibras con paredes comprimidas radialmente (La barra de color negro equivale a 25 μ m); **C)** Radios heterogéneos principalmente uniseriados y fibras septadas plano tangencial; **D)** Detalle de vaso con punteaduras intervasculares alternas y fibras libriformes; **E)** Radios heterogéneos y placa de perforación simple plano radial; **F)** Detalle de placa de perforación y fibras septadas con punteaduras areoladas

Familia: Onagraceae

Nombre científico: *Fuchsia arborescens* Sims (Figura 8)

Nombres comunes: Aretillo, don Diego de día, moradillo, atexúchil, adelaida, chorros, flor de arete, petritas.

Distribución en México: Chiapas, Durango, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Oaxaca, Puebla, Tabasco, Veracruz.

Anillos de crecimiento. Inconspicuos.

Vasos. Porosidad difusa, vasos de contorno ligeramente anguloso, principalmente solitarios y algunos agrupados en pares, medianamente numerosos con $13/\text{mm}^2$; vasos pequeños con $79 \pm 11 \mu\text{m}$ ($69 - 107 \mu\text{m}$) de diámetro tangencial; elementos de vaso largos con $886 \pm 373 \mu\text{m}$ ($435 - 1434 \mu\text{m}$) de longitud; placas de perforación simple; punteaduras intervasculares alternas ligeramente angulosas y ornamentadas, con $9 \pm 1 \mu\text{m}$ ($7 - 11 \mu\text{m}$) de diámetro tangencial. Punteaduras vaso radio con areolas muy reducidas aparentemente simples.

Fibras. Libriformes 1-septadas, cortas de longitud con $754 \pm 107 \mu\text{m}$ ($461 - 965 \mu\text{m}$), diámetro total $32 \pm 5 \mu\text{m}$ ($22 - 41 \mu\text{m}$), grosor de pared de $4 \pm 1 \mu\text{m}$ ($2 - 5 \mu\text{m}$); pared muy delgada (25%) de espesor.

Parénquima axial: Ausente.

Parénquima radial: Radios medianamente numerosos $5/\text{mm}$; heterogéneos tipo I, radios uniseriados de 3 – 5 (9) células de alto formados por células erectas; el cuerpo de los multiseriados formado de 2 – 4 (5) células cuadradas y de 1 – 3 (4) células erectas en los márgenes; radios bajos con 1.0 mm de altura; los uniseriados con $1078 \pm 176 \mu\text{m}$ ($779 - 1598 \mu\text{m}$) y los multiseriados con $1030 \pm 199 \mu\text{m}$ ($784 - 1601 \mu\text{m}$).

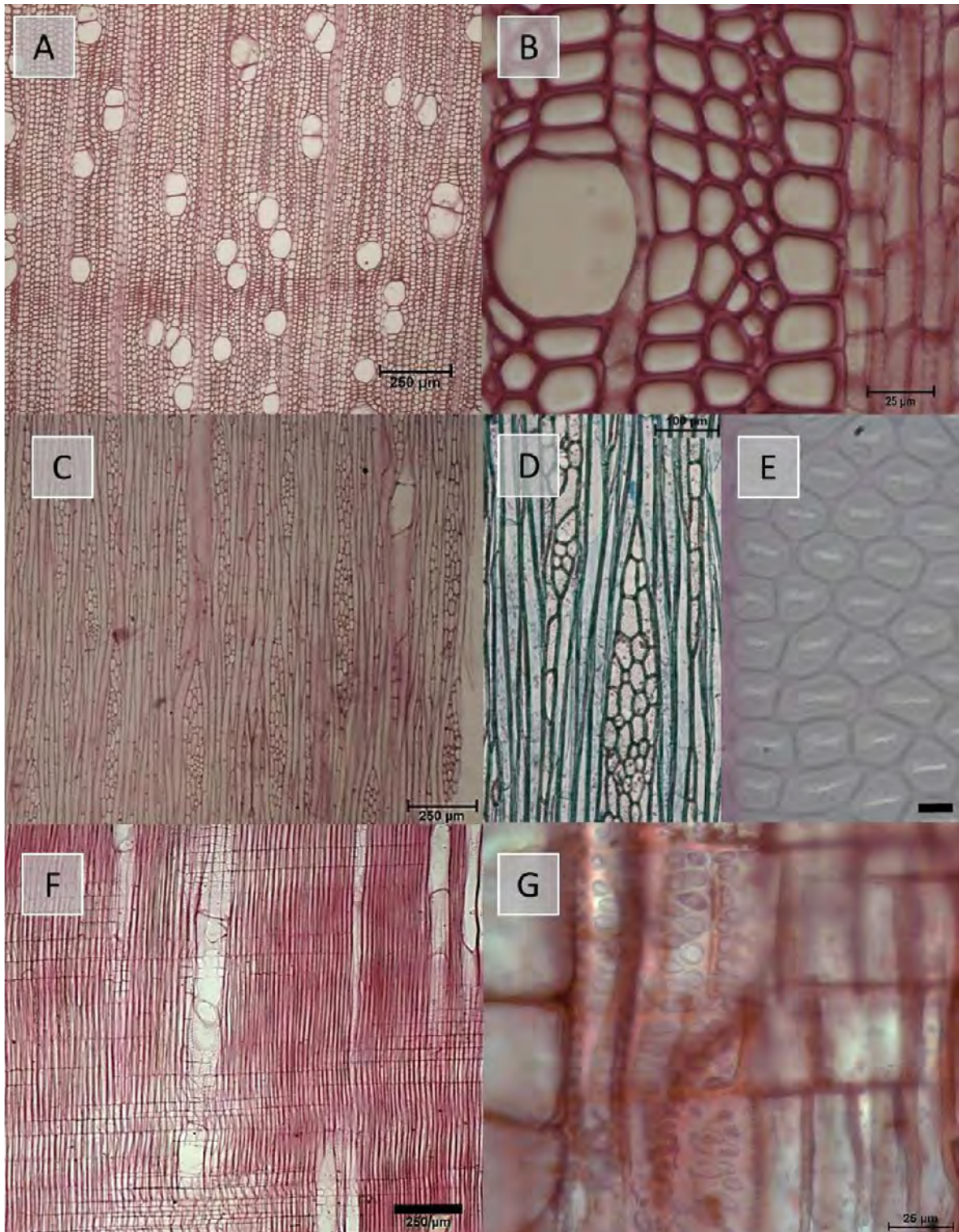


Figura 8. A) Vasos solitarios y anillos de crecimiento inconspicuos en *F. arborescens* plano transversal 4x; B) Vaso de contorno ligeramente anguloso; C) Radios heterogéneos plano tangencial, D) Detalle de fibras septadas (flecha de color negro); E) Punteaduras intervasculares alternas, angulosas y ornamentadas (La barra de color negro equivale a 5µm); F) Radios heterogéneos y placa de perforación plano radial; G) Punteaduras vaso-radio con areolas diminutas aparentemente simples.

Familia: Picramniaceae

Nombre científico: *Picramnia antidesma subsp. fessonia* (DC.) W.W.Thomas (Figura 9)

Nombre vernáculo: Bola de cuiche, chilitecuahuit, colorín, jobillo, rosarillo, tal-te', xiapohohuic, cáscara amarga, chancaquilla, frijolillo, mata papalota, reján.

Distribución en México: Chiapas, Colima, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, San Luis Potosí, Sinaloa, Tabasco, Veracruz, Yucatán.

Anillos de crecimiento. Conspicuos. Delimitados por una banda de 1 – 3 hileras de fibras con las paredes engrosadas y aplanadas radialmente.

Vasos. Porosidad difusa, vasos de contorno redondeado a ligeramente angulosos, principalmente solitarios, numerosos con $65/\text{mm}^2$; vasos angostos con un diámetro tangencial de $37 \pm 7 \mu\text{m}$ ($26 - 54 \mu\text{m}$); y elementos de vaso medianos con $447 \pm 114 \mu\text{m}$ ($227 - 646 \mu\text{m}$) de longitud; elementos de vaso; placas de perforación simple; punteaduras intervasculares alternas y en ocasiones en ciertas porciones del elemento se muestran de forma alargada, con un diámetro de $4 \pm 1 \mu\text{m}$ ($3 - 5 \mu\text{m}$).

Fibras. Libriformes 1 – 2 septadas con areolas diminutas, nucleadas, cortas de longitud con $629 \pm 99 \mu\text{m}$ ($471 - 831 \mu\text{m}$), diámetro total de $19 \pm 2 \mu\text{m}$ ($15 - 24 \mu\text{m}$), grosor de pared de $4 \pm 1 \mu\text{m}$ ($3 - 5 \mu\text{m}$); pared delgada (42%) de espesor. Traqueidas vasicéntricas.

Parénquima axial: Paratraqueal escaso, a veces vasicéntrico de 1 célula de espesor y apotraqueal difuso.

Parénquima radial: Radios medianamente numerosos con 9/mm; heterogéneos tipo I, radios uniseriados formados por (3) 6 – 7 (10) células erectas, los multiseriados de 2 – 3 (4) células de ancho formados por células cuadradas y procumbentes en el cuerpo, con 1 – 3 células erectas en los márgenes y frecuentemente se unen los radios entre sí por sus márgenes, radios bajos con 0.8 mm de altura; los uniseriados con $720 \pm 216 \mu\text{m}$ (456 – 1478 μm) y los multiseriados con $833 \pm 63 \mu\text{m}$ (735 – 966 μm). Con grandes núcleos en sus células.

Otras características de la madera: Presenta máculas.

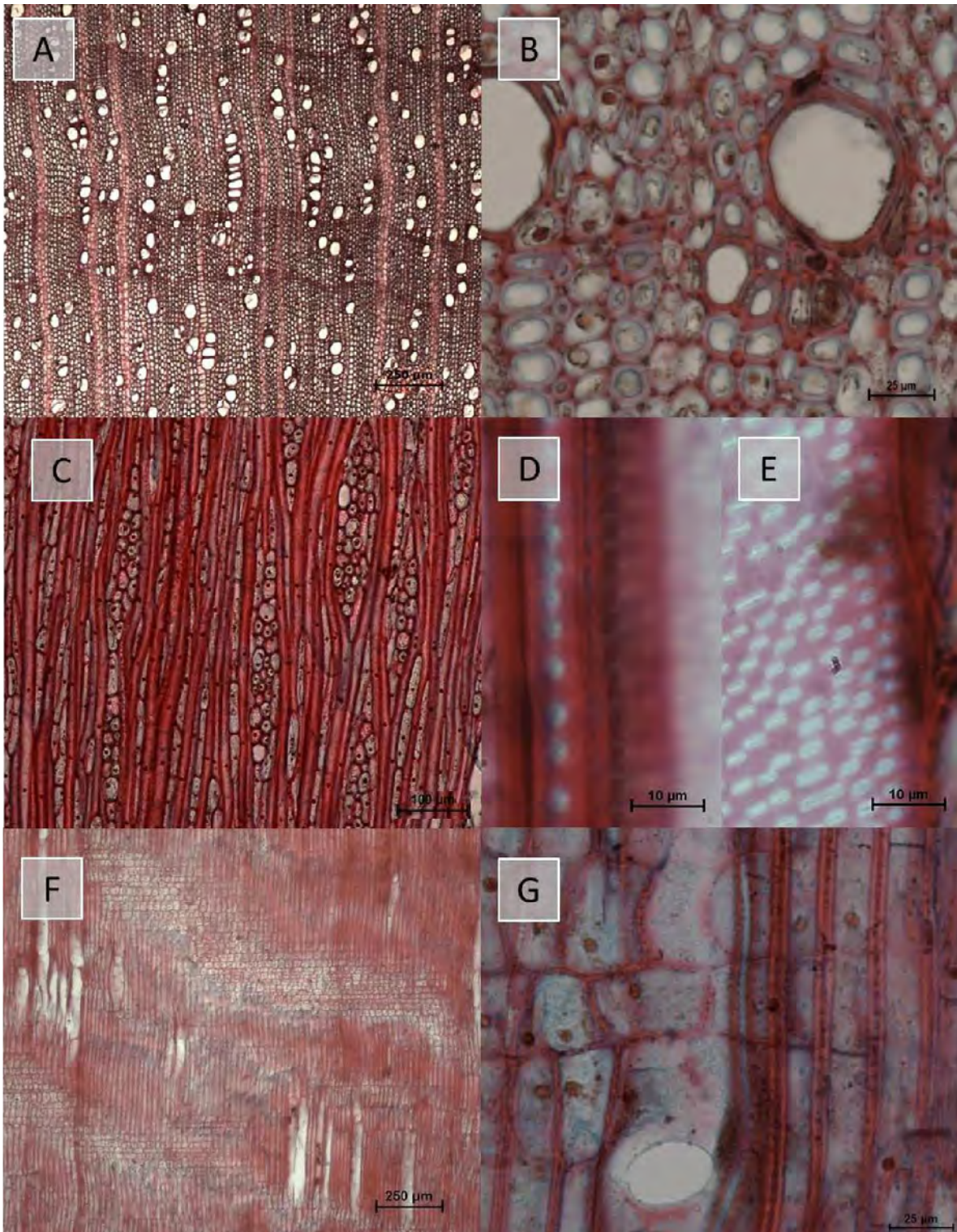


Figura 9. A) Vasos solitarios y anillos de crecimiento conspicuos en *P. antidesma* plano transversal; B) Parénquima axial paratraqueal vasicéntrico y apotraqueal difuso; C) Radios heterogéneos algunos se unen en sus márgenes plano tangencial; D) Traqueida vasicéntrica Radios; E) Punteaduras vaso-radio con areolas reducidas aparentemente simples; F) Radios heterogéneos plano radial; G) Radios con contenidos celulares, placa de perforación simple y fibras septadas.

Familia: Piperaceae

Nombre científico: *Piper amalago* Standl. & Steyerl (Figura 10)

Nombre vernáculo: Cordoncillo hoja, yaxal, yaxil, x-pehel-ché, yaaxpehelché, ya'ax-tek'ché, ya-ax-tek'ché, ya'ax pe'jel ché, ya'az pehel-ché, yaxtehe-ché, yaxtek-ché, temoixitl, xalcuáhuatl.

Distribución en México: Campeche, Chiapas, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Estado de México, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, San Luis Potosí, Tabasco, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz, Yucatán.

Anillos de crecimiento. Inconspicuos. Falsos anillos de crecimiento delimitados por 1 – 4 hileras de fibras con lúmenes más reducidos que las de la madera temprana. Con máculas.

Vasos. Porosidad difusa, vasos de contorno redondeado, agrupados en pares, poco numerosos con 30/mm²; vasos angostos con $57 \pm 10 \mu\text{m}$ (41 – 77 μm) y $50 \pm 5 \mu\text{m}$ (40 – 58 μm) de diámetro tangencial; elementos de vaso cortos con $267 \pm 36 \mu\text{m}$ (209 – 332 μm) de longitud; placas de perforación simple; punteaduras intervasculares alternas con $8 \pm 0.5 \mu\text{m}$ (7 – 9 μm) de diámetro tangencial.

Fibras. Libriformes con punteaduras simples a diminutamente areoladas, cortas de longitud con $737 \pm 140 \mu\text{m}$ (325 – 1001 μm), diámetro total de $20 \pm 3 \mu\text{m}$ (15 – 29 μm), grosor de pared de $5 \pm 1 \mu\text{m}$ (3 – 7 μm ; pared delgada (50%) de espesor.

Parénquima axial: Paratraqueal vasicéntrico de 1 – 2 células de espesor formando una vaina angosta y apotraqueal difuso.

Parénquima radial: Radios multiseriados poco numerosos con 3/mm, con 17 – 21 células de ancho, $264 \pm 78 \mu\text{m}$ (105 – 373 μm), formados por células procumbentes, cuadradas y erectas que se alternan a lo largo de todo el radio, radios altos que se continúan a lo largo del entrenudo.

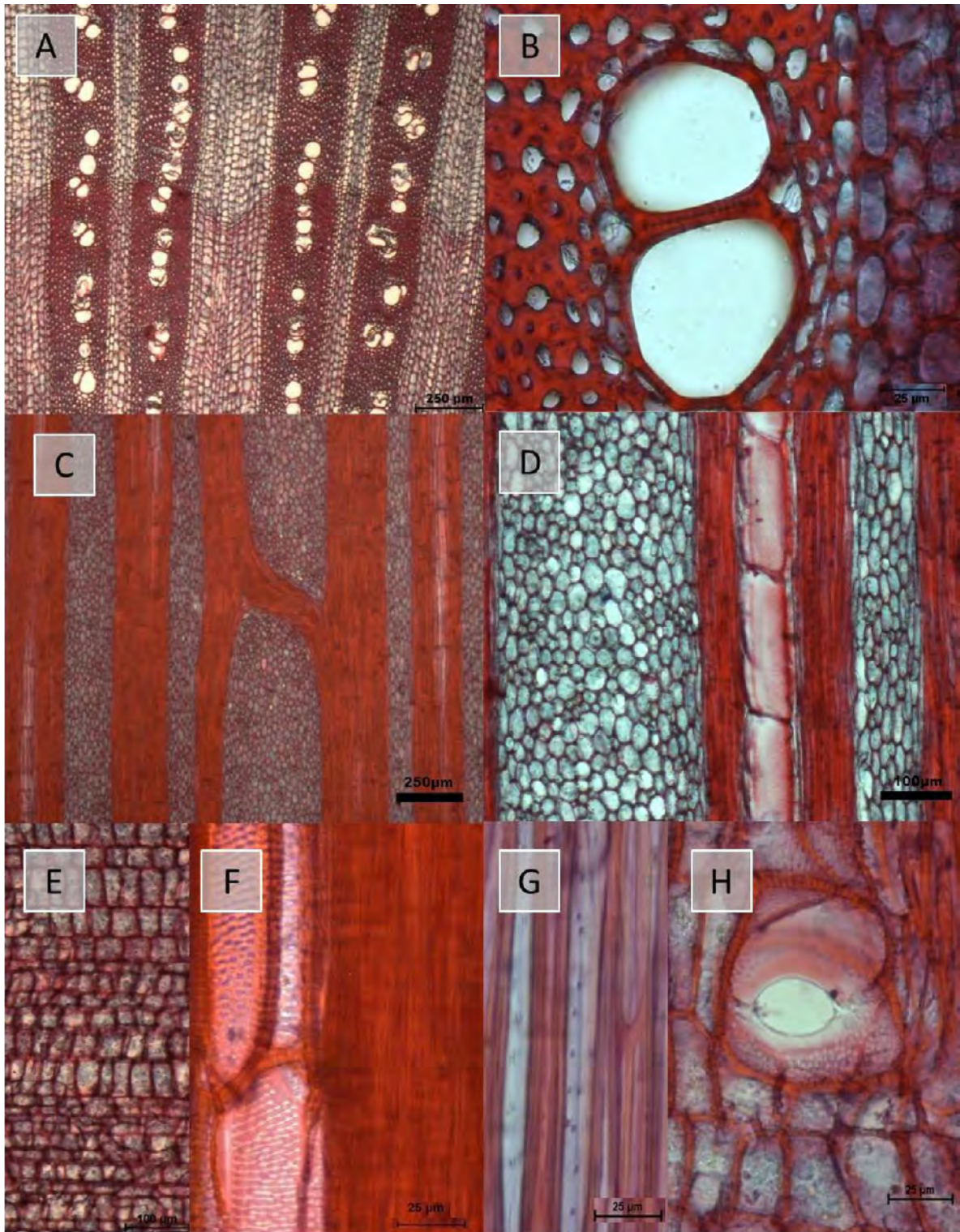


Figura 10. A) Vasos solitarios y bandas de fibras con paredes engrosadas *P. amalago* plano transversal; B) Parénquima axial paratraqueal escaso y vasicéntrico; C) Fibras gelatinosas; D) Radios heterogéneos y vasos solitarios en plano tangencial; E) Detalle de radios heterogéneos formados por células erectas; procumbentes o cuadradas y células marginales; F) Punteaduras intervasculares alternas; G) Fibras con punteaduras simples; H) Detalle de radios y placa de perforación simple.

Familia: Polygalaceae

Nombre científico: *Monnina sylvatica* Schltdl. & Cham. (Figura 11)

Distribución en México. Chiapas, Guerrero, Jalisco, Oaxaca, Querétaro, Veracruz.

Anillos de crecimiento. Inconspicuos.

Vasos. Porosidad difusa; vasos de contorno anguloso, hacia la médula se organizan en cadenas radiales de hasta 5 – 6 vasos, numerosos con $52/\text{mm}^2$; vasos pequeños con un diámetro tangencial de $31 \pm 4 \mu\text{m}$ (21 – 38 μm); elementos de vaso moderadamente largos con $812 \pm 248 \mu\text{m}$ (443 – 1912 μm) de longitud; placas de perforación simple; punteaduras intervasculares alternas y ornamentadas, con un diámetro de $6 \pm 0.3 \mu\text{m}$ (5 – 7 μm); punteaduras de vaso-radio con areolas evidentes similares a las intervasculares.

Fibras. Libriformes gelatinosas, medianas de longitud con $1035 \pm 157 \mu\text{m}$ (608 – 1249 μm), diámetro total de $26 \pm 4 \mu\text{m}$ (20 – 34 μm), grosor de pared de $5 \pm 2 \mu\text{m}$ (3 – 8 μm), pared delgada (38%) de espesor. Bandas de fibras parecidas a parénquima que alternan con fibras gelatinosas (Figura 9A), y traqueidas vasicéntricas (Figura 9D).

Parénquima axial: Ausente.

Parénquima radial: Radios medianamente numerosos $6/\text{mm}$; paedomórficos tipo III, radios exclusivamente uniseriados con 5 – 10 de células de alto formados enteramente por células erectas; radios bajos con 0.7 mm de altura, promedio de $672 \pm 124 \mu\text{m}$ (503 – 971 μm). Algunos radios se unen entre sí mediante los márgenes.

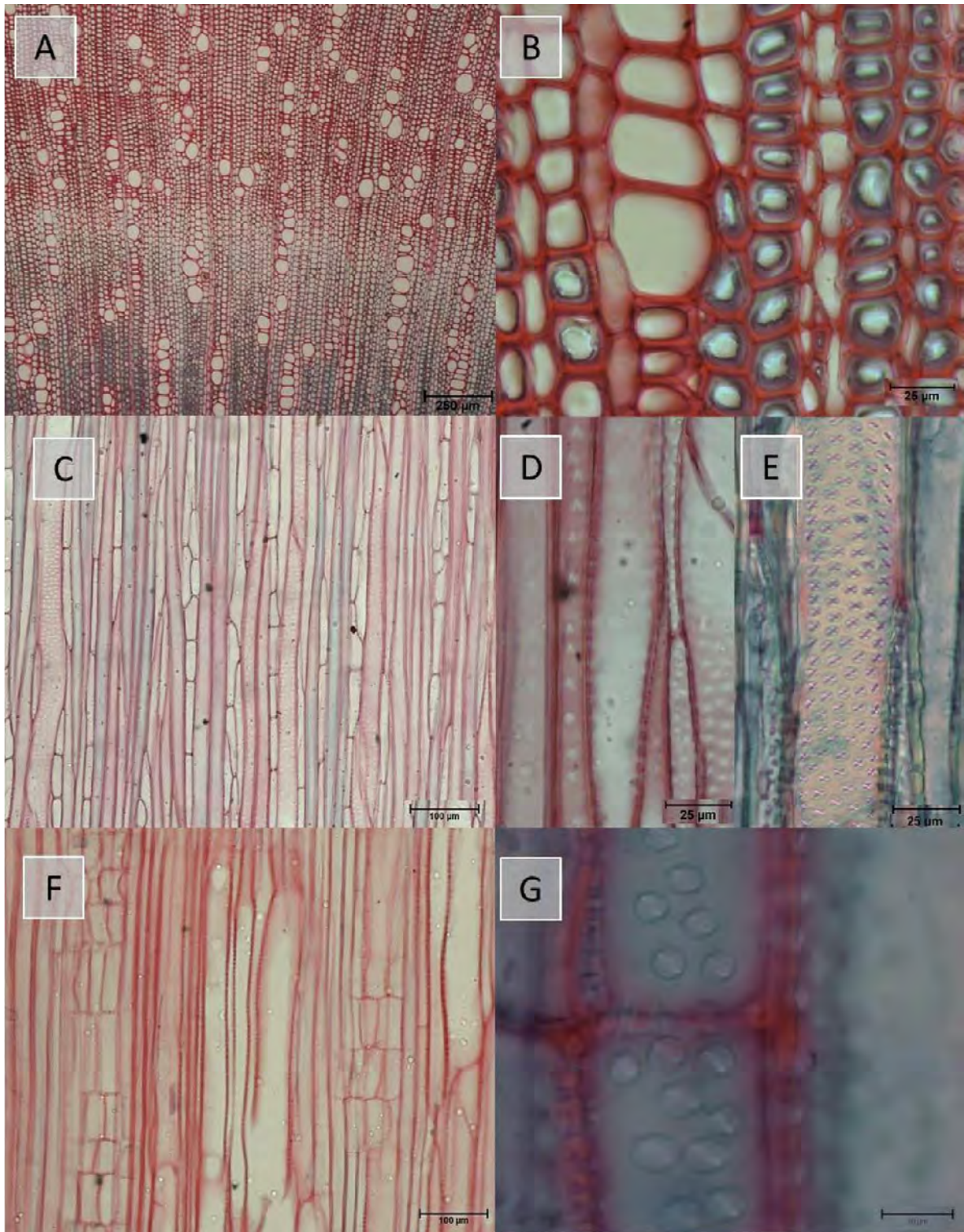


Figura 11. A) Vasos en cadenas radiales y bandas de fibras gelatinosas *M. sylvatica* plano transversal; B) Vasos de contorno anguloso y fibras gelatinosa; C) Radios paedomórficos tipo III plano tangencial; D) Traqueida vascular; E) Punteaduras intervasculares alternas ; F) Detalle de radios paedomórficos, placa de perforación simple en plano radial; G) Detalle punteaduras vaso-radio similares a las intervasculares .

Familia: Primulaceae

Nombre científico: *Parathesis donnell-smithii* Mez (Figura 12)

Distribución en México. Chiapas, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Tamaulipas, Veracruz

Anillos de crecimiento. Inconspicuos.

Vasos. Porosidad difusa, vasos de contorno anguloso, agrupados en múltiples de 3, numerosos con $40/\text{mm}^2$; vasos pequeños con $37 \pm 5 \mu\text{m}$ ($26 - 46 \mu\text{m}$) de diámetro tangencial; elementos de vaso medianos con $789 \pm 85 \mu\text{m}$ ($634 - 973 \mu\text{m}$) de longitud; placas de perforación simple; punteaduras intervasculares alternas y ligeramente poligonales, con $3 \pm 0.2 \mu\text{m}$ ($3 - 4 \mu\text{m}$) de diámetro tangencial. Punteaduras vaso-radio similares a las intervasculares.

Fibras. Libriformes de 1 – 2 (3) septos, cortas de longitud con $789 \pm 85 \mu\text{m}$ ($634 - 973 \mu\text{m}$), diámetro total de $28 \pm 3 \mu\text{m}$ ($25 - 37 \mu\text{m}$), grosor de pared de $5 \pm 1 \mu\text{m}$ ($4 - 7 \mu\text{m}$), pared delgada (36%) de espesor.

Parénquima axial: Ausente.

Parénquima radial: Radios poco numerosos $2/\text{mm}$, multiseriados de 6 – 8 (11) de células erectas y cuadradas de ancho, con $0.2 \pm 0.04 \mu\text{m}$ ($0.1 - 0.2 \mu\text{m}$) de promedio. Radios altos que se continúan a lo largo del entrenudo. Con cristales prismáticos y células secretoras con contenidos de color café.

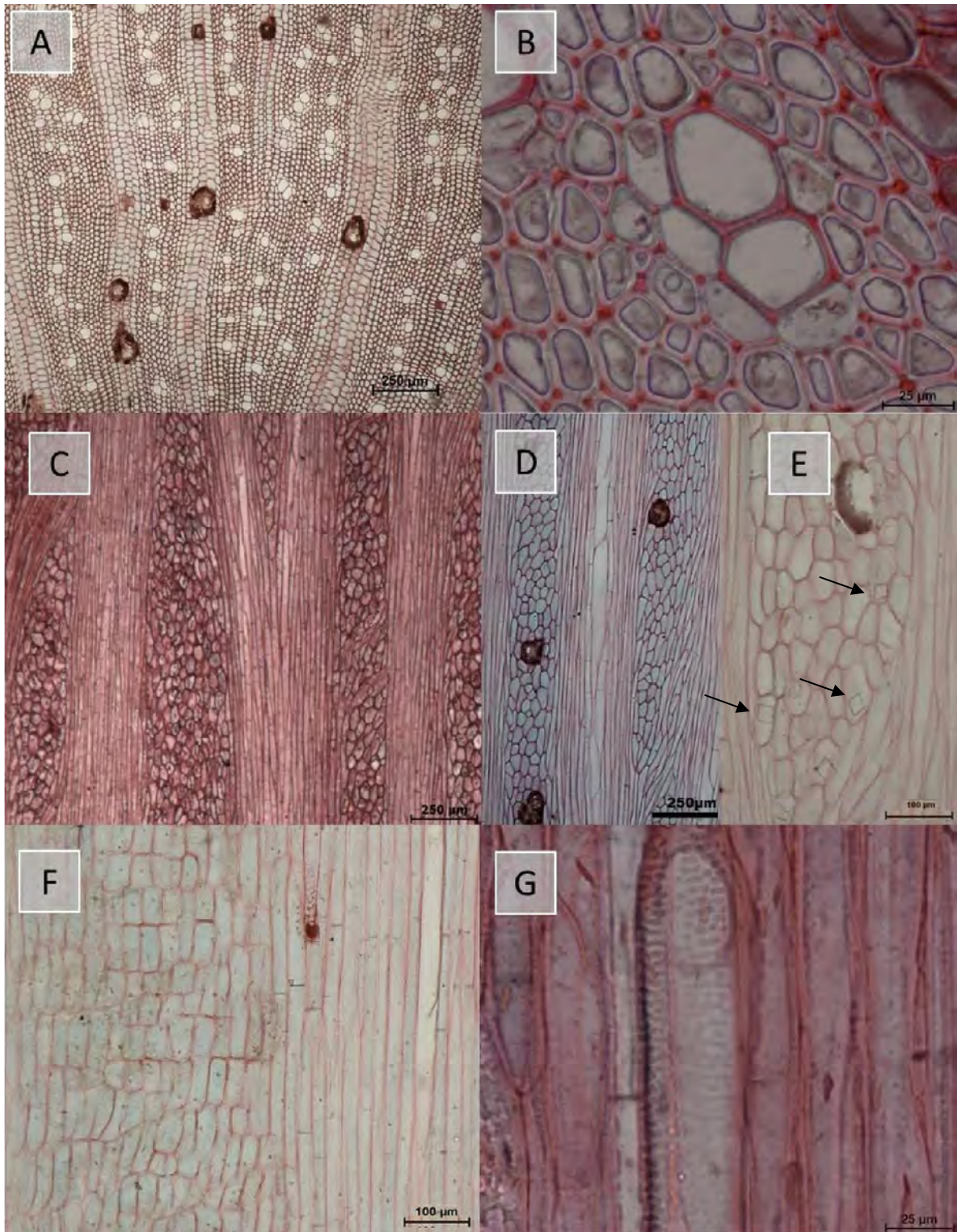


Figura 12. A) Vasos en útiples de 3 células secretoras de contenidos color café en *P.donnell-smithii* plano transversal; B) Vasos angulosos y fibras rodeando al vaso; C) Radios agregados plano tangencial; D) Detalle de radios, vaso y células secretoras; E) Detalle de radio con cristales prismáticos (flecha) y células secretoras; F) Detalle de rdios agergados y fibras libriformes septadas en plano radial; G) Placa de perforación simple y punteaduras inervasculares alternas.

Familia: Rubiaceae

Nombre científico: *Machaonia erythrocarpa* (Standl.) Borhidi (Figura 13)

Distribución en México. Chiapas Colima, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Sinaloa, Veracruz.

Anillos de crecimiento. Inconspicuos, falsos anillos raramente delimitados por una banda de 1 – 2 hileras de fibras con las paredes aplanadas radialmente.

Vasos. Porosidad difusa, vasos de contorno anguloso, principalmente múltiples de 3 en cadenas radiales y algunos solitarios, numerosos con $56/\text{mm}^2$; vasos pequeños con $45 \pm 7 \mu\text{m}$ ($30 - 62 \mu\text{m}$) de diámetro tangencial; elementos de vaso medianamente largos con $991 \pm 233 \mu\text{m}$ ($682 - 1561 \mu\text{m}$) de longitud; placas de perforación simple; punteaduras intervasculares alternas y ornamentadas, con de $4 \pm 0.2 \mu\text{m}$ ($3 - 5 \mu\text{m}$) de diámetro tangencial; punteaduras vaso-radio con areolas evidentes similares a las intervasculares.

Fibras. Libriformes de 2 – 3 (4) septos, medianas de longitud con $1386 \pm 222 \mu\text{m}$ ($1024 - 2010 \mu\text{m}$), diámetro total de $32 \pm 5 \mu\text{m}$ ($22 - 44 \mu\text{m}$), grosor de pared de $6 \pm 1 \mu\text{m}$ ($5 - 8 \mu\text{m}$) pared delgada (37%) de espesor. Bandas de fibras similares a bandas de células parenquimatosas que alternan con fibras ordinarias (Figura 13A).

Parénquima axial: Ausente.

Parénquima radial: Radios poco numerosos con $4/\text{mm}$; heterogéneos tipo I, radios uniseriados de 3 – 6 (7) células de alto formados por células erectas; los multiseriados de 2 – 3 (4) células de ancho, el cuerpo formado por células procumbentes y cuadradas, de 3 – 5 (6) células erectas en los márgenes, radios bajos con 1.0 mm de altura, los radios uniseriados con $988 \pm 216 \mu\text{m}$ ($569 - 1490 \mu\text{m}$) y los multiseriados con $1047 \pm$

248 μm (713 – 1684 μm) . Algunos radios se unen entre sí mediante las células de los márgenes.

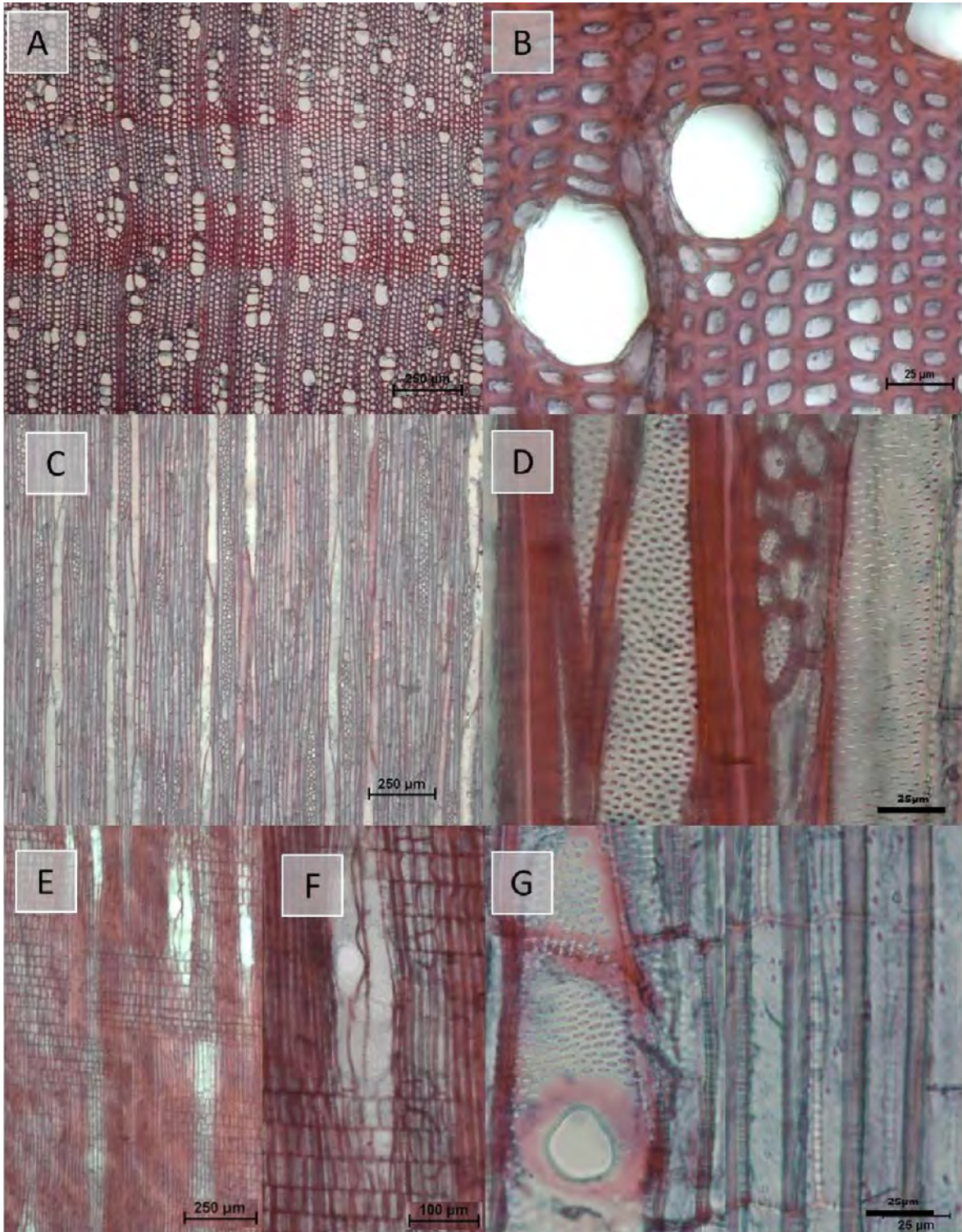


Figura 13. A) Vasos en múltiples de 3 en cadenas radiales y bandas de fibras en *M. erythrocarpa* plano transvesal; B) Vasos de contorno anguloso; C) Radios heterogéneos tipo I plano tangencial; D) Punteaduras intervasculares alternas y fibra septada; E) Radios heterogéneos tipo I plano radial; F) Acercamiento de radio heterogéneo y vasos; G) Placa de perforación simple y fibras con punteaduras simples septadas.

Familia: Rubiaceae

Nombre científico: *Simira salvadorensis* Standl. (Figura 14)

Nombre vernáculo: Nazareno, chacte'k'ok, puntero, saltemuche, sangre de perro, palo colorado, caoba, palo de rosa, ehakté-kok, chakte-kok, cacahuate, chacabanté, chacahuanté, chakté-kok, nazareno rojo, shicabanté, sicavanté, chakte kok, sabanté.

Distribución en México. Campeche, Chiapas, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Oaxaca, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz, Yucatán.

Anillos de crecimiento. Inconspicuos.

Vasos. Porosidad difusa, vasos de contorno anguloso, principalmente solitarios, numerosos con $49/\text{mm}^2$; vasos angostos con $52 \pm 7 \mu\text{m}$ ($41 - 65 \mu\text{m}$) y con $33 \pm 5 \mu\text{m}$ ($23 - 42 \mu\text{m}$) de diámetro tangencial; elementos de vaso muy largos con $1010 \pm 163 \mu\text{m}$ ($675 - 1264 \mu\text{m}$) de longitud; placas de perforación simple; punteaduras intervasculares alternas con $118 \pm 8 \mu\text{m}$ ($5 - 1 \mu\text{m}$) de diámetro; punteaduras vaso-radio con areolas evidentes, similares a las intervasculares.

Fibras. Libriformes diminutamente areoladas, comúnmente con 5 septos (3, 4 y 6), largas con $1278 \pm 194 \mu\text{m}$ ($803 - 1494 \mu\text{m}$) de longitud, diámetro total de $29 \pm 4 \mu\text{m}$ ($20 - 35 \mu\text{m}$) pared delgada (34%) espesor.

Parénquima axial: Ausente.

Parénquima radial: Radios poco numerosos con $4/\text{mm}$; heterogéneos tipo I, radios uniseriados de 4 – 9 (10) células formados por células erectas, los multiseriados de 3 – 4 (5) células de ancho, el cuerpo formado por células cuadradas y procumbentes y de 3 – 7 (14) hileras de células erectas en los márgenes, radios bajos con una altura promedio

de $1.1 \pm 0.1 \mu\text{m}$ ($0.9 - 1.1 \mu\text{m}$). Frecuentemente los radios se unen entre sí mediante las células de los márgenes.

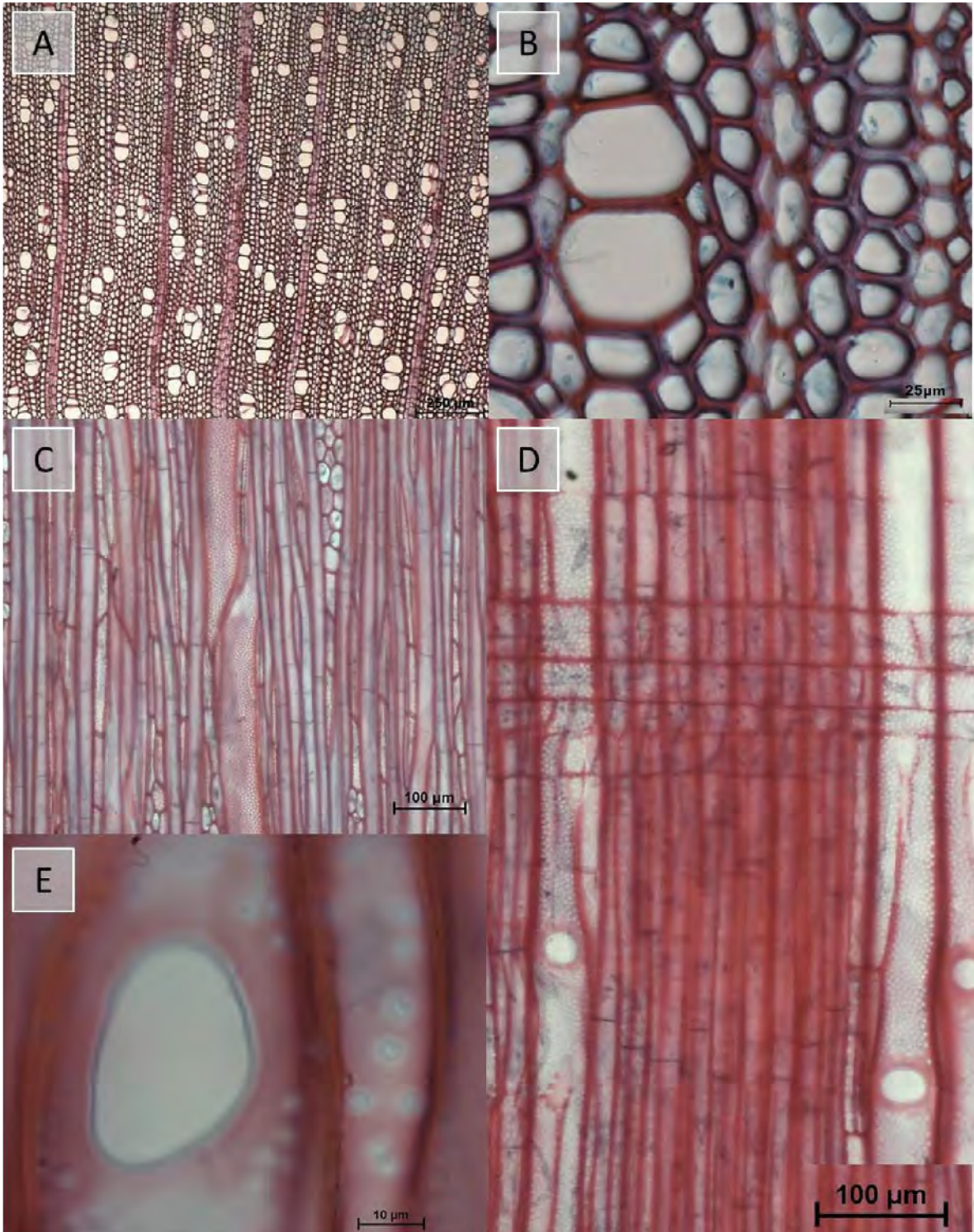


Figura 14. A) Porosidad difusa y vasos solitarios en *S. salvadorensis* plano transvesal; B) Vasos de contorno anguloso; C) Radios heterogéneos tipo I con células erectas marginales plano tangencial; D) Detalle de radios heterogéneos I, placa de perforación simple y fibras septadas plano radial; E) Placa de perforación simple, y punteaduras de fibras ligeramente areoladas.

Familia: Rubiaceae

Nombre científico: *Hoffmannia cuneatissima* B.L. Rob. (Figura 15)

Distribución en México: Colima, Guerrero, Jalisco, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Sonora.

Anillos de crecimiento. Inconspicuos, apenas perceptibles por una banda de 2 – 4 (5) células de ancho de fibras con paredes engrosadas.

Vasos. Porosidad difusa, vasos de contorno anguloso, múltiples en pares, medianamente numerosos con $88/\text{mm}^2$; vasos pequeños con $28 \pm 3 \mu\text{m}$ ($23 - 34 \mu\text{m}$) de diámetro tangencial; elementos de vaso largos con $1058 \pm 230 \mu\text{m}$ ($664 - 1494 \mu\text{m}$) de longitud; placas de perforación simple y escasas reticuladas; punteaduras intervasculares alternas ligeramente poligonales y ornamentadas con $4 \pm 0.3 \mu\text{m}$ ($3 - 5 \mu\text{m}$) de diámetro tangencial; punteaduras vaso-radio con areolas reducidas aparentemente simples.

Fibras. Libriformes diminutamente areoladas, 1 – 3 septadas, medianas de longitud con $1245 \pm 307 \mu\text{m}$ ($840 - 2044 \mu\text{m}$), diámetro total de $28 \pm 5 \mu\text{m}$ ($20 - 30 \mu\text{m}$), grosor de pared de $5 \pm 1 \mu\text{m}$ ($4 - 7 \mu\text{m}$) pared delgada (28%) de espesor.

Parénquima axial. Ausente.

Parénquima radial: Radios medianamente numerosos $6/\text{mm}$; paedomórficos tipo III, exclusivamente uniseriados de 3 – 6 células erectas, radios bajos con 0.9 mm de altura, con promedio de $908 \pm 243 \mu\text{m}$ ($531 - 1381 \mu\text{m}$).

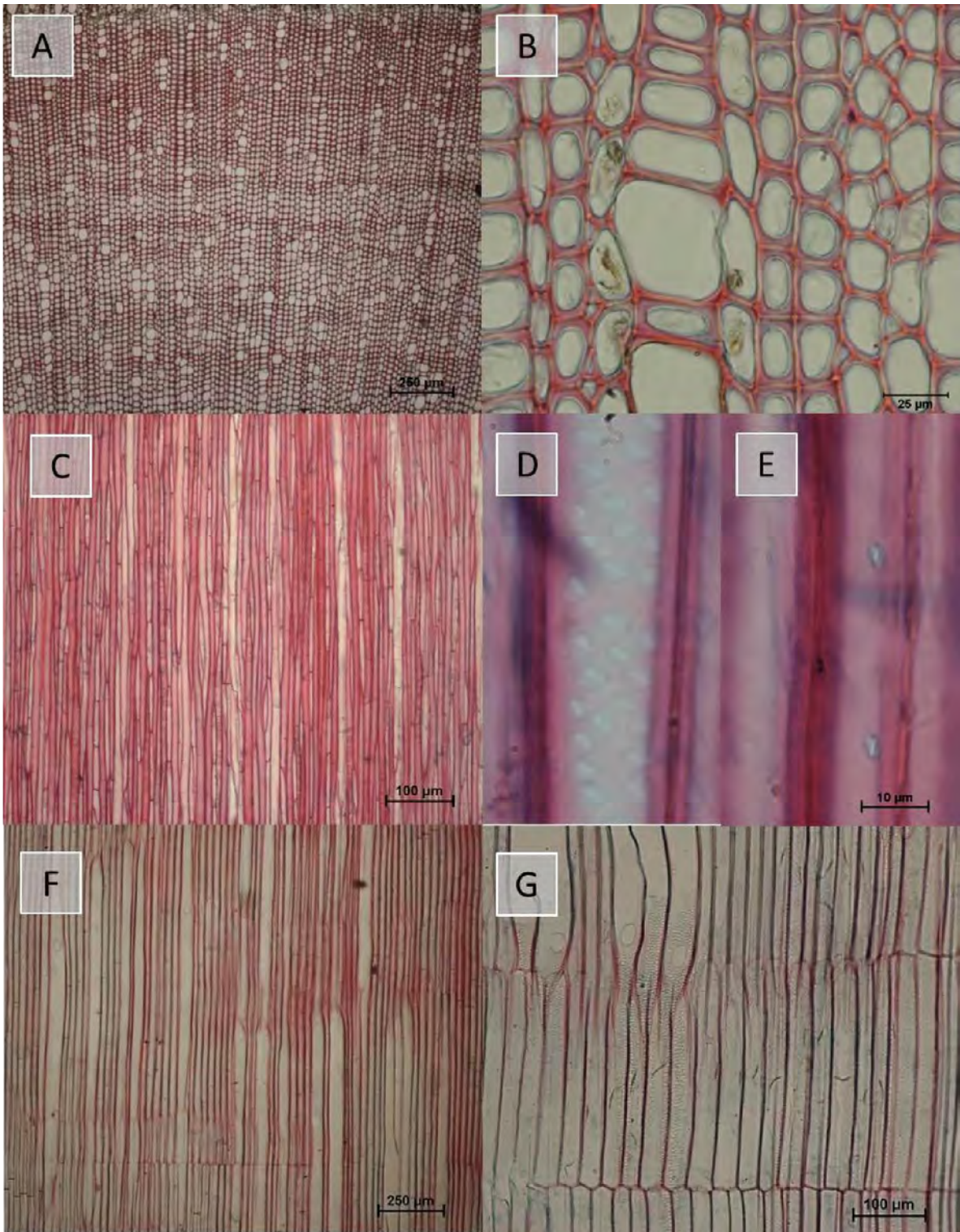


Figura 15. A) Porosidad difusa y vasos en pares en *H. cuneatissima* plano transvesal; B) Vasos de contorno anguloso ; C) Radios paedomórficos tipo III plano tangencial; D) Punteaduras intervasculares ligeramente poligonales; E) Fibras con punteaduras ligeramente areoladas; F) Radios paedomórficos tipo III plano radial; G) Placa de perforación simple.

Familia: Solanaceae

Nombre científico: *Solanum schlechtendalianum* Walp. (Figura 16)

Nombre vernáculo: Muela de vieja, hierba de nopo, chilpate, hediondilla, hoja de bálsamo, Blanco pecum hierba, blanco monte pekum, hierba del perro.

Distribución en México: Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Tamaulipas, Tabasco, Veracruz.

Anillos de crecimiento. Conspicuos, se delimitan por una banda angosta de 3 (4) hileras de fibras con paredes engrosadas de la madera tardía que van degradándose a medida que se acercan a la médula.

Vasos. Porosidad difusa, vasos de contorno redondeado, principalmente solitarios, numerosos con $61/\text{mm}^2$; vasos angostos con $56 \pm 6 \mu\text{m}$ ($45 - 67 \mu\text{m}$) y $36 \pm 7 \mu\text{m}$ ($24 - 47 \mu\text{m}$) de diámetros tangenciales; cortos con $345 \pm 68 \mu\text{m}$ ($229 - 459 \mu\text{m}$) de longitud; placas de perforación simple; punteaduras intervasculares alternas con $7 - 0.5 \mu\text{m}$ ($6 - 8 \mu\text{m}$) de diámetro tangencial; punteaduras de vaso-radio con areolas evidentes, similares a punteaduras intervasculares.

Fibras. Libriformes ligeramente areoladas, cortas de longitud con $670 \pm 170 \mu\text{m}$ ($392 - 1064 \mu\text{m}$), diámetro total de $17 \pm 3 \mu\text{m}$ ($12 - 24 \mu\text{m}$), grosor de pared de $3 \pm 1 \mu\text{m}$ ($1 - 4 \mu\text{m}$) pared delgada (35%) de espesor. Con traqueidas vasicéntricas.

Parénquima axial: Abundante, marginal, paratraqueal vasicéntrico con vainas angostas de 1 – 2 células, en ocasiones unilateral y apotraqueal difuso en agregados.

Parénquima radial: Radios numerosos con $10/\text{mm}$; heterogéneos tipo I, radios uniseriados de 3 – 6 (8) células de alto formados por células erectas, los multiseriados de 2 – 3 células de ancho, el cuerpo formado por células procumbentes y cuadrada,

radios medianos con 0.6 mm de altura, radios uniseriados de $762 \pm 194 \mu\text{m}$ (536 – 1336 μm) y los multiseriados $490 \pm 56 \mu\text{m}$ (402 – 585 μm). Frecuentemente se unen entre sí mediante las células de los márgenes.

Otras características: Presenta máculas.

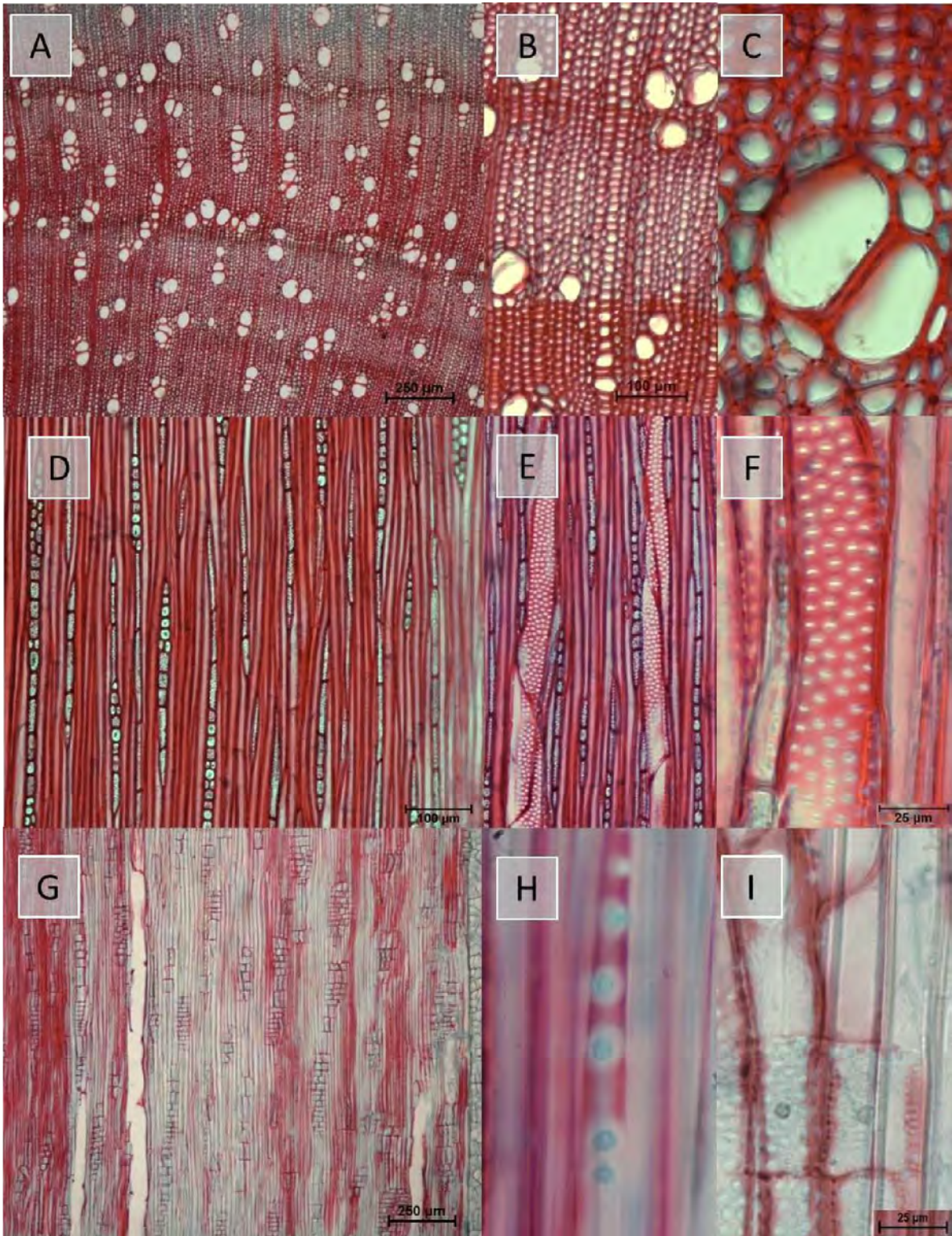


Figura 16. A) Porosidad difusa y anillos de crecimiento conspicuos en *S. schlechtendalium* plano transvesal; B) Vasos solitarios y detalle de anillos de crecimiento; C) Vasos de contorno anguloso y parénquima axial paratraqueal vasicéntrico; D) Radios heterogéneos tipo I plano tangencial; E) Punteaduras intervasculares; F) Punteaduras intervasculares opuestas y fibras libriformes; G) Radios heterogéneos tipo I plano radial H) Traqueidas vasicéntricas; I) Punteaduras vaso-radio con areolas reducidas aparentemente simples .

Familia: Solanaceae

Nombre científico: *Lycianthes ciliolata* (M. Martens & Galeotti) Bitter (Figura 17)

Nombre vernáculo: Tintilón, Tlanochtle.

Distribución en México. Chiapas, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí.

Anillos de crecimiento. Conspicuos. Se evidencian por la presencia de 3 (4) hileras de fibras con las paredes engrosadas y aplanadas radialmente.

Vasos. Porosidad difusa, vasos de contorno anguloso, principalmente solitarios y agrupados en pares, numerosos con $43/\text{mm}^2$; vasos angostos con $43 \pm 5 \mu\text{m}$ ($33 - 55 \mu\text{m}$) y $30 \pm 6 \mu\text{m}$ ($20 - 40 \mu\text{m}$) de diámetros tangenciales; elementos de vaso medianos con $488 \pm 77 \mu\text{m}$ ($353 - 728 \mu\text{m}$) de longitud; placas de perforación simple; punteaduras intervasculares opuestas y ornamentadas, con $4 \pm 0.5 \mu\text{m}$ ($3 - 5 \mu\text{m}$) de diámetro tangencial; punteaduras vaso-radio simples o con areolas reducidas.

Fibras. Libriformes ligeramente areoladas, 1 – septadas, y fibras con punteaduras simples, cortas de longitud $751 \pm 212 \mu\text{m}$ ($333 - 1363 \mu\text{m}$), diámetro total de $21 \pm 4 \mu\text{m}$ ($11 - 28 \mu\text{m}$), grosor de pared de $5 \pm 1 \mu\text{m}$ ($3 - 6 \mu\text{m}$) pared delgada (48%) de espesor.

Parénquima axial: Ausente.

Parénquima radial: Radios numerosos $8/\text{mm}$; tipo heterogéneos III, exclusivamente uniseriados de 4 – 11 (14) células de alto formadas por células erectas y procumbentes o cuadradas, radios medianos con altura promedio de 0.6 mm, promedio de $625 \pm 145 \mu\text{m}$ ($353 - 904 \mu\text{m}$).

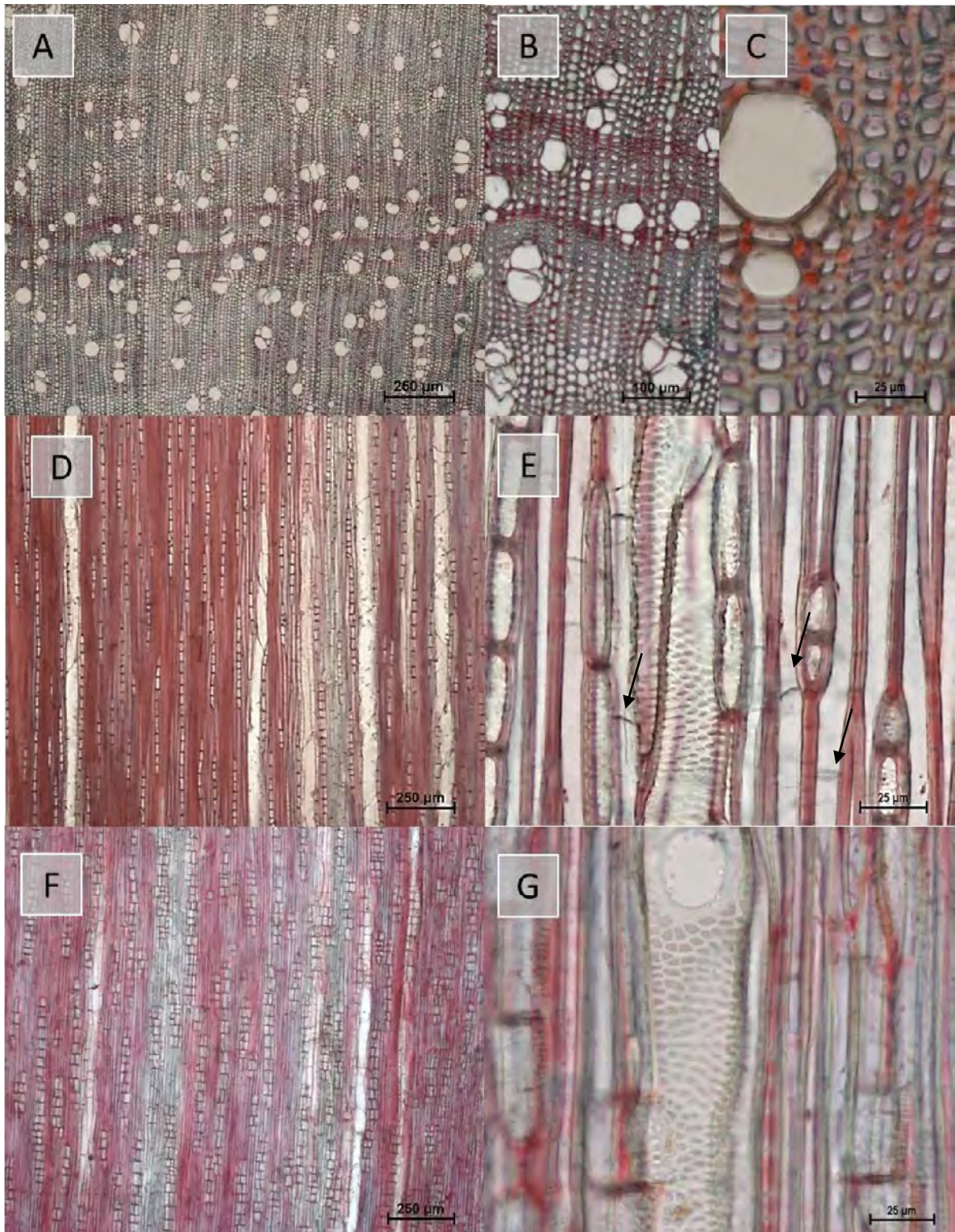


Figura 17. A) Porosidad difusa y anillos de crecimiento conspicuos en *L. ciliolata* plano transvesal; B) Vasos solitarios, en pares y detalle de anillos de crecimiento; C) Vasos de contorno anguloso; D) Radios heterogéneos tipo III exclusivamente uniseriados plano tangencial; E) Punteaduras intervasculares alternas y fibras septadas (flechas); F) Radios heterogéneos tipo III plano radial; G) Placa de perforación simple y vasos solitarios.

Comparación anatómica de *Ostrya virginiana*

En los cuadros 2 – 6 se muestran las características anatómicas de los dos individuos estudiados de *Ostrya virginiana*; en el cuadro 7 se comparan algunas de sus características cualitativas y cuantitativas con las de otros autores. La Imagen C muestra los puntos de colecta de *O. virginiana*.

Los dos especímenes de *O. virginiana* mostraron similitudes en las características evaluadas de los elementos de vaso, excepto en el tipo de porosidad, el número de vasos/mm² y en el diámetro de su lumen celular (Cuadros 2-7).

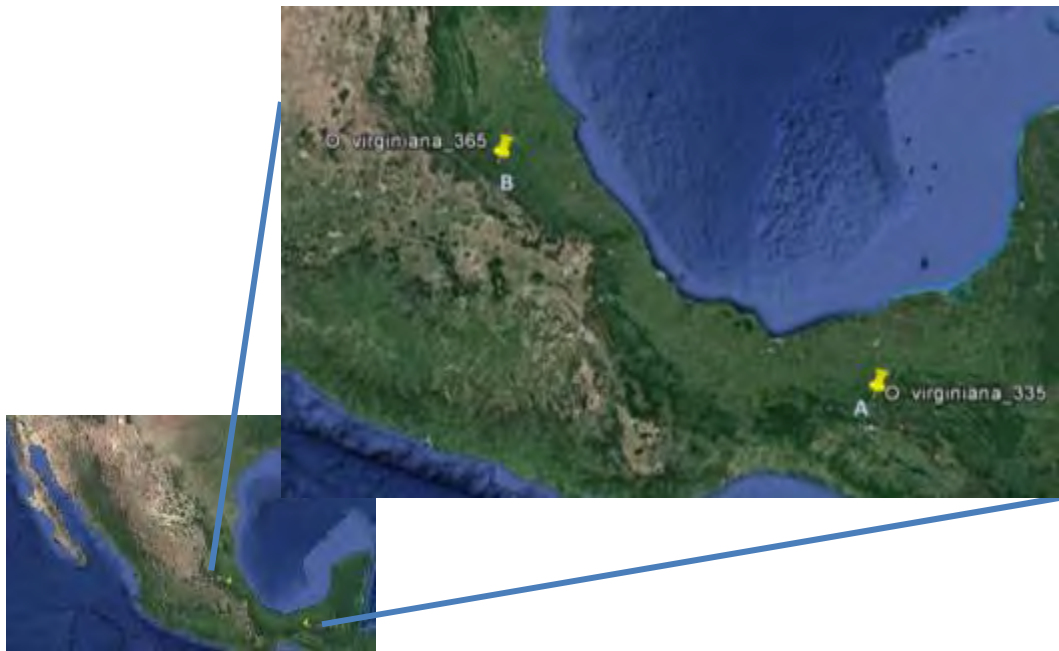


Figura 18. Puntos aproximados de muestreo de los ejemplares de *O. virginiana*.

Coordenadas de **Chiapas A)** con 17° 11' 0.00'' N; 93° 03' 0.00'' O. **Hidalgo B)** 20° 52' 55.0'' N; 98° 35' 48.6'' O. Elaborado por Ravel (2017)

Cuadro 2. Anillos de crecimiento de 15 especies del bosque mesófilo de montaña.

Especie	Anillos de crecimiento		
	FV	C/I	Descripción
<i>O. virginiana</i>	Árbol	C	Fibras con paredes engrosadas y aplanadas radialmente
		C	Fibras con paredes engrosadas y aplanadas radialmente
<i>T. micrantha</i>	Árbol	I	-
<i>D. tucurensis</i>	Árbol	C	Parénquima marginal y fibras aplanadas radialmente
<i>M. chrysomeura</i>	Arbusto	C	Fibras con paredes aplanadas radialmente y se engrosan hacia el final de la madera tardía
	Árbol	C	Fibras con paredes engrosadas y aplanadas radialmente
<i>F. arborescens</i>	Árbol	I	-
<i>P. antidesma</i> subsp. <i>fessionia</i>	Árbol	C	Fibras con paredes engrosadas y aplanadas radialmente
<i>P. amalago</i>	Arbusto	I	Con 1 – 4 hileras de fibras con paredes engrosadas y/o aplanadas radialmente y bandas de fibras con paredes más gruesas que alternan con bandas de fibras de paredes delgadas
<i>M. sylvatica</i>	Arbusto	I	-
<i>P. donnell-smithii</i>	Arbusto	I	-
<i>M. erythrocarpa</i>	Árbol	I	-
<i>S. salvadorensis</i>	Árbol	I	-
<i>H. cuneatissima</i>	Arbusto	I	-
<i>S. schlechtendalianum</i>	Árbol	C	Fibras con paredes engrosadas en madera tardía
<i>L. ciliolata</i>	Arbusto	C	Fibras con paredes engrosadas y aplanadas radialmente

Forma de vida = (FV); Conspicuos = (C); Inconspicuos = (I). Cuadro 3. Características de los elementos de vaso de 15 especies del bosque mesófilo de montaña.

Vasos

Especie	Po	Vasos/mm ² (Abundancia)	Agrupación (número de vasos agregados)	Diámetro μm (Clasificación)	PP	PI	Diámetro μm	Longitud μm (Clasificación)	Punteaduras vaso-radio
<i>Ostrya virginiana</i> (2 ejemplares) (A)	D	23 (N)	M (2), S	63 ± 7 (P)	Si	A,P	9 ± 1	559 ± 96 (M)*	Areolas reducidas aparentemente simples
	SA	63 (N)	M (≥4), S	47 ± 7 (P)	Si	A,P	7 ± 0.4	563 ± 98 (M)*	Areolas reducidas aparentemente simples
<i>Trema micrantha</i> (A)	D	16 (MN)	S, M (2)	177 ± 13 (M) 125 ± 14	Si	A	9 ± 1	890 ± 231 (L)	Areolas reducidas aparentemente simples
<i>Dalbergia tucurensis</i> (A)	D	6 (N)	S	170 ± 22 (M) 99 ± 13 (P)	Si	A,P	8 ± 1	156 ± 21 (C)	Areolas evidentes similares a intervasculares
<i>Miconia chrysonoura</i> (arb)	D	65 (N)	M (≥4)	51 ± 10 (P) 30 ± 6	Si	A	7 ± 0.5	427 ± 100 (M)	Areolas reducidas aparentemente simples
<i>Conostegia icosandra</i> (A)	D	43 (N)	S, M (2)	70 ± 9 (P)	Si	A,P,O	4 ± 0.5	470 ± 85 (M)	Areolas reducidas aparentemente simples
<i>Fuchsia arborescens</i> (A)	D	13 (MN)	S, M (2)	79 ± 11 (P)	Si	A,P,O	9 ± 1	886 ± 373 (L)	Areolas reducidas aparentemente simples
<i>Picramnia antidesma</i> (A)	D	65 (N)	S	37 ± 7 (P)	Si	A, Al	4 ± 1	447 ± 114 (M)	-
<i>Piper amalago</i> (arb)	D	30 (P)	M (2)	57 ± 10 (P) 50 ± 5	Si	A	8 ± 0.5	267 ± 36 (C)	-

Vasos									
Especie	Po	Vasos/mm ² (Abundancia)	Agrupación (número de vasos agregados)	Diámetro μm (Clasificación)	PP	PI	Diámetro μm	Longitud μm (Clasificación)	Punteaduras vaso-radio
<i>Monnina sylvatica</i> (arb)	D	52 (N)	M (≥ 4)	31 \pm 4 P	Si	A,O	6 \pm 0.3	812 \pm 248 (L)	Similares a intervasculares
<i>Parathesis donnell-smithii</i> (arb)	D	40 (N)	M (3)	37 \pm 5 (P)	Si	A,P	3 \pm 0.2	789 \pm 85 (M)	Similares a intervasculares
<i>Machaonia erythrocarpa</i> (A)	D	56 (N)	S	45 \pm 7 (P)	Si	A,O	4 \pm 0.2	991 \pm 233 (L)	Similares a intervasculares
<i>Simira salvadorensis</i> (A)	D	49 (N)	S	52 \pm 7 (P) 33 \pm 5	Si	A	5 \pm 0.5	1010 \pm 163 (L)	Similares a intervasculares
<i>Hoffmannia cuneatissima</i> (arb)	D	88 (N)	M (2)	28 \pm 3 (P)	Si/R	A,P,O	4 \pm 0.3	1058 \pm 230 (L)	Areolas reducidas aparentemente simples
<i>Solanum schlechtendalianum</i> (A)	D	61 (N)	S	56 \pm 6 (P) 36 \pm 7	Si	A	7 \pm 0.5	345 \pm 68 (C)	Areolas evidentes similares a intervasculares
<i>Lycianthes ciliolata</i> (arb)	D	43 (N)	S	43 \pm 5 (P) 30 \pm 6	Si	Op, O	4 \pm 0.5	488 \pm 77 (M)	Areolas reducidas aparentemente simples

Forma de vida: Árbol = (A), arbusto = (arb). **Porosidad** = (Po): Difusa = (D), semianular = (SA). **Abundancia:** Poco numerosos = (PN), medianamente numerosos = (MN), numerosos = (N). **Agrupación:** Solitarios = (S), múltiples = (M). **Diámetro / Longitud:** Pequeños / Cortos = (P/C), medianos = (M), largos = (L). **Placa de perforación:** Simple = (Si), Reticulada = (R). **Punteaduras intervasculares** = (PI): Alternas = (A), opuestas = (Op), poligonales / ligeramente poligonales = (P), ornamentadas = (O), alargadas = (Al). **Engrosamientos helicoidales** = (*)

Cuadro 4. Características de las fibras de 15 especies del bosque mesófilo de montaña

Especie	Fibras (μm)						
	Longitud		Diámetro	Grosor pared (porcentaje)	Clasificación	Otros	
<i>Ostrya virginiana</i>	A	1044 \pm 199	M	19 \pm 3	4 \pm 1 (42%)	Libriiformes	
		1017 \pm 216	M	19 \pm 4	4 \pm 1 (42%)	Libriiformes	
<i>Trema micrantha</i>	A	890 \pm 231	C	28 \pm 5	4 \pm 1 (28%)	Libriiformes	Gelatinosas
<i>Dalbergia tucurensis</i>	A	616 \pm 145	C	14 \pm 4	3 \pm 1 (43%)	Libriiformes	Gelatinosas
<i>Miconia chrysoneura</i>	arb	500 \pm 66	C	13 \pm 3	3 \pm 1 (46%)	Libriiformes ligeramente areoladas	1 – 2 septos
<i>Conostegia icosandra</i>	A	957 \pm 418	M	23 \pm 4	4 \pm 1 (35%)	Libriiformes ligeramente areoladas	1 – 3 septos con engrosamientos helicoidales. Gelatinosas.
<i>Fuchsia arborescens</i>	A	754 \pm 107	C	32 \pm 5	4 \pm 1 (25%)	Libriiformes	1- septo

Especie	Fibras (μm)						
	Longitud	Diámetro	Grosor pared (porcentaje)	Clasificación	Otros		
<i>Picramnia antidesma</i>	A	629 \pm 99	C	19 \pm 2	4 \pm 1 (42%)	Libriiformes con areolas diminutas	Nucleadas Traqueidas vasicéntricas
<i>Piper amalago</i>	arb	737 \pm 140	C	20 \pm 3	3 \pm 7 (50%)	Libriiformes	
<i>Monnina sylvatica</i>	arb	1035 \pm 157	M	26 \pm 4	5 \pm 2 (38%)	Libriiformes	Fibras parecidas a parénquima. Traqueidas vasicéntricas. Gelatinosas
<i>Parathesis donnell-smithii</i>	arb	789 \pm 85	C	28 \pm 3	5 \pm 1 (36%)	Libriiformes	1 – 2 (3) septos
<i>Machaonia erythrocarpa</i>	A	1386 \pm 222	M	32 \pm 5	6 \pm 1 (37%)	Libriiformes	2 – 3 (4) septos
<i>Simira salvadorensis</i>	A	1278 \pm 194	L	29 \pm 4	5 \pm 1 (34%)	Libriiformes diminutamente areoladas	5 (3, 4, 6) septos

Especie	Fibras (μm)						
	Longitud	Diámetro	Grosor pared (porcentaje)	Clasificación	Otros		
<i>Hoffmannia cuneatissima</i>	arb	1245 \pm 307	M	28 \pm 5	5 \pm 1 (28%)	Libriiformes diminutamente areoladas	1 – 3 septos
<i>Solanum schlechtendalianum</i>	A	670 \pm 170	C	17 \pm 3	3 \pm 1 (35%)	Libriiformes	Traqueidas vasicéntricas
<i>Lycianthes ciliolata</i>	arb	751 \pm 212	C	21 \pm 4	5 \pm 1 (48%)	Libriiformes	1 – septos

(A) = Árbol; (arb) = Arbustos; (C) = Cortas; (M) = Medianas; (L) = Largas

Cuadro 5. Características del parénquima axial de 15 especies del bosque mesófilo de montaña.

Especie	Parénquima axial	
	Abundancia	Descripción
<i>Ostrya virginiana</i> (A)	R	Paratraqueal escaso. Apotraqueal difuso en agregados
	R	Paratraqueal escaso. Apotraqueal difuso en agregados
<i>Trema micrantha</i> (A)	A/R	Paratraqueal escaso y vasicéntrico. Apotraqueal difuso
<i>Dalbergia tucurensis</i> (A)	Ab	Paratraqueal vasicéntrico y unilateral. Apotraqueal difuso en agregados. Marginal
<i>Miconia chrysonoura</i> (arb)	E	Paratraqueal vasicéntrico. Apotraqueal difuso
<i>Conostegia icosandra</i> (A)	E	Paratraqueal unilateral. Apotraqueal difuso
<i>Fuchsia arborescens</i> (A)	A/R	-
<i>Picramnia antidesma</i> (A)	E	Paratraqueal escaso vasicéntrico. Apotraqueal difuso.
<i>Piper amalago</i> (arb)	E	Paratraqueal vasicéntrico de 1 – 2 células de espesor formando una vaina angosta. Apotraqueal difuso.
<i>Monnina sylvatica</i> (arb)	A/R	-
<i>Parathesis donnell-smithii</i> arb	A/R	-
<i>Machaonia erythrocarpa</i> (A)	A/R	-
<i>Simira salvadorensis</i> (A)	A/R	-

Especie	Parénquima axial	
	Abundancia	Descripción
<i>Hoffmannia cuneatissima</i> (arb)	A/R	-
<i>Solanum schlechtendalianum</i> (A)	Ab	Paratraqueal vasicéntrico. Apotraqueal difuso en agregados. Marginal.
<i>Lycianthes ciliolata</i> (arb)	A/R	-

(A) = Árbol; (arb) = Arbustos. Abundancia de parénquima axial: (Ab) = Abundante, (R) = Regular, (E) = Escaso, (A/R) = Ausente o extremadamente raro.

Cuadro 6. Descripción parénquima radial y 15 especies del bosque mesófilo de montaña.

Parénquima radial					
Especie	r/mm	Tipo	Uni	Mult	Descripción y otras características
			Altura mm	Altura mm	
<i>Ostrya virginiana</i> (A)	12 (N)	Ho I	0.5 ± 0.9	0.4 ± 0.1 (B)	Radios uniseriados formados por células procumbentes o cuadradas y multiseriados por 2 – 3 células procumbentes y cuadradas; 19 cuadradas más grandes en margen. Cristales prismáticos
	14 (N)	Ho I	0.4 ± 0.1	0.4 ± 0.1 (B)	Radios uniseriados por células procumbentes o cuadradas y multiseriados por 2 - 3 procumbentes en el cuerpo y hasta células 17 procumbentes o cuadradas en el margen. Cristales prismáticos
<i>Trema micrantha</i> (A)	5 (N)	He II A	0.4 ± 0.7	0.6 ± 0.1 (B)	Radios uniseriados formados por 6 – 8 células erectas y multiseriados 2- 3 células procumbentes o cuadradas, 1- 2 células erectas en margen
<i>Dalbergia tucurensis</i> (A)	9 (N)	Ho I	0.1 ± 0.3	0.2 ± 0.03 (B)	Radios uniseriados formados por 4 – 7 células procumbentes y multiseriados con 2 – 4 células procumbentes, 1 célula procumbente o cuadrada en margen. Con cristales prismáticos
<i>Miconia chrysonoura</i> (arb)	4 (P)	He I	0.9 ± 0.1	0.9 ± 0.2 (B)	Radios uniseriados formados por células erectas y multiseriados 2 – 4 (5) células cuadradas o procumbentes; 2 – 4 células marginales erectas

Especie	Parénquima radial				Descripción y otras características
	r/mm	Tipo	Uni Altura mm	Mult Altura mm	
<i>Conostegia icosandra</i> (A)	9 (M)	He III	0.6 ± 0.1 (B)		Radios exclusivamente uniseriados formados por células cuadradas, procumbentes y erectas; 1 – 2 células erectas en margen
<i>Fuchsia arborescens</i> (A)	5 (M)	He I	1.0 ± 0.1	1.0 ± 0.2 (B)	Radios uniseriados formados por 3 – 5 (9) células erectas y multiseriados por 2 – 4 (5) células cuadradas; 1 – 3 (4) erectas en margen.
<i>Picramnia antidesma</i> (A)	9 (M)	He I	0.7 ± 0.2	0.8 ± 0.06 (B)	Radios uniseriados formados por (3) 6 – 7 (10) células erectas y multiseriados por 2 – 3 (4) cuadradas y procumbentes; 1 – 3 erectas en margen. Grandes núcleos. Algunos se unen por los márgenes.
<i>Piper amalago</i> (arb)	3 (P)		0.2 ± 0.07 (A)		Radios formados por 17 – 21 células procumbentes, cuadradas y erectas que se alternan a lo largo de todo el radio; son muy altos y se continúan a lo largo del entrenudo
<i>Monnina sylvatica</i> (arb)	6 (M)	Pae III	0.6 ± 0.1 (B)		Radios uniseriados formados por 5 - 10 células erectas. Algunos radios se unen por los márgenes

Parénquima radial					
Especie	r/mm	Tipo	Uni	Mult	Descripción y otras características
			Altura mm	Altura mm	
<i>Parathesis donnell-smithii</i> (arb)	2 (P)	Ag	(0.2 ± 0.04) de ancho; (A)		Radios multiseriados formados de 6 – 8 (11) células erectas y cuadradas de ancho. Con cristales prismáticos y contenidos de color café
<i>Machaonia erythrocarpa</i> (A)	4 (P)	He I	0.9 ± 0.2	1.04 ± 0.2 (B)	Radios uniseriados formados por 3 – 6 (7) células erectas y multiseriados de 2 – 3 (4) procumbentes y cuadradas; 3 – 5 (6) erectas en margen. Algunos radios se unen por los márgenes
<i>Simira salvadorensis</i> (A)	4 (P)	He I	1.0 ± 0.1	1.1 ± 0.1 (B)	Radios uniseriados por células erectas y multiseriados por cuadradas y procumbentes; 3 -7 (14) erectas en margen. Algunos radios se unen por las células de sus márgenes
<i>Hoffmannia cuneatissima</i> (arb)	6 (M)	Pae III	0.9 ± 0.2 (B)		Radios exclusivamente uniseriados formados por 3 – 6 células erectas de ancho.

Parénquima radial					
Especie	r/mm	Tipo	Uni	Mult	Descripción y otras características
			Altura mm	Altura mm	
<i>Solanum schlechtendalianum</i> (A)	10 (N)	He I	0.7 ± 0.1	0.4 ± 0.05 (M)	Radios uniseriados formados por 3 – 6 (8) células erectas y multiseriados por 2 – 3 células procumbentes y cuadradas; 1 cuadrada o procumbente en margen. Algunos radios se unen por las células de sus márgenes
<i>Lycianthes ciliolata</i> (A)	8 (N)	He III	0.6 ± 0.1 (B)		Radios exclusivamente uniseriados formados por 4 – 11 (14) células erectas y procumbentes o cuadradas.

(A) = Árbol; (arb) = Arbustos; r/mm = radios/mm; (N) = numerosos; (M) = medianamente numerosos; (P) = poco numerosos; (He) = heterogéneos; (Ho) = homogéneos; (Pae) = paedormóficos; (Ag) = agregados; (Uni) = uniseriados; (Multi) = multiseriados; (A) = altos; (B) = bajos.

Cuadro 7. Comparación entre los caracteres anatómicos de dos ejemplares de *Ostrya virginiana* colectados en Chiapas e Hidalgo y los reportados por otros autores para esta especie.

Área (No. de colecta)	Ravel-Gleason Chiapas (335) (BMM)	Ravel-Gleason Hidalgo (365) (BMM)	Bond y Rappold*	Quintanar <i>et al.</i> (1996) (Jalisco, BMM)
Aspectos climáticos				
Precipitación (mm)	3,536.7	1,051.0	-	
Temperatura (°C)	19	13	-	
Altura (m s.n.m.)	1750	1259	-	
Anillos de crecimiento	Conspicuos	Conspicuos		Conspicuos
Porosidad	Difusa	Semianular	Difusa	Difusa
Vasos				
Densidad /mm ²	23	63		30
Diámetro (µm)	63	47		75
Contorno	Redondeado	Redondeado	-	Anguloso
Agrupación	M (2)	M (≥4)	M	M(2-7)
Longitud (µm)	559	563	-	690
Placa de perforación	Simple	Simple	-	Simple
Punteaduras intervasculares	Alternas - Ligeramente poligonales	Alternas - Ligeramente poligonales	-	Alternas de forma poligonal
Diámetro de punteaduras (µm)	9	7	-	
Punteaduras vaso-radio	Areolas reducidas - aparentemente simples	Areolas reducidas - aparentemente simples	-	Redondeadas
Engrosamientos helicoidales	Presentes	Presentes		Presentes
Fibras				
Tipo	Libriiformes	Libriiformes	-	Libriiformes
Grosor de pared %	42	42	-	80
Longitud (µm)	1044	1017	-	1451
Parénquima axial				
Apotraqueal	Regular, difuso en agregados	Regular, difuso en agregados	bandeado	Apotraqueal difuso, formado por cordones de 4-6 células

Parénquima radial

Número/mm	12	14	-	11
No de células	2-3	2-3		2
Ancho (µm)	23	20	Delgados	Moderadamente finos (34 µm)
Tipo	Homogéneos I	Homogéneos I	-	Homocelulares
Altura (mm)	0.4	0.4	-	0.3

Bosque mesófilo de montaña = (BMM); Bosque de pino-encino = (BPE); Múltiples = M. * En línea en: https://pubs.ext.vt.edu/ANR/ANR-64/ANR-64_PDF.pdf

Discusión

Uno de los propósitos más frecuentes del estudio de la anatomía de la madera, es proporcionar información taxonómica. Estas características en cada taxón pueden estar influidas por el tamaño, el ambiente, o la edad/tamaño, entre otros. Sin embargo, cada caso basado en la descripción puede ampliar el acervo de datos para futuros estudios, no solo en el ámbito de la sistemática, sino en general de las ciencias forestales. Como una contribución a lo explicado, a continuación se compara la diversidad anatómica de las especies estudiadas y más adelante se relacionan algunos de sus caracteres con sus respectivos linajes. En este trabajo se describen por primera vez algunos caracteres de *Fuchsia arborescens* y la especie *Picramnia antidesma* subsp. *fessionia*

Diversidad anatómica entre las especies estudiadas

A continuación se contrastan algunas características entre las especies y su condición de árbol/arbusto.

Siete de las 15 (46%) especies presentaron anillos de crecimiento. En todos los casos éstos se delimitaron por bandas de fibras con paredes engrosadas y/o aplanadas radialmente en la madera tardía. Cinco fueron árboles y dos arbustos (*Miconia chrysonoura*, *Lycianthes ciliolata*). Sólo en *Dalbergia tucurensis* (árbol) los anillos se delimitaron además por parénquima marginal.

La porosidad fue difusa en la mayoría de las especies, sólo una (*Ostrya virginiana* de Calnali, Hidalgo 365) la presentó semianular. La densidad de vasos, se mostró con un intervalo de 6/mm² (*Dalbergia tucurensis*) a 88/mm² (*Hoffmannia cuneatissima*); en 13 (86%) especies se clasifican como numerosos; solo en *Dalbergia tucurensis* y *Piper amalago* son pocos. Pueden presentarse agrupados, principalmente en pares; en nueve especies (60%) los vasos se muestran principalmente solitarios. Comparando esta

condición entre árboles y arbustos se observó que los vasos fueron principalmente solitarios en ocho (88%) de las nueve especies arbóreas, sólo se muestran múltiples en *Ostrya virginiana*. De las seis especies arbustivas se reconoce sólo a *Lycianthes ciliolata* con poros principalmente solitarios.

El diámetro de los vasos fue angosto en 13 (86%) especies y en ningún caso se registraron amplios. Siete (46%) especies mostraron diferencias evidentes en el diámetro de sus vasos; cinco (33%) son árboles (*Trema micrantha*, *Dalbergia tucurensis*, *Fuchsia arborescens*, *Simira salvadorensis*, *Solanum schlechtendalianum*) y tres (20%) son arbustos (*Miconia chrysonaura*, *Piper amalago*, *Lycianthes ciliolata*). La longitud de los elementos de vaso se muestra de mediana a larga en los 12 taxa. En las especies arbustivas *Monnina sylvatica* y *Hoffmannia cuneatissima*, las fibras se clasifican como largas, con $812 \pm 248 \mu\text{m}$ y $1058 \pm 230 \mu\text{m}$ respectivamente, mientras que en algunos árboles como *Dalbergia tucurensis*, la longitud promedio de sus elementos de vaso fue de $156 \pm 21 \mu\text{m}$.

La longitud de fibras se presentó en un intervalo desde 500 ± 66 (*Miconia chrysonaura*) hasta 1386 ± 222 (*Machaonia erythrocarpa*) y coinciden respectivamente para las mismas especies con el diámetro de fibras (13 ± 3 hasta 32 ± 5). El grosor de pared, se muestra en un intervalo de 3 ± 1 (con un porcentaje de grosor de pared del 35%) hasta 6 ± 1 (37%). El tipo de fibra dominante fue la libriforme. En *Conostegia icosandra* se apreciaron engrosamientos helicoidales y en *Monnina sylvatica* las fibras se muestran similares a células parénquimatosas. En cuatro especies se presentaron fibras gelatinosas, pero en dos fueron más evidentes (*Trema micrantha*, *Dalbergia tucurensis*).

Sólo *Dalbergia tucurensis* presentó parénquima axial abundante en un arreglo marginal. Trece (86%) de las especies lo presentaron escaso, ausente o extremadamente raro, de las cuales siete (46%) fueron árboles y seis (40%) arbustos (Cuadro 4).

El número de radios por milímetro fue medianamente numeroso en seis especies (40%) a numeroso en cuatro (26%), en el resto fueron pocos (5 spp.; 33%); Nueve especies (60%) presentaron radios heterogéneos; en dos especies arbustivas fueron paedomórficos (*Monnina sylvatica*, *Hoffmannia cuneatissima*). Sólo *Parathesis donnell-smithii* presentó radios agregados y *Piper amalago* fue la única con radios altos. Algunas especies presentaron contenidos celulares (cristales, resina); otras se unen en los extremos de sus radios multiseriados.

Algunas diferencias entre árboles y arbustos se resumen en el cuadro 8.

Comparación anatómica de las especies estudiadas con taxa afines

Es sabido que los caracteres anatómicos de la madera forman parte del acervo que proporciona información taxonómica en diferentes grupos de plantas. Dichos caracteres sirven a varios propósitos, dentro de los que se encuentra la clasificación y la determinación, entre otros. En este sentido, a continuación se discuten dichos caracteres en función de los grupos taxonómicos a los pertenecen los taxa aquí estudiados, e incluso, cuando la especie ha sido descrita por otros autores se evalúa la posible variación del carácter.

Betulaceae. Algunos caracteres que parecen ser constantes en *Ostrya virginiana* y que comparten además con las Betulaceae, son la agrupación de vasos múltiple (2 - 4 o más) y pocos solitarios, punteaduras intervasculares pequeñas y alternas. Longitud de elemento de vaso (0.6 – 1.2 mm), parénquima axial apotraqueal difuso, fibras

libriiformes, o con punteaduras areoladas diminutas y radios homogéneos tipo I (Metcalf y Chalk, 1950; Watson y Dallwitz, 1992).

Comparando con otras especies de *Ostrya*, por ejemplo, *Ostrya carpinifolia*, se encontraron similitudes en el tipo de la porosidad difusa (*Ostrya virginiana* colecta, 335 de este trabajo), contorno de vaso redondeado, engrosamientos helicoidales en vaso, cristales prismáticos y placas de perforación simple (Doğu *et al.*, 2000); al respecto otros autores reportan para algunas Betulaceae placas de perforación escalariforme (Metcalf y Chalk, 1950; Watson y Dallwitz; de la Paz y Quintanar, 1994).

Cannabaceae. *Trema micrantha* muestra algunos caracteres similares registrados en individuos de la misma especie, provenientes de otras áreas con ambientes distintos; por ejemplo, anillos de crecimiento inconspicuos, porosidad difusa y placas de perforación simple. Alves (2012) y León (2015) reportan para esta especie anillos ausentes en localidades con marcada estacionalidad de sequía; de igual manera que Quintanar-Isaías *et al.* (2012) en dos localidades de Veracruz bajo un clima templado.

Trema micrantha exhibe fibras libriiformes (con punteaduras simples) similar a lo reportado por otros autores para esta especie (Alves, 2012; Quintanar-Isaías *et al.* 2012; León, 2015). Las diferencias se muestran principalmente en su longitud, pues en el presente trabajo ésta tuvo un promedio de 890 μm , similar al valor que Alves (2012) reporta, mientras que Quintanar-Isaías *et al.* (2012) reportan valores que fluctúan entre 990 y 1149 para cuatro localidades estudiadas por ellos.

Con respecto al parénquima axial descrito aquí, se reconoce como escaso, paratraqueal vasicéntrico y apotraqueal difuso; como lo refirieron Alves (2015) y Quintanar-Isaías *et*

al. (2012); León (2013; 2015) agrega el paratraqueal aliforme de ala corta para esta especie.

Los radios aquí estudiados se reconocen como Heterogéneos y parece ser un carácter constante (Alves, 2015; León, 2015). Se aprecian bajos (0.5 mm) similar a lo que se observa en las poblaciones estudiadas por Quintanar-Isaías *et al.* (2012), quienes los reportan con 0.3 mm de alto.

Trema micrantha, se ha reportado como especie pantropical y se reconocen individuos que crecen en varios tipos de vegetación; desde selvas hasta los bosques de encino y pino-encino, así como el BMM (Vázquez-Yanes, 1998; 1999). Quintanar-Isaías (2012) y León (2013) reportan que *T. micrantha* presenta un típico xilema mesomórfico, el cual se reconoce por la porosidad difusa y vasos de tamaño mediano entre otros; estos valores también se describen en este estudio. Intraespecíficamente, *T. micrantha* mantuvo estable el carácter anatómico de placa de perforación (simple) y parénquima axial escaso. Intragenéricamente, se presentó el mismo tipo de porosidad y altura de radios.

Fabaceae. Debido a que las Fabaceae se desarrollan en hábitats diversos, sus características anatómicas son heterogéneas (Klitgaard y Lavin, 2005; Gasson, *et al.*, 2010). En *Dalbergia tucurensis* del presente trabajo, se encontraron anillos de crecimiento conspicuos, como lo registran Gason *et al.* (2010) para la misma especie. Sin embargo, los anillos pueden estar o no presentes en otras especies de *Dalbergia* y se reporta su presencia/ausencia como un rasgo que parece estar influenciado por el ambiente donde los individuos crecen (Gason *et al.*, 2010) más que por su origen geográfico (que es pantropical).

Los vasos solitarios, así como el dimorfismo de éstos, en *Dalbergia tucurensis* de este trabajo, también se reportan para especies que se estudiaron en una localidad con estacionalidad marcada (Patel y Shah 1980; León, 2013). El dimorfismo en vasos también se ha observado en individuos de la subfamilia Faboideae de ambientes áridos en Europa (Metcalf y Chalk, 1950). De acuerdo a Metcalf y Chalk (1950), esta condición supone una ventaja ecológica sobre aquella en la cual el diámetro de los vasos es similar.

Los elementos de vaso y fibras cortos (156 μm y 616 μm , respectivamente) en *Dalbergia tucurensis* contrastan con los resultados de Gasson *et al.* (2010) para esta misma especie. Esos autores mencionan que especímenes de *Dalbergia* se distinguen en parte por mostrar elementos vasculares largos; sin embargo, ellos no especifican intervalos. Con base en la IAWA (1989) los valores más altos son de $\geq 800 \mu\text{m}$ y $\geq 1600 \mu\text{m}$, para los elementos vasculares mencionados. Los datos obtenidos en este trabajo para ambas longitudes, coinciden más con los de Giménez (2009) para un clima subtropical cálido y Moya *et al.* (2013) para individuos de *Dalbergia retusa*.

Con respecto al parénquima axial observado en *Dalergia tucurensis* de este trabajo se reconoce como marginal, paratraqueal vasicéntrico con vainas estrechas, unilateral en ocasiones y apotraqueal difuso en agregados. No obstante, algunos anatomistas mencionan que en *Dalbergia*, el patrón de parénquima axial es inconsistente y carece de valor diagnóstico (Gasson *et al.*, 2009).

Dalbergia tucurensis aquí observada presentó radios bajos y homogéneos como lo registran otros autores para el género (Richter y Dallwitz, 1992; Giménez, 2009; Wiedenhoef, 2011; León, 2013) y de acuerdo a la descripción de Kribs, corresponden al tipo I. Sin embargo, parece ser que radios heterogéneos es un carácter predominante en el nivel de familia (Metcalf y Chalk 1950). Para la especie *Dalbergia tucurensis* se

conservó invariable la altura de los radios a nivel intraespecífico e intragenérico, en éste último y la subfamilia Faboideae, se mantienen vasos solitarios y con dimorfismo en los mismos.

Melastomataceae. *Conostegia icosandra* y *Miconia chrysonera* comparten la mayoría de los caracteres reportados para la familia. Por ejemplo, los anillos de crecimiento en este trabajo son conspicuos en las dos especies aquí revisadas. En el caso de *M. chrysonera* los anillos se delimitan por el engrosamiento de las fibras en la madera tardía, como se describen para *Miconia cinnamomifolia*, *Miconia rigidiuscula* y *Miconia ferruginata* (Marcon y Costa, 2000; Guirelli, 2015). En el caso de los anillos de *Conostegia icosandra*, la presencia de bandas de fibras parecidas a parénquima, también se reconoce para *Miconia sellowiana* (Marcon y Costa, 2000). Al parecer los anillos de crecimiento no siempre son conspicuos en *Miconia*, como se describen para *Miconia glaberrima* (Aguilar-Rodríguez y Castro-Plata, 2006).

Las punteaduras ornamentadas de *Conostegia icosandra* estudiada aquí, también se reportan para diferentes especies de Melastomataceae y se asocian a ambientes secos donde existe estrés hídrico (Guirelli, 2015). En contraste, *Miconia chrysonera*, no muestra punteaduras ornamentadas. A pesar de que en otros taxa de esta familia se pueden presentar punteaduras intervasculares escalariformes combinadas con las alternas en una misma especie (Medeiros y de Morretes, 1994), esta característica no fue observada en alguna de las dos especies estudiadas, pues sólo se observaron alternas.

Melastomataceae tiende a mostrar disposición variable en el parénquima axial, pues se puede organizar como paratraqueal (aliforme o confluyente), apotraqueal en bandas (van Vliet *et al*, 1981) y/o escaso (por ej: *Miconia cabussu*, *Miconia cinnamomifolia*,

Miconia rigidiuscula, y *Miconia sellowiana*; Marcon y Costa, 2000). En este trabajo, *Conostegia icosandra* presenta parénquima confluyente y apotraqueal difuso, mientras que para *Miconia chrysonaura* sólo se reconoce el último, como Aguilar-Rodríguez y Castro-Plata (2006) lo describen para *Miconia glaberrima*. Con respecto a las fibras, van Vliet *et al.* (1981) presentan para la familia distintos tipos (principalmente fibras libriformes y septadas); mismas que se reconocen en este trabajo para *M. chrysonaura* y *C. icosandra*. Ésta última especie además presentó fibras gelatinosas, las cuales se han reportado en varias especies, como en *Tibouchina stenocarpa* (Sonsin *et al.*, 2012) y en diferentes especies de *Miconia*; en dicho género también se reportan fibras libriformes, septadas y semejantes a parénquima (Marcon y Costa, 2000). Sin embargo, parece que las fibras gelatinosas están más asociadas a factores físicos o climáticos, que a un aspecto de utilidad taxonómica (Guirelli, 2015).

En la familia Melastomataceae los radios aportan información de valor diagnóstico. Comúnmente se han reportado radios exclusivamente uniseriados de células erectas y/o cuadradas con porciones biseriadas; esto coincide con la definición del radio heterogéneo tipo III, similar al encontrado en este trabajo en *Conostegia. icosandra*; también descritos para *Miconia cabussu*, *Miconia cinnamomifolia*, *Miconia rigidiuscula*; *Miconia sellowiana*, *Huberia consimilis* (Metcalf y Chalk, 1950; van Vliet, 1981; Marcon y Costa, 2000; Aguilar-Rodríguez y Castro-Plata, 2006; Guirelli, 2015.). Los radios exhibidos en *Miconia chrysonaura* son uniseriados de células erectas y multiseriados con predominantes células erectas y cuadradas; similares al radio heterogéneo tipo I, también observados en *Miconia amoena* *M. mirabilis*, *M. rimalis*, y *Tibouchina francavillana* (dos Santos, *et al.* 2015). Se observaron constantes el parénquima axial escaso y los tipos de radio (heterogéneos I y III) en la familia

Melastomataceae, dentro del género *Miconia* y en las especies revisadas en esta investigación.

Onagraceae. Los anillos inconspicuos registrados aquí para *Fuchsia arborescens* también se han reportado en otros individuos de esta misma especie (Aguilar-Rodríguez y Barajas, 2005) y en otras especies de este género (*Fuchsia pachyrriza*, *Fuchsia excorticata*), así como para otros de Onagraceae (*Hauya heydeana*; Carlquist, 1978). Pero en *Epilobium colchicum* subsp. *colchicum*, los anillos son conspicuos y se delimitan por bandas discontinuas de parénquima (Carlquist, 1977; 1978). De la misma manera, en diferentes taxa se pueden apreciar anillos conspicuos pero se delimitan por el aplanamiento radial de las fibras en la madera tardía y por cierta diferenciación en el diámetro de los vasos (Carlquist, 1982). Los anillos de crecimiento, así como el diámetro de los vasos en la madera tardía y temprana de Onagraceae se han discutido para reflejar diferencias ecológicas entre especies (Carlquist, 1982). Otros caracteres como son la longitud mediana/larga de los elementos de vaso, con diámetros pequeños, placas de perforación simple y punteaduras intervasculares alternas y ornamentadas, también se han registrado para otras especies de *Fuchsia* (Berry, 1988; Carlquist, 1978); las punteaduras ornamentadas se reconocen ampliamente en la familia (Watson y Dallwitz, 1992); en contraste, para *E. colchicum* aparecen punteaduras intervasculares escalariformes (Carlquist, 1978). En el presente trabajo, las punteaduras de radio a vaso con areolas reducidas aparentando ser simples se reportan por primera vez para la familia. Las fibras libriformes o de punteaduras simples con septos registradas aquí para *F. arborescens* son comunes en Onagraceae (Metcalf y Chalk, 1950; Berry, 1988; Carlquist, 1978); pero se tiene el registro de que en *H. heydeana* existen fibrotraqueidas

(Carlquist, 1978). El parénquima axial ausente o extremadamente raro de *F. arborescens* es común en la familia (Metcalfé y Chalk, 1950, Watson y Dallwitz, 1992; Aguilar-Rodríguez y Barajas, 2005); solo en casos como el de *E. colchicum* puede presentarse en bandas amplias (Carlquist, 1978). Para *F. arborescens*, se aprecian radios uniseriados formados por células erectas y multiseriados formados por células cuadradas en el cuerpo y erectas en los márgenes, lo que concuerda con el radio heterogéneo tipo I; de la misma manera que Aguilar-Rodríguez y Barajas (2005) lo reportan para esta misma especie. A diferencia, en *F. pachyrrhiza* Berry (1988) describe radios exclusivamente uniseriados y menciona al respecto que dicha condición también se nota en etapas juveniles de *Fuchsia splendens*. Se observó que *F. arborescens* comparte semejanzas anatómicas intraespecíficamente e intergenéricamente como es el tipo de radios (heterogéneos tipo I). Las punteaduras ornamentadas y parénquima axial ausente o raro se encontraron comunes en la familia Onagraceae.

Picramniaceae. *Picramnia* se distribuye principalmente en la zona neotropical (Thomas, 1988) y por ello cabría esperar ausencia de anillos de crecimiento; sin embargo, algunas de sus especies los forman, como lo muestra el estudio de Cortadi *et al.* (2010) quienes describen anillos de transición gradual en dos especies, *Picramnia sellowii* y *Picramnia parvifolia*. De la misma manera, *Picramnia antidesma* subsp. *fessionia* estudiada en este trabajo, muestra anillos conspicuos, pero a diferencia de las anteriores, aquí se definen por una banda de hileras de fibras con las paredes engrosadas y aplanadas radialmente. Otros caracteres que coinciden entre ellas son la porosidad difusa, vasos de contorno redondeado, placa de perforación simple, punteaduras intervasculares alternas y vasos principalmente solitarios, además de la longitud de los elementos de vaso (447 μm). Fibras semiareoladas y nucleadas se reportan por primera vez para *Picramnia antidesma* subsp. *fessionia*. Con respecto a los septos encontrados en

la especie bajo estudio, Watson y Dallwitz (1992) reportan que pueden encontrarse septadas en la familia. Para el género *Alvaradoa* Liebm. se ha referido parénquima vasicéntrico, similar al hallado en *Picramnia antidesma*, sin embargo en *Picramnia* generalmente se detalla escaso y para Picramniaceae ausente o extremadamente raro (Watson y Dallwitz, 1992; Kubitzki, 2007; Cortadi et al., 2010). Se han registrado en Picramniaceae radios uni y multiseriados, (Watson y Dallwitz, 1992; Kubitzki, 2007; Cortadi et al., 2010). En la presente investigación, los radios de *Picramnia antidesma* son uniseriados formados de células erectas y multiseriados de células cuadradas y procumbentes, éstos últimos en ocasiones se unen por los márgenes con otros multiseriados. Dicha descripción corresponde al radio heterogéneo tipo I. Los canales celulares reportados por Solereder (1986) para *P. antidesma*, no se encontraron en el espécimen estudiado aquí. De la especie *P. antidesma*, los caracteres que se mostraron invariables en el género *Picramnia* fueron el tipo de porosidad, longitud y agrupación de vasos, tipo de placas de perforación, y punteaduras intervasculares alternas. A nivel de familia (Picramniaceae) y género, coincide el tipo de radio (heterogéneo tipo I).

Piperaceae. En la mayoría de los trabajos realizados para la anatomía de madera de *Piperaceae* se reportan anillos de crecimiento inconspicuos (Patel y Bowles, 1980; Quijano-Abril et. al., 2013; Aguilar-Alcántara et. al., 2014; Ramírez-Ferreiro, 2015;). Quijano-Abril et. al. (2013) describen para algunas especies del clado *Enckea* la presencia de bandas de células parenquimatosas con acumulación diferencial de lignina, como los descritos en este trabajo para *Piper amalago*; esos autores interpretan dicha acumulación diferencial de lignina como evidencia de falsos anillos. Caracteres como los anillos de crecimiento inconspicuos, la porosidad difusa y los elementos de vaso cortos, también han sido observados en esta especie por Aguilar-Alcántara et. al., (2014) y en otros géneros, como *Piper auritum*, *Piper. hispidum* y *Piper excelsum* por

Ramírez-Ferreiro (2015) y Patel y Bowles (1980). Algunos caracteres que comparte *P. amalago* con la familia son placas de perforación simple, fibras de punteaduras simples, parénquima paratraqueal vasicéntrico, escaso y radios excepcionalmente largos (Metcalf y Chalk, 1950, 2014; Watson y Dallwitz, 1992).

Se encontraron diferencias en algunos caracteres de los vasos entre individuos y entre especies. Por ejemplo, el contorno redondeado del espécimen estudiado, Ramírez-Ferreiro (2015) lo reporta como anguloso y ovalado para los taxa que él describió. De acuerdo a Metcalf y Chalk (1950) los vasos pueden ser solitarios, o formar grupos pequeños. Para el caso del individuo de *Piper amalago* estudiado por Aguilar-Alcántara *et al.* (2014) los vasos se reportan como solitarios y en el presente trabajo se describen dispuestos principalmente en pares.

Con respecto a las punteaduras intervasculares éstas se registran como alternas, pero las aperturas pueden prolongarse a las punteaduras contiguas. Algunos autores las describen escalariformes en otras especies de *Piper* (Ramírez-Ferreiro, 2015).

Polygalaceae. Se considera una familia subcosmopolita, se distribuye desde regiones semiáridas hasta selvas húmedas. La mayoría de los géneros se encuentran confinados a bajas elevaciones pero otros como *Monnina* pueden presentarse por encima de los 2000 msnm (FCIEN, 2013). En el presente trabajo, la especie *Monnina sylvatica* presenta anillos de crecimiento inconspicuos, en contraste con Carlquist y Hoekman (1985) quienes los reportan conspicuos para la especie *Polygala acanthoclada* proveniente del sur de California, y confirman que es común encontrar dicho carácter, ya que el ambiente es montano y frío en invierno. Algunos de los caracteres reportados que comparte con la familia Polygalaceae son la porosidad difusa, vasos principalmente

solitarios, placas de perforación simple, punteaduras intervasculares alternas y las de vaso a radio similares a las intervasculares, fibras con punteaduras areoladas, parénquima axial usualmente escaso y radios uniseriados (Metcalf y Chalk 1950; Watson y Dallwitz, 1992). Polygalaceae se sitúa en el orden Fabales, y se reporta como sinapomorfia vasos con placas de perforación simple (FCIEN, 2013). Para el género *Monnina* se han documentado traqueidas vasicéntricas (Carlquist, 1985; Carlquist y Hoekman, 1985) como las descritas en este trabajo para *M. sylvatica*.

Aunque se ha reportado para *Monnina* vasos agrupados en cadenas radiales o racimos y una densidad que oscila entre 7 – 12/mm² (Metcalf y Chalk, 1950), *Monnina sylvatica* en esta investigación presenta un promedio de 52/mm². En cuanto a las cadenas radiales, éstas tienden a formarse en hacia la médula, mientras que los vasos son principalmente solitarios en la zona aledaña a la corteza. También *M. sylvatica* presentó radios paedomórficos tipo III (exclusivamente uniseriados); al respecto en la familia Polygalaceae se han observado heterogéneos tipo II A, B y III (Metcalf y Chalk, 1950). Las especies *Piper amalago*, *Monnina sylvatica* no mostraron variaciones significativas en los caracteres anatómicos con los reportados para sus respectivos taxa.

Primulaceae. Los anillos de crecimiento inconspicuos, porosidad difusa, vasos angulosos, agrupados en múltiples de 3 y punteaduras intervasculares ligeramente poligonales, observados en *Parathesis donnell-smithii*, son caracteres que se registran para *Parathesis* (Lens et al., 2005). El diámetro tangencial promedio de los vasos de *P. donnell-smithii* es de 37 µm, dicho valor es similar a los reportados para *Parathesis chiapensis* (40 µm), *Parathesis crenulata* (35 µm), *Parathesis cubana* (30 µm) y *Parathesis leptopa* (40 µm; Lens et al., 2005). En la familia Primulaceae se registran placas de perforación simple, punteaduras intervasculares alternas y las de vaso a radio similares a las intervasculares en forma y tamaño (Metcalf y Chalk, 1950; Watson y

Dallwitz, 1992), lo cual también se observó para la especie estudiada aquí. Watson y Dallwitz (1992) reportan fibras libriformes y Metcalfe y Chalk (1950) fibras con punteaduras simples. Únicamente Lens et al. (2005) documentan fibras septadas en el género *Parathesis*, como se registra para *P. donnell-smithii* de, en donde las fibras son de tipo libriforme con hasta 3 septos. El parénquima axial aquí observado en *P. donnell-smithii*, es ausente o extremadamente raro; de la misma manera, Lens et al. (2005) lo describen como escaso, pero paratraqueal o vasicéntrico para las seis especies que ellos estudiaron. Esos mismos autores describen que el parénquima radial puede presentar hasta 10 células de ancho en especies de *Parathesis*, en este caso *P. donnell-smithii* mostró radios agregados de hasta 11 células erectas y cuadradas. Parece ser característico de este género la presencia de áreas con sustancias de color café frecuentes en los radios, las cuales aquí se describen como células con contenidos de color café; para Lens et al. (2005) son áreas con una sustancia café parecidas a esclereidas, o áreas de desintegración (*breakdown areas*). Además *P. donnell-smithii* exhibe en los radios cristales prismáticos, como se reporta en *P. chiapensis* (Lens et al., 2005) y para las Primulaceae en general (Watson y Dallwitz, 1992). A través del género *Parathesis* se perciben constantes el tipo de porosidad, la agrupación diámetro y contorno de vasos, punteaduras intervasculares y de vaso a radio con la especie *P. donnell-smithii* revisada en este trabajo, estas últimas constantes en su respectiva familia.

Rubiaceae. Se ha sugerido la identificación de dos grupos en la familia con base en los elementos de la madera que corresponden a los tipos I y II, relacionados con la

agrupación de vasos, características de fibras, parénquima axial y radial que suponen un valor taxonómico (Koek-Noorman, 1977; Martínez-Cabrera *et al.*, 2010; 2015).

Comparando los caracteres de las especies estudiadas *Simira salvadorensis*, *Hoffmannia cuneatissima* y *Machaonia erythrocarpa*, con las Rubiaceae se encontraron similitudes en la porosidad difusa, contorno anguloso, densidad de vasos (49/mm², 88/mm² y 56/mm²), placa de perforación simple, punteaduras intervasculares alternas y longitud y tipo de fibra (septadas y ligeramente areoladas; Martínez-Cabrera *et al.*, 2010), además del parénquima axial escaso (Campbell, 2015; Metcalfe y Chalk, 1950).

De acuerdo a los caracteres presentes en el xilema, las especies descritas en este trabajo se identifican con el tipo II de madera anteriormente mencionado. En *Simira salvadorensis*, *Hoffmannia cuneatissima* se pueden reconocer la presencia de fibras con punteaduras diminutamente areoladas de 2 – 6 septos y parénquima ausente o paratraqueal escaso; características que esta especie comparte con las tribus Hamelieae (que incluye al género *Hoffmania*) e Hilieae (subfamilia Cinchonoideae) y Psychotriaceae (subfamilia Rubioideae; Martínez-Cabrera *et al.*, 2015). Otras características similares a las observadas para el tipo de madera II con las especies de este trabajo, son longitud del elemento de vaso (prom. 1010 µm en *Simira salvadorensis*, 1058 µm para *Hoffmannia cuneatissima* y 991 µm para *Machaonia erythrocarpa*) y vasos solitarios (como en *S. salvadorensis* y *M. erythrocarpa*) o en hileras radiales cortas de 2-4 vasos (como en *H. cuneatissima*).

Sin embargo, se resaltan diferencias en *Simira salvadorensis* con dimorfismo en los vasos y radios heterogéneos tipo I, similares a los descritos en *Machaonia erythrocarpa*; al respecto Martínez-Cabrera *et al.* (2015) los mencionan principalmente heterogéneos tipo IIA en la familia. Se ha reportado en Rubiaceae la presencia de cristales con valor

taxonómico en los géneros *Simira*, *Bathysa*, *Psychotria* pero no se observaron en *S. salvadorensis*.

Martínez-Cabrera *et al.* (2015) mencionan ausencia de anillos de crecimiento para el género *Hoffmannia* y a diferencia de *Simira salvadorensis*, en *H. cuneatissima* se distinguen ligeras bandas de fibras con paredes aplanadas radialmente además de punteaduras intervasculares alternas, ligeramente poligonales y ornamentadas, como en la especie *Alseis pickelii* proveniente de un bosque seco tropical (Campbell, 2015). También Martínez-Cabrera *et al.* (2015) mencionan radios paedomórficos en los géneros *Hoffmannia*, *Pinarophyllon* y *Plocaniophyllon*, como los descritos en *H. cuneatissima* (paedomórficos tipo III). Las especies revisadas de la Familia Rubiaceae, pertenecen al tipo de xilema II con base a los caracteres descritos. Aquellos que se comparten en *Hoffmannia cuneatissima*, *Machaonia erythrocarpa* y *Simira salvadorensis* y su familia son el tipo de porosidad, densidad, contorno y longitud de vaso, además de parénquima axial escaso (Ver cuadros 3, 4 y 5).

Solanaceae. Debido al tipo de parénquima se ha podido dividir a Solanaceae en dos subfamilias, Solanoideae y Cestroideae. Los géneros *Lycianthes* y *Solanum* pertenecen a la subfamilia Solanoideae con parénquima axial escaso vasicéntrico (Carlquist, 1992).

En este estudio los anillos de crecimiento fueron conspicuos en las especies *Lycianthes ciliolata*, delimitados por la presencia de fibras con paredes engrosadas y aplanadas radialmente y en *Solanum schlechtendalianum*, por fibras de paredes engrosadas y aplanadas radialmente que se degradan conforme se acercan a la médula. En estudios previos se describen anillos de crecimiento en especies de ambientes templados y subtropicales pero se delimitan por vasos con diámetros amplios dispuestos a lo largo del anillo, que les confiere un tipo de porosidad anular, en algunos géneros como

Acnistus, *Fabiana*, *Grabowskya*, *Lycianthes* y *Solanum* (Carlquist, 1992); en contraste con *S. schlechtendalianum* y *L. ciliolata*, que presentaron una porosidad difusa. De acuerdo a Carlquist (1992) este tipo de porosidad es común en el género *Solanum*, al respecto, para el mismo género Metcalfe y Chalk (1950) la reportan principalmente anular.

En tanto a la agrupación de vasos en la familia es variable, pero en algunos géneros como *Solanum* y *Fabiana* es predominantemente de vasos solitarios (Carlquist, 1992) como en las especies aquí descritas. Para Solanaceae, otros autores reportan dos diámetros de vaso es decir, vasos angostos que intercalan con vasos amplios (Metcalfe y Chalk, 1950; Carlquist, 1992); similar al dimorfismo de diámetro de vaso que presentaron *Solanum schlechtendalianum* y *Lycianthes ciliolata*.

Se han reportado punteaduras intervasculares típicamente alternas y redondeadas y las de vaso a radio similares a las intervasculares en Solanaceae, como se han observado también en el género *Solanum* (Metcalfe y Chalk, 1950; Carlquist, 1992). A diferencia de la especie *Lycianthes ciliolata* que presentó las punteaduras intervasculares opuestas y ornamentadas, las de vaso a radio aparentemente simples o con areolas reducidas. También en la familia se reportan típicamente placas de perforación simple (Metcalfe y Chalk, 1950; Carlquist, 1992; Watson y Dallwitz, 1992) como en las especies de este trabajo; aunque Carlquist (1992) menciona algunas escalariformes en *Solanum sandwicense*.

Se reportan traqueidas vasicéntricas en el género *Solanum* (Carlquist, 1992) como las registradas para *Solanum schlechtendalianum*. Metcalfe y Chalk (1950) mencionan para Solanaceae fibras con punteaduras simples o con areolas vestigiales, las últimas

descritas en ambas especies de la presente investigación. Únicamente *Lycianthes ciliolata* presentó septos en las fibras.

En Solanaceae y en el género *Solanum* son comunes los radios heterogéneos II A, B y I (Kribs, 1935) respectivamente, como se han visto en *Lycianthes lycioides*, en *Solanum kauaiense* y en *Solanum schlechtendalianum* de este estudio. Los radios uniseriados pero heterocelulares de algunas especies caen en la clasificación heterogéneos tipo III (Carlquist, 1992) como lo observado en *Lycianthes ciliolata*, donde se describen exclusivamente uniseriados (Metcalf y Chalk, 1950).

Ambas especies difieren en el contorno de vaso, en *Solanum schlechtendalianum* es redondeado y anguloso en *Lycianthes ciliolata*. En cuanto al parénquima se ha documentado que casi todas las especies del género *Solanum* (salvo *Solanum acropterum*) lo presentan vasicéntrico y el género *Lycianthes* difuso y difuso en agregados (Carlquist, 1992). En este trabajo *S. schlechtendalianum* exhibe parénquima paratraqueal escaso, en ocasiones unilateral, y *L. ciliolata* ausente o extremadamente raro. Dentro de la familia Solanaceae, se distinguen vasos solitarios y dimorfismo en el diámetro de los mismos, que se comparten en el género *Solanum* y las especies revisadas en esta investigación.

Una aproximación sobre la variación anatómica de *Ostrya virginiana*.

Con la finalidad de explorar una posible variación en los caracteres de la madera de *Ostrya virginiana* se describieron dos individuos provenientes de distintas localidades de BMM de México. *O. virginiana* es una especie caducifolia cuyas hojas presentan

diferencias en el grado de pubescencia, por lo que se ha propuesto su separación en diferentes entidades taxonómicas, ya sea a nivel de variedad o de especie (Carranza y Madrigal, 1995).

En ambos ejemplares se encontraron anillos de crecimiento conspicuos delimitados por fibras con paredes engrosadas y aplanadas radialmente; De la Paz y Quintanar (1994) también reportan anillos de crecimiento en *Alnus jorullensis* Kunth (Betulaceae), proveniente de un clima templado. Posiblemente el origen geográfico de la familia, a partir de regiones templadas y frías del hemisferio norte (Baas y Schweingruber, 1987) esté señalado en este carácter y en otros, como son los engrosamientos helicoidales en los elementos de vaso. Los caracteres que mostraron diferencias entre ambos individuos revisados en este trabajo fueron el tipo de porosidad, en los elementos de vaso la densidad y diámetro, para las fibras fue la longitud (ver cuadro 7). Comparando los valores con los reportados por Quintanar et al. (1994), se encontraron variaciones también para los elementos de vaso en diámetro, contorno y longitud; para las fibras en longitud y grosor de pared. Todas las variaciones anteriormente mencionadas son debidas posiblemente a la diferencia de precipitación y temperatura medias de las zonas de colecta (Chiapas en contraste con Hidalgo; ver cuadro 7) además de la dimensión de los individuos. Se ha observado que los elementos vasculares de la madera temprana son similares a aquellos de ambientes húmedos, los cuales presentan mayores diámetros y longitudes, a diferencia de los que se encuentran en ambientes xéricos, o donde el acceso al agua es complicado, para lo cual se requiere garantizar el transporte de agua y nutrientes con elementos más cortos, angostos y/o con sistemas subsidiarios de conducción (Carlquist, 1988). Las diferencias encontradas en *Ostrya virginiana* se han reportado para otros taxa de amplia distribución en México (Chávez-Romero et al., 2005; Aguilar-Rodríguez et al., 2006).

Conclusiones

Se observaron algunas diferencias en la anatomía de la madera de árboles y arbustos. Éstas corresponden a la presencia de los anillos de crecimiento, más frecuentes en los árboles que en los arbustos, agrupación de los vasos, longitud en los elementos de vaso, cantidad de parénquima axial y número de radios por mm²; estas diferencias pueden estar relacionadas con su forma de vida. Las características de los radios no muestran ninguna tendencia al mostrarse diversos tipos en ambas formas de vida.

A pesar de proceder de diferentes áreas geográficas y grupos taxonómicos, la mayoría de las especies estudiadas mostraron características similares en la presencia de porosidad difusa, vasos numerosos con diámetros pequeños, punteaduras intervasculares principalmente alternas, las de vaso a radio reducidas aparentemente simples o similares a las intervasculares, elementos de vaso medianos a largos así como fibras cortas. A pesar de que mayor número de especies arbóreas presentan anillos de crecimiento evidentes que las arbustivas, éstos muestran características similares.

Con respecto a la relación que guardan las especies con sus grupos taxonómicos se tiene que las diferentes características de los elementos vasculares (tipo y dimensiones), así como los del parénquima pueden contribuir esclarecer relaciones en diferentes niveles taxonómicos. .

Las distintas condiciones ambientales donde se colectó *O. virginiana*, se reflejan en el tipo de porosidad; densidad, diámetro y longitud de vaso, además de la longitud de las fibras.

Es prioritario continuar con estudios a nivel intraespecífico para esclarecer los límites de variación del carácter dentro de una especie y contribuir eficazmente en estudios

sistemáticos y uso del recurso. Los estudios descriptivos continúan aportando datos en este sentido para especies ya descritas y para las que aún no lo han sido.

Apéndice

1. Cuadro comparativo de datos fisiográficos con sitios de colecta de especies estudiadas.

Localidad	Clima			Coordenadas		Especie (Número de colecta)
	P	T	A	Latitud	Longitud	
Chiapas, Tapalapa	3,537	19	1750	17° 11' 0.00''	93° 03' 0.00''	<i>Ostrya virginiana</i> (Mill.) K. Koch (335)
						<i>Monnina sylvatica</i> Schldl. & Cham. (337)
						<i>Machaonia erythrocarpa</i> (Standl.) Borhidi (336)
						<i>Ostrya virginiana</i> (Mill.) K. Koch (365)
Hidalgo, Calnali	1,051	13	1259	20° 52' 55.0''	98° 35' 48.6''	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume (366)
						<i>Conostegia icosandra</i> (Sw. ex Wikstr.) Urb. (359)
						<i>Picramnia antidesma</i> subsp. <i>fessionia</i> (DC.) W. W. Thomas (361)
						<i>Parathesis donnell-smithii</i> Mez (355)
Hidalgo, Molango	1,712	18	1,865	20° 47' 19''	98° 43' 39''	<i>Simira salvadorensis</i> Standl. (354)
						<i>Dalbergia tucurensis</i> Donn. Sm. (321)
						<i>Solanum schlechtendalianum</i> Walp. (320)
Oaxaca, San Pedro Yolox	1,200	20	3100	17° 36' 02''	96° 25' 03''	<i>Miconia chrysomeura</i> Triana (333)
						<i>Fuchsia arborescens</i> Sims. (334)
Puebla, Apulco	1,630	16	2354	19° 55' 34''	97° 37' 04''	<i>Lycianthes ciliolata</i> (M. Martens & Galeotti) Bitter (332)
						<i>Piper amalago</i> L. (327)
Oaxaca, San Isidro	1,100	16	2039	17° 36' 02''	76° 28' 4.2''	<i>Hoffmannia cuneatissima</i> B.L. Rob. (372)

P= Precipitación media; T = Temperatura media; A. = Altitud. N = Norte; W = Poniente

2. Clasificación de elementos de vaso y fibras^{III}.

1. Clasificación de longitud de elemento de vaso y fibra.

DENOMINACIÓN	ELEMENTOS DE VASO (μ)	FIBRAS (μ)
Cortos	$\geq 175 - 350$	$\geq 500 - 900$
Medianos	$351 - 800$	$901 - 1600$
Largos	$801 - \leq 1900$	$1601 - \leq 3000$

2. Abundancia de vasos.

No/mm ²	DENOMINACIÓN
$\geq 2 - 5$	Pocos
$6 - 20$	Medianamente numerosos
$21 - \leq 40$	Muy numerosos

3. Diámetro de vasos

INTERVALO	DENOMINACIÓN
$\geq 25 - 100$	Pequeños
$101 - 200$	Medianos
$201 - \leq 400$	Grandes

4. Clasificación de la pared de fibras

INTERVALO % GROSOR DE LA PARED	
0 - 25	Muy delgada
26 - 50	Delgada
51 - 75	Gruesa
76 - 100	Muy gruesa

5. Abundancia de radios.

No./mm	DENOMINACIÓN
$\geq 2 - 4$	Pocos
5 - 7	Medianamente numerosos
8 - ≤ 10	Muy numerosos

6. Altura de radios.

INTERVALO (mm)	DENOMINACIÓN
$\geq 0.5 - 2$	Bajos
3 - 10	Medianos
11 - ≤ 50	Altos

Referencias

1. Aguilar-Alcántara, M., 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.
2. Aguilar-Rodríguez, S. (1996). *Descripción de la madera y anatomía ecológica de las especies arbóreas de un bosque mesófilo de México*. Tesis de Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México.
3. Aguilar-Rodríguez, S., Abundiz-Bonilla, L., Barajas-Morales, J. (2001). *Comparación de la gravedad específica y características anatómicas de la madera de dos comunidades vegetales en México*. *Anales del Instituto de Biología. Serie Botánica*, 72 (2), 171–185.
4. 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. *Sociedad Botánica de México*, 77, 51–58.
5. Aguilar-Rodríguez, S. y Castro-Jiménez, P. B. (2006). Anatomía de la madera de doce especies del bosque mesófilo de montaña del Estado de México. *Madera y Bosques*, 12 (1), 95–115.
6. Aguilar-Rodríguez, S. y Castro-Plata, B. (2006). Anatomía de la madera de doce especies del bosque mesófilo de montaña del Estado de México. *Madera y bosques*, 12 (1), 95–115.
7. Aguilar-Rodríguez, S., Terrazas, T. y López-Mata, L. (2006). Anatomical wood variation of *Buddleja cordata* (Buddlejaceae) along natural range in Mexico. *Trees*, 20, 253–261.

8. Aldrich, M., Billington, C., Edwards, M. y Laidlaw, R. (1997). Tropical Montane Cloud Forests: An Urgent Priority for Conservation. *World Conservation Monitoring Centre*. Cambridge, Reino Unido. Recuperado de: <https://archive.org/details/tropicalmontanec02aldr>.
9. Alves, C. (2012). Caracterização anatômica, secagem e carbonização da madeira de clones de *Eucalyptus* e de espécies do Cerrado. Universidade Federal de Lavras. Lavras, Brasil.
10. Arias, S., Terrazas, T. (2001). Variación en la anatomía de la madera de *Pachycereus pecten-aboriginum* (Cactaceae). *Anales del Instituto de Biología. Serie Botánica*, 72 (2), 157–169.
11. Baas, P. (1983). Ecological patterns in xylem anatomy. In Givnish, T. J., (ed.), *On the economy of plant form and function*. Cambridge University Press. Nueva York, United States of America.
12. Baas, P. y Carlquist, S. (1985). A comparison of the ecological wood anatomy of the floras of Southern California and Israel. *International Association of Wood Anatomists Bulletin new series*, 6, 349–353.
13. Baas, P. y Schweingruber, F. (1987). Ecological trends in the wood anatomy of trees, shrubs and climbers from Europe. *International Association of Wood Anatomists Bulletin new series*, 8 (3), 245–274.
14. Beck, C. (2010). *An introduction to plant structure and development. Plant anatomy for the twenty-first century*. Michigan University. Michigan, United States of America.

15. Berlyn, P. y Miksche, P. (1976). *Botanical microtechnique and cytochemistry*. Iowa State University Press. Iowa city, United States of America. 326 p.
16. Berry, P. (1988). *Fuchsia pachyrrhiza* (Onagraceae), a tuberous new species and section of *Fuchsia* from western Peru. *Systematic Botany*, 13 (4), 483–492.
17. Campbell, G., Rodrigues, G., da Cunha, M. (2015). Ecological significance of Wood anatomy of *Alseis pickelii* Pilg. And Schmale (Rubiaceae) in a tropical dry forest. *Acta Botánica Brasilica*, 30 (1), 124–130.
18. Carmona-Jiménez, M. L. (1992). Estudio anatómico, morfológico y etnobotánico de algunas maderas de importancia medicinal en México. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México.
19. Carranza, E. y Madrigal, X. (1995). Flora del Bajío y de regiones adyacentes. *Betulaceae*. 39, 1–22.
20. Carlquist, S. (1962). A theory of paedomorphosis in dicotyledonous woods. *Phytomorphology*, 12 (1), 30–45.
21. Carlquist, S. (1977). Ecological factors in wood evolution: A floristic approach. *American Journal of Botany*, 64 (7), 887–896.
22. Carlquist, S. (1978). Wood anatomy of Bruniaceae: correlations with ecology, phylogeny, and organography. *Aliso*, 9, 323–364.
23. Carlquist, S. (1982). Wood anatomy of Onagraceae: Further species; root anatomy; significance of vestured pits and allied structures in dicotyledons. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 69, 755–769.

24. Carlquist, S. (1984). Vessel grouping in dicotyledon Wood: Significance and relationship to imperforate tracheary elements. *Aliso*, 10 (4), 505–525.
25. Carlquist, S y Hoekman, D. A. (1985). Ecological wood anatomy of the woody southern Californian flora. *International Association of Wood Anatomist Journal*, 6, 319–347.
26. Carlquist, S. 1992. Wood anatomy of Solanaceae: A survey. *Allertonia*, 6 (4), 279–326.
27. Carlquist, S. (1995). Wood Anatomy of Caryophyllaceae: Ecological, Habitat, Systematic, and philogenetic implications. *International Association of Wood Anatomist Journal* 14 (1), 1–17.
28. Challenger, A. (1998). *Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México. Pasado, presente y futuro*. México, Conabio. UNAM.
29. Challenger, A. y Soberón, J. (2008). Los ecosistemas terrestres de México. En Soberón, J., Halffter, G. y Llorente, J. (eds.) *Capital natural de México. Vol. I* (87–108). México, Conabio.
30. Chalk, K. (1983). The effects of ecological conditions on wood anatomy. En Metcalfe, C.R. y Chalk, L. (eds.) *Anatomy of the dicotyledons. Vol. 2*. Oxford University Press, Oxford.
31. Chattaway, M. (1932). Proposed standards for numerical valves used in describing Woods. *Tropical Woods*, 29, 20–28.

32. Chávez-Romero, D., Aguilar-Rodríguez, S. y Terrazas, T. (2010). Variación anatómica en la madera de *Quercus obtusata* (Fagaceae). *Madera y Bosques*, 16 (2), 69–87.
33. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2010). *El Bosque Mesófilo de Montaña en México: Amenazas y Oportunidades para su Conservación y Manejo Sostenible*. Ciudad de México, México.
34. Cortadi, A., Andriolo, L., Campagna, M. N., Martínez, M. L., di Sapiro, O., Broussalis, A., Gattuso, M., Gattuso, S. (2010). Estudio Farmacobotánico de hojas, cortezas y leños de Simaroubaceae *sensu lato* de Argentina. Parte I. *Alvaradoa subovata* Cronquist, *Picramnia parvifolia* Engl., *Picramnia sellowii* Planch. y *Castela coccinea* Griseb. *Boletín latinoamericano y del Caribe de plantas medicinales y aromáticas*, 9 (1), 38–55.
35. Dickison, W. (2000). *Integrative plant anatomy*. Academic press, United States of America.
36. Doğu, A., Kartal, S., Köse, C. y Erdin, N. (2000). Some anatomical properties and wood density of *Ostrya carpinifolia* Scop. *Universidad de Estambul*. Estambul, Turquía, 50 (2), 167–176.
37. dos Santos, S. M., Ribeiro, S. F. A., Augusto, S. C. R., Costa S. N. y da Silva, L. B. (2015). Systematic wood anatomy of *Huberia*, *Miconia* and *Tibouchina* (Melastomataceae). *Association of Wood Anatomists Bulletin new series*, 36 (3), 326–337.

38. Facultad de Ciencias (FCIEN). (2013). *Polygalaceae*. Recuperado de:
http://www.thecompositaehut.com/www_tch/webcurso_spv/familias_pv/polygalaceae.html.
39. Fahn, A. (1974). *Anatomía vegetal*. Ed. Blume. España.
40. Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2004). Depósito de documentos. Recuperado de:
<http://www.fao.org/docrep/008/ae578s/AE578S06.htm>.
41. Gasson, P., Miller, R., Stekel, D., Whinder, F., Zieminska, K. (2010). Wood identification of *Dalbergia nigra* (CITES Appendix I) using quantitative Wood anatomy, principal components analysis and naïv Bayes classification. *Annals of Botany*, 105, 45–56.
42. Giménez, A. (2009). Anatomía de madera, corteza y anillos de crecimiento de *Geoffroea decorticans* (Gill., Ex Hook. & Arn.) Burk. *Quebracho*, 17 (1,2), 16–30.
43. Gual-Díaz, M. y A. Rendón-Correa, (comps.). (2014). *Bosques mesófilos de montaña de México: diversidad, ecología y manejo*. México, Conabio.
44. Guirelli, B. F. (2015). *Descrição anatômica do lenho da espécie Miconia ferruginata Dc (Melastomataceae)*. Tesis de Ingeniería Forestal. Universidade de Brasília, Brasília, Brasil. 1–55
45. Guthrie, L. R. (1989). Xylem structure and ecological dominance in a forest community. *American Journal of Botany*, 76 (8),1216-1228.
46. Hoadley, B. (1990). *Identifying wood: accurate results with simple tools*. Ed. Taunton.

47. Herendeen, P.S. & R.B. Miller. (2000). The application of wood anatomical characters in cladistic. phylogenetic analyses. *International Association of Wood Anatomists Bulletin new series*, 21, 247–276.
48. IAWA Committee. (1939). Committee on the nomenclature. Standard terms of size of vessel diameter and ray width. *Tropical Woods*, 59, 51–52.
49. IAWA Committee (International Association of Wood Anatomists). (1937). Committee on the standardization of term of cell size. Standard terms of length of vessel members and wood fiber. *Tropical Woods*, 51: 21–22.
50. IAWA Committee. (1989). IAWA list of microscopic features for hardwood identification. *International Association of Wood Anatomists Bulletin new series*, 10 (3), 219–332.
51. Jardel-Peláez, E., Cuevas-Guzmán, R., Santiago-Pérez, A., Rodríguez-Gómez, J. (2014). Ecología y manejo de los bosques mesófilos de montaña en México. En *Bosques Mesófilos de Montaña de México diversidad, ecología y manejo*.
52. Klitgaard, BB, Lavin M. (2005). The tribe Dalbergieae sens. lat. En: Lewis GP, Schrire B, MacKinder B, Lock M. (eds.) *Legumes of the World*. London. Royal Botanic Gardens, Kew.
53. Koek-Noorman, J. (1977). Systematische Holzanatomie einiger Rubiaceen. Berichteder *Deutschen Botanischen Gesellschaft*, 90, 183–190.
54. Kribs, D. A. (1935). Salient lines of structural specialization in the wood rays in dicotyledons. *Botanical Gazette*, 96 (3), 547–557.

55. Kubitzki, K. (2007). *The families and genera of vascular plants*. Springer science and business media.
56. Lens, F., Jansen S., Caris, P., Serlet, L., Smets, E. (2005). Comparative wood anatomy of the Primuloid Clade (Ericales s. l.). *Systematic Botany*, 30 (1), 163–183.
57. León, W. (2005). Anatomía ecológica del xilema secundario de un bosque seco tropical de Venezuela / Ecological Anatomy of Secondary Xylem in a Tropical Dry Forest of Venezuela. *Acta Botánica Venezuélica*, 28 (2), 257–273.
58. León, H. W. (2013). Anatomía de la madera de 87 especies de la Reserva Forestal Ticoporo (Barinas, Venezuela). *Pitteria*, 39, 107–169.
59. León, H. W. (2013). Ecoanatomía de la madera en un bosque húmedo tropical de la Reserva Forestal Ticoporo (Barinas, Venezuela). *Revista Forestal Venezolana*. 57 (2): 115 – 129.
60. Johansen, J. (1940). *Plant microtechnique*. McGraw-Hill Book Company, New York. 523 p.
61. Marcon, M. L., Costa C. G. (2000). Anatomia da madeira de quatro espécies do gênero *Miconia* Ruiz & Pavón (Melastomataceae). *Rodriguésia*. 51 (78/79): 5 – 20.
62. Martínez-Cabrera, D., Terrazas, T., Ochoterena, H. y López-Mata, L. 2010. Bark and wood anatomy of the tribe Hamelieae (Rubiaceae). *International Association of Wood Anatomists Bulletin new series*, 31 (4), 425 – 442.

63. Martínez-Cabrera D., Terrazas T., Ochoterena H. y Torres-Montúfar A. 2015. Madera y corteza de algunas Rubiaceae en México: similitud estructural. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 86 (2015): 59 – 71.
64. Medeiros J. de D. y de Morretes B. L. 1994. Bark and wood Anatomy of *Miconia cabucu* Hoehne (Melastomataceae). *INSULA. Florianópolis*. (23): 15 – 34
65. Metcalfe, C.R. y L. Chalk. 1950. Anatomy of the dicotyledons. Vol. I. Clarendon Press. Oxford. 1459 p.
66. Moya R., Wiemann M. y Olivares C. 2013. Identification of endangered or threatened Costa Rican tree species by Wood Anatomy and fluorescence activity. *Biología Tropical*. San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica. **61** (3): 1133 – 1156.
67. Kribs D. A. 1935. Salient lines of specialization in the wood rays of dicotyledons. *Botanical Gazette*. **96** (1): 547 – 557.
68. Patel J. y Shah J. 1980. Sapwood and heartwood in *Dalbergia latifolia* *Phytomorphology*. **30**: 140–149.
69. Patel R., Bowles A. 1980. Wood anatomy of the dicotyledons indigenous to New Zealand 14. Piperaceae. *New Zealand Journal of Botany*. **18** (4): 507 – 513.
70. Parra J. A., Betancur J. 2015. Clave para identificación macroscópica de la madera para 86 especies de la Reserva Forestal Caparo (Barinas, Venezuela). *Pitteria*. **39**: 37 – 57.

71. Paz C., Quintanar A. 1994. Características anatómicas de la madera de cinco especies del estado de Jalisco, México. *Acta Botánica Mexicana. INECOL. 27: 75 – 87.*
72. Pérez-Olvera C., Quinanar-Isaías A. 1994. Características anatómicas de la madera de cinco especies del estado de Jalisco, México. *Acta Botánica Mexicana. INECOL. (27): 75 – 87.*
73. Quijano-Abril M., Silva-Sierra D., Callejas-Posada R. 2013. Caracterización anatómica cualitativa de los ejes caulinares en las especies de *Piper* (L.), clado *Enckea* (Piperaceae). *Actual biol. (99): 145 – 160.*
74. Quintanar-Isaías A., M. A. Jacobo-Villa C., López-Binnqüist N., Flores-Hernández A.T., Jaramillo-Pérez y C. de la Paz Pérez-Olvera. 2012. La madera de *Trema micrantha* (L.) Blume de Veracruz, México. *Madera y Bosques. 18 (2): 73 – 91.*
75. Richter L. y Dallwitz M. J. 1992. The families of flowering plants: descriptions, illustrations, identification, and information retrieval. Agosto 2016. En línea: delta-intkey.com.
76. Segundo. Anatomía de madera y
77. Sonsin J. O., Gasson P. E., Barrors C. F., Marcati C. R. 2012. A comparison of the wood anatomy of 11 species from two cerrado habitats (cerrado s. s. and adjacent gallery forest). *Botanical Journal of the Linnean Society. 170: 257 – 276.*
78. Solereder H. 1986. Systematic anatomy of the dicotyledons. A handbook for laboratories of pure and applied botany. *Ajay Book Service. India 656 p.*

79. Stevens, F. 2009. Angiosperm Phylogeny Website. En línea en:
<http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>.
80. Thomas W. 1990. The american genera of simaroubaceae and their distribution. *Acta bot. Bras.* **4** (1): 11 – 18.
81. Vázquez-Yanes C., Bátiz A., Alcocer S., Gual D. y Sánchez D. 1999. Árboles y arbustos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y reforestación. CONABIO. En línea en
http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/indice_especies.html#Z
82. Van Vliet G. J. C. M., Koek-Noorman J., ter Welle B. J. H. 1981. Wood Anatomy, Classification and phylogeny of the Melastomataceae. *Blumea.* **27** (2): 463 – 473
83. Vázquez-Yanes C, Orozco-Segovia A (1998) La destrucción de la naturaleza. SEP-FCE-CONACyT. México. 102 pp.
84. Watson L., and Dallwitz M.J. 1992 onwards. The families of flowering plants: descriptions, illustrations, identification, and information retrieval. Version: 19th October 2016. En línea en: delta-intkey.com
85. Wiedenhoef, A., 2011. Identificación de las especies maderables de Centroamérica. Madison, Wisconsin. 100 p.
86. Wooden supports in 12th – 16th Century European Paintings. 2016. Chapter 2. Wood technology. En línea en:
<http://www.marette.community.pdqmedia.info/?id=-9711>.

87. W3 Tropicos. 2005. Missouri Botanical Garden's VAST nomenclature database and associate authority files. En línea en:
<http://mobot.mobot.org/W3T/Search/vast.html>

Notas al pie

- I. En línea en <http://www.marette.community.pdqmedia.info/?id=-9711>
- II. Medición del diámetro (Diámetro a la Altura del Pecho) en árboles. Se mide con la corteza, de 1.20 – 1.30 m. Puede realizarse con cinta diamétrica o forcípula (FAO, 2004)
- III. Estándares IAWA, Tomado de Chattaway (1932)