

Anatomía de la madera de 27 especies de Sapindales en el estado Barinas (Venezuela). Aspectos taxonómicos

Wood anatomy of 27 species from Sapindales from Barinas state (Venezuela). Taxonomic aspects

WILLIAMS J. LEÓN H.

Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Laboratorio de Anatomía de Maderas, Mérida, Venezuela, correo electrónico: wleon@ula.ve

Recibido: 02-10-13 / Aceptado: 30-10-13

Resumen

Se presenta el estudio anatómico de la madera para 27 especies de Sapindales que crecen en el estado Barinas, Venezuela. Las especies estudiadas pertenecen a las familias Anacardiaceae, Burseraceae, Hippocastanaceae, Meliaceae, Rutaceae, Sapindaceae, Simaroubaceae y Staphyleaceae. La descripción se hizo siguiendo lo estipulado por IAWA Committee (1989). Se encontró notable homogeneidad entre el material estudiado, especialmente entre los representantes de las Anacardiaceae-Burseraceae y Meliaceae-Sapindaceae. Las características más resaltantes fueron la presencia de inclusiones minerales (cristales y/o sílice) y el desarrollo de fibras septadas. Se observó parénquima marginal en algunas especies de Hippocastanaceae, Meliaceae, Rutaceae, Simaroubaceae y, ocasionalmente, Sapindaceae. En el caso del único representante de Staphyleaceae, se observó una gran diferencia con respecto al resto de las familias; mientras que el único representante de Hippocastanaceae mostró características intermedias entre Meliaceae y Sapindaceae. La anatomía xilemática concuerda con la separación de la Staphyleaceae del orden Sapindales. Se incluye una clave dicotómica para la identificación.

Palabras clave: Anatomía de madera, Barinas, Hippocastanaceae, Sapindales, Staphyleaceae.

Abstract

Wood anatomy of 27 species from Sapindales growing in Barinas state (Venezuela) are described. Species studied belong to the following families: Anacardiaceae, Burseraceae, Hippocastanaceae, Meliaceae, Rutaceae, Sapindaceae, Simaroubaceae and Staphyleaceae. A notable homogeneity was found, especially between Anacardiaceae-Burseraceae and Meliaceae-Sapindaceae. The most important features are the presence of mineral inclusions (crystals and/or silica) and septate fibers. Marginal parenchyma is found in some species of Hippocastanaceae, Meliaceae, Rutaceae, Simaroubaceae and, occasionally, Sapindaceae. The only species studied from Staphyleaceae shows a big difference with the other families studied and the only species studied of the Hippocastanaceae family have intermediate features between Meliaceae and Sapindaceae. The segregation of Staphyleaceae from the order Sapindales is supported by wood anatomy traits. A dichotomous key for identification is included.

Key words: Barinas state, Hippocastanaceae, Sapindales, Staphyleaceae, wood anatomy.

1. Introducción

El orden Sapindales, de acuerdo al sistema de clasificación de Cronquist (1981), se encuentra representado por 15 familias y cerca de 5.400 especies ubicadas principalmente en las familias Sapindaceae y Rutaceae. El sistema APG (2003) lo reduce a nueve familias, cerca de 460 géneros y 5.700 especies. Aristeguieta (2003), siguiendo la clasificación de Cronquist (1981), indica que en Venezuela las familias leñosas del Orden Sapindales son Anacardiaceae, Burseraceae, Hippocastanaceae, Meliaceae, Sapindaceae, Simaroubaceae, Staphyleaceae, Rutaceae y Zygophyllaceae. De acuerdo a APG (2003), las familias de Sapindales en Venezuela se reducen de nueve a seis ya que excluye a las familias Hip-

pocastanaceae, Staphyleaceae y Zygophyllaceae. Desde el punto de vista forestal, Sapindales es un orden de interés en el país ya que incluye especies de alto valor comercial como *Anacardium excelsum* (Anacardiaceae), *Astronium graveolens* (Anacardiaceae), *Cedrela odorata* (Meliaceae), *Swietenia macrophylla* (Meliaceae), *Bulnesia arborea* (Zygophyllaceae), entre otras. Igualmente, desde el punto de vista frutal, hay especies de importancia como *Mangifera indica* (Anacardiaceae), *Spondias mombin* (Anacardiaceae) y *Melicoccus bijugatus* (Sapindaceae). Especies como *Cedrela odorata* y *Swietenia macrophylla* han sido decretados como árboles emblemáticos de los estados Barinas y Portuguesa respectivamente; mientras que *Guaiacum officinale* (Zygophyllaceae) lo es en el estado Nueva

Esparta. El estado Barinas es una de las regiones geográficas de Venezuela más importantes para el sector forestal y durante muchos años fue el área que mayor aporte tuvo en la producción maderera nacional y algunas de las especies extraídas correspondían al orden Sapindales. Desde el punto de vista de anatomía de maderas, se tiene información de diferentes especies y familias de Sapindales, pero son pocos los trabajos donde se integran especies de las diferentes familias constituyentes de dicho orden y uno de los pocos reportes es el presentado por León (2006) quien estudió 16 especies del estado Mérida (Venezuela) y elaboró una clave para su identificación. Agarwal y Gupta (2008) también presenta un estudio anatómico del xilema secundario del orden Sapindales basado principalmente en especies de India. A nivel de familia, se tienen referencias importantes en anatomía de maderas como las presentadas para Anacardiaceae (Omaña, 1984; Terrazas, 1999; León, 2003), Burseraceae (Omaña, 1984; León, 2012a), Sapindaceae (Baizhong *et al.*, 1995; Klaassen, 1999; Agarwal *et al.*, 2005; León, 2010) y Staphyleaceae (Carlquist y Hoekman, 1985). Otras referencias importantes donde se incluyen especies del orden Sapindales son las de Corothie (1967), Kribs (1968), Wheeler *et al.* (1978), Détienne *et al.* (1982), Blackwell (1983), Vales y Martínez (1983), Espinoza (1987), Détienne y Jacquet (1988), Barajas y León (1989), Mainieri y Peres (1989), Nardi y Edlmann (1992), Dong y Baas (1993), Pérez (1993), Terrazas y Wendt (1995), Barajas *et al.* (1997), Miller y Détienne (2001), Carlquist (2007), León (2012b).

Es importante conocer las semejanzas y diferencias que existen en la estructura de la madera de especies ubicadas dentro de un mismo orden, especialmente si se toma en consideración los grandes cambios de posición taxonómica que se han producido en base a datos moleculares. Por esta razón, el presente trabajo tiene como objetivo estudiar la anatomía de la madera en 27 especies del orden Sapindales que crecen en diferentes localidades geográficas del estado Barinas, realizar un análisis comparativo a nivel de familia y especies y presentar una clave de identificación.

2. Materiales y métodos

El material de estudio está representado por muestras de madera de 27 especies del orden Sapindales (Cuadro 1) colectadas en diferentes localidades del estado Barinas, Venezuela (Figura 1). Se tomó en consideración la ubicación de familias de acuerdo al sistema de Cronquist (1981) y la posición de *Huerteia granadina* como miembro de la familia Staphyleaceae con el fin de poder hacer comparaciones entre lo señalado por Cronquist (1981) y APG (2003). Por cada especie se estudiaron 1-4 individuos. Las muestras de madera corresponden a porciones de tallo principal y pertenecen a la colección permanente de la Xiloteca MERw, mientras que las muestras botánicas forman parte de la colección del Herbario MER "Carlos Liscano" de la Universidad de Los Andes. Se extrajeron cubos de, aproximadamente, 1,5 cm por cada lado y fueron sometidos a proceso de ablandamiento en agua hirviendo durante 1-48 horas dependiendo del grado de dureza de la madera. Posteriormente se extrajeron secciones de planos transversal, radial y tangencial de 20-30 μm de espesor las cuales fueron teñidas en safranina acuosa (50:50) durante 2-3 h para luego ser deshidratadas en baños sucesivos de alcohol al 70 % (10 min), 75 % (10 min), 95 % (2 h), alcohol-xilol (20 min) y xilol (4 h). Posteriormente se hizo el montaje haciendo uso de resina sintética. También se preparó tejido macerado sumergiendo astillas de madera en una solución de peróxido de hidrógeno y ácido acético (1:1) la cual fue llevada a estufa (50 °C) durante 12 h para luego proceder a la individualización de células mediante fricción mecánica. El tejido disociado fue sometido a tinción con safranina (2 h) y montado con bálsamo de Canadá. Para la descripción se siguió lo indicado por IAWA Committee (1989), incluyendo lo relacionado con el número de mediciones recomendadas para las diferentes características cuantitativas. Se elaboró una clave dicotómica para la identificación de las especies estudiadas, basándose principalmente en características cualitativas y sólo se utilizaron caracteres cuantitativos en los casos donde no era posible la diferenciación cualitativa y se presentaron diferencias significativas de acuerdo a lo indicado por el análisis de varianza y la prueba de diferencia de medias (Tukey, $\alpha = 0,01$).

Cuadro 1. Especies estudiadas, muestra de madera, muestra botánica y localidad de recolección.

Familia	Especie	Muestra madera	Muestra Botánica	Localidad
ANACARDIACEAE	<i>Anacardium excelsum</i>	X5674 X5675 X5676 X5677	V01 1 Ba Hernández V01 2 Ba Hernández V01 3 Ba Hernández V01 4 Ba Hernández	R.F. Ticoporo R.F. Ticoporo R.F. Ticoporo R.F. Ticoporo
ANACARDIACEAE	<i>Astronium graveolens</i>	X133 X2608 X3638	1184Bernardi 195Bautista PE 4	Libertad Bosque El Caimital R. F. Ticoporo
ANACARDIACEAE	<i>Spondias mombin</i>	X6228 X6229 X6230 X6231 X6240 X6682	53181Araque/Gámez 53189Araque/Gámez 53188Araque/Gámez 53186Araque/Gámez 53184Araque/Gámez 54513Parra/Gámez	R.F. Caparo R.F. Caparo R.F. Caparo R.F. Caparo R.F. Caparo R.F. Caparo
ANACARDIACEAE	<i>Tapirira guianensis</i>	X101 X3682 X4176	1123Bernardi PE 48 3942Breteler	Pedraza La Vieja R.F. Ticoporo Barinas, vía San Cristóbal
BURSERACEAE	<i>Protium crenatum</i>	X956 X3644 X5604 X5608	10Veillon PE 10 V11 1 Ba Hernández V11 4 Ba Hernández	Selva de Anaro, Socopó R.F. Ticoporo R.F. Ticoporo R.F. Ticoporo
BURSERACEAE	<i>Protium heptaphyllum</i>	X1840 X4174	3944Breteler 3944Breteler	Barinas, vía San Cristóbal Barinas, vía San Cristóbal
BURSERACEAE	<i>Protium tenuifolium</i>	X124 X2641	1158Bernardi 238Bautista	Pedraza La Vieja Bosque El Caimital
HIPPOCASTANACEAE	<i>Billia rosea</i>	X1845	3961Breteler	R.F. Ticoporo
MELIACEAE	<i>Cedrela odorata</i>	X3692 X6740	PE 58 Parra/Gámez	R.F. Ticoporo R.F. Caparo
MELIACEAE	<i>Guarea guidonia</i>	X102 X2603 X3643 X4254 X6721	1224Bernardi 190Bautista P.E. 9 3162Breteler 54552Parra/Gámez	Pedraza La Vieja Bosque El Caimital R.F. Ticoporo Barinitas R.F. Caparo
MELIACEAE	<i>Swietenia macrophylla</i>	X134 X6588 X6589 X6590 X6709	1192Bernardi 54554Parra/Gámez	Sabana Nueva, Libertad R.F. Caparo (Plantación) R.F. Caparo (Plantación) R.F. Caparo (Plantación) R.F. Caparo
MELIACEAE	<i>Trichilia martiana</i>	X128 X1842 X6719	1170Bernardi 3955Breteler 54555Parra/Parra	Libertad R.F. Ticoporo R.F. Caparo
MELIACEAE	<i>Trichilia maynasiana</i>	X6766	54556Parra/Gámez	R.F. Caparo
MELIACEAE	<i>Trichilia pallida</i>	X2901	3708Breteler	R.F. Ticoporo
MELIACEAE	<i>Trichilia singularis</i>	X6695 X6729 X6771	54557Parra/Gámez 54558Parra/Gámez	R.F. Caparo R.F. Caparo R.F. Caparo
MELIACEAE	<i>Trichilia trifolia</i>	X6760 X6769 X6770 X6772	54560Parra/Gámez 54559Parra/Gámez	R.F. Caparo R.F. Caparo R.F. Caparo R.F. Caparo
RUTACEAE	<i>Zanthoxylum caribaeum</i>	X6693	54568Parra/Gámez	R.F. Caparo
RUTACEAE	<i>Zanthoxylum setulosum</i>	X6710	54569Parra/Gámez	R.F. Caparo
SAPINDACEAE	<i>Allophylus racemosus</i>	X6489 X6606	1249Ruiz Terán 3650Breteler	Barinas Barinas
SAPINDACEAE	<i>Matayba guianensis</i>	X115	1145Bernardi	Pedraza La Vieja
SAPINDACEAE	<i>Matayba scrobiculata</i>	X1833 X1837 X2630 X6491	3935Breteler 3940Breteler 222Bautista 1345Ruiz Terán	Barinas, vía San Cristóbal Barinas, vía San Cristóbal Bosque El Caimital Bosque El Caimital
SAPINDACEAE	<i>Melicoccus bijugatus</i>	X2596 X6492	182Bautista 1367Ruiz Terán	Bosque El Caimital Bosque El Caimital
SAPINDACEAE	<i>Sapindus saponaria</i>	X2609	196Bautista	Bosque El Caimital
SAPINDACEAE	<i>Talisia cf. coriacea</i>	X109	1147Bernardi	Pedraza La Vieja
SIMAROUBACEAE	<i>Simaba cedron</i>	X98	1125Bernardi	Pedraza La Vieja
SIMAROUBACEAE	<i>Simaba orinocensis</i>	X100	1122Bernardi	Pedraza La Vieja
STAPHYLLACEAE	<i>Huerteia granadina</i>	X4259	3235Breteler	R.F. Ticoporo

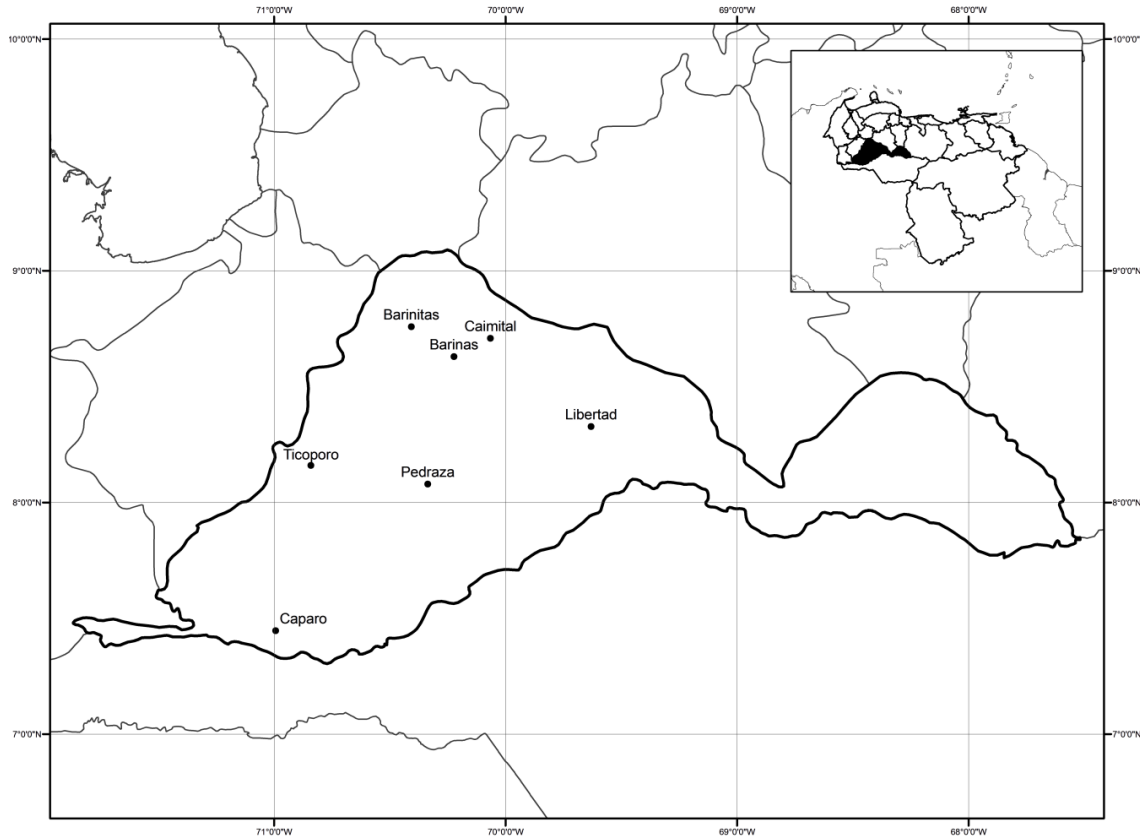


Figura 1. Área de estudio (estado Barinas) y ubicación aproximada de los sitios de recolección de muestras.

3. Resultados y discusión

ANACARDIACEAE: *Anacardium excelsum* (Kunth) Skeels (Figura 2a, 4a), *Astronium graveolens* Jacq. (Figura 3a), *Spondias mombin* L. (Figura 3b), *Tapi- rira guianensis* Aubl. (Figura 3c, 9a).

Madera con albura marrón muy pálido (10YR 8/3, 10YR 8/4) y duramen marrón amarillento (10YR 6/6) (*Anacardium excelsum*), marrón rojizo oscuro (2.5YR 3/4) (*Astronium graveolens*) o marrón rojizo (5YR 5/4) (*T. guianensis*), transición abrupta entre albura y duramen, excepto en *S. mombin* (sin transición). Olor y sabor ausentes. Lustre bajo (*S. mombin*), mediano (*Anacardium excelsum*, *T. guianensis*) o alto (*Astronium graveolens*). Grano recto a inclinado (*S. mombin*, *T. guianensis*) o inclinado a entrecruzado (*Anacardium excelsum*, *Astronium graveolens*). Textura fina (*Astronium graveolens*) a mediana (*Anacardium excelsum*, *S. mombin*, *T. guianensis*). Blanda y liviana (*Anacardium excelsum*, *S. mombin*), moderadamente dura y pesada (*S. mombin*, *T. guianensis*) a dura y pesada (*Astronium graveolens*).

Anillos de crecimiento no definidos; ocasionalmente ligeramente definidos por engrosamiento de las paredes de las fibras (*Astronium graveolens*). Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, solitarios y múltiples radiales de 2-3 (-4), ocasionalmente arracimados. Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas (*Astronium graveolens*, *S. mombin*, *T. guianensis*) o poligonales (*Anacardium excelsum*, *S. mombin*), medianas a grandes. Punteaduras radiovasculares con areola reducida o aparentemente simples, redondeadas o alargadas. Tíldes presente, abundante. Fibras septadas, paredes delgadas (*Anacardium excelsum*, *S. mombin*, *T. guianensis*) o medianas (*Astronium graveolens*, *S. mombin*, *T. guianensis*) a gruesas (*Astronium graveolens*), punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima paratraqueal escaso (*Astronium graveolens*, *T. guianensis*), vasicéntrico, aliforme de ala corta, ocasionalmente confluyente, en series de 2-4 (-6) células. Radios heterocelulares con 1-2 (-3) filas de células marginales. Cristales prismáticos presentes en las células cuadradas o erectas y células

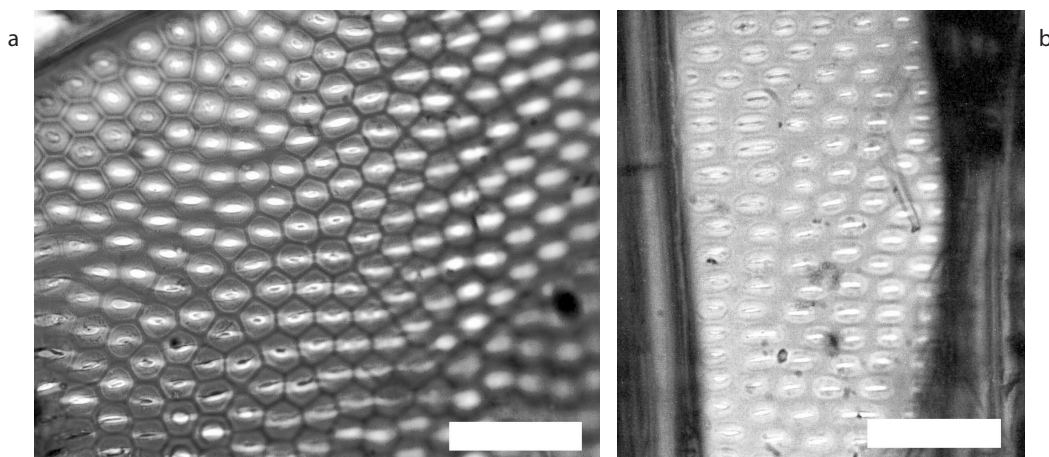


Figura 2. Punteaduras intervasculares. (a) *Anacardium excelsum*. Alternas y poligonales. (b) *Huerteia granadina*. Opuestas (Barra = 50 µm).

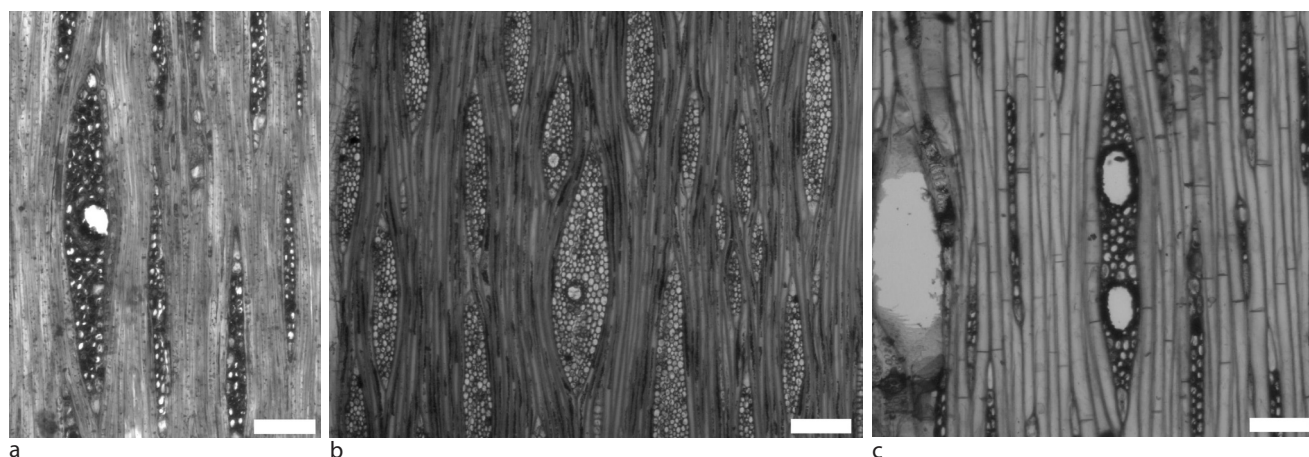


Figura 3. Conductos gomíferos transversales. (a) *Astronium graveolens*. (b) *Spondias mombin* (Barra = 100 µm). (c) *Tapirira guianensis* (Barra = 100 µm).

procumbentes de los radios, un cristal por célula, ocasionalmente 2 (*Astronium graveolens*). Conductos gomíferos transversales presentes (*Astronium graveolens*, *S. mombin*, *T. guianensis*).

BURSERACEAE: *Protium crenatum* Sandwith (Figura 4c), *P. heptaphyllum* (Aubl.) Marchand, *P. tenuifolium* (Engl.) Engl. (Figura 5c).

Madera con albura marrón claro (7.5YR 6/4) (*P. crenatum*) o rosado (5YR 7/3) (*P. heptaphyllum*, *P. tenuifolium*) y duramen marrón rojizo claro (5YR 6/4) (*P. crenatum*, *P. tenuifolium*), transición abrupta entre albura y duramen (*P. crenatum*, *P. tenuifolium*) sin transición en *P. heptaphyllum*. Olor y sabor no distintivos. Lustre mediano. Grano recto a inclinado. Textura fina. Moderadamente dura y pesada (*P. crenatum*, *P. tenuifolium*) a dura y pesada (*P. heptaphyllum*).

Anillos de crecimiento no definidos a ligeramente definidos por reducción del diámetro radial de las fibras. Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, solitarios y múltiples radiales de 2-3 (-4). Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas y poligonales, medianas, ocasionalmente grandes (*P. heptaphyllum*, *P. tenuifolium*). Punteaduras radiovasculares con areola reducida o aparentemente simples, redondeadas o alargadas. Tíldes presente, abundante. Fibras septadas, paredes delgadas a medianas (*P. crenatum*) o medianas a gruesas (*P. heptaphyllum*, *P. tenuifolium*), punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima paratraqueal escaso, vasicéntrico delgado, ocasionalmente aliforme de ala corta (*P. heptaphyllum*) y unilateral (*P. heptaphyllum*), en series de 2-5 (-6)

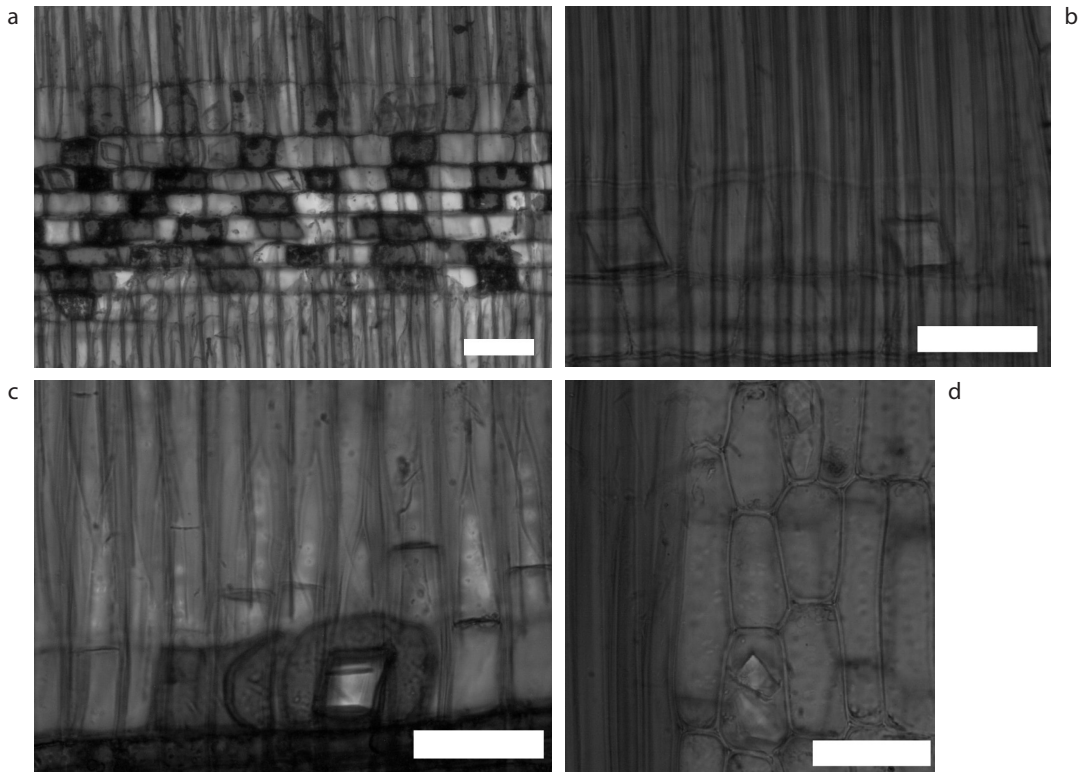


Figura 4. Cristales prismáticos en radios (a) *Anacardium excelsum* (Barra = 100 μ m). (b) *Cedrela odorata* (Barra = 50 μ m). (c) *Protium crenatum* (Barra = 50 μ m) y en parénquima axial. (d) *Zanthoxylum caribaeum* (Barra = 50 μ m).

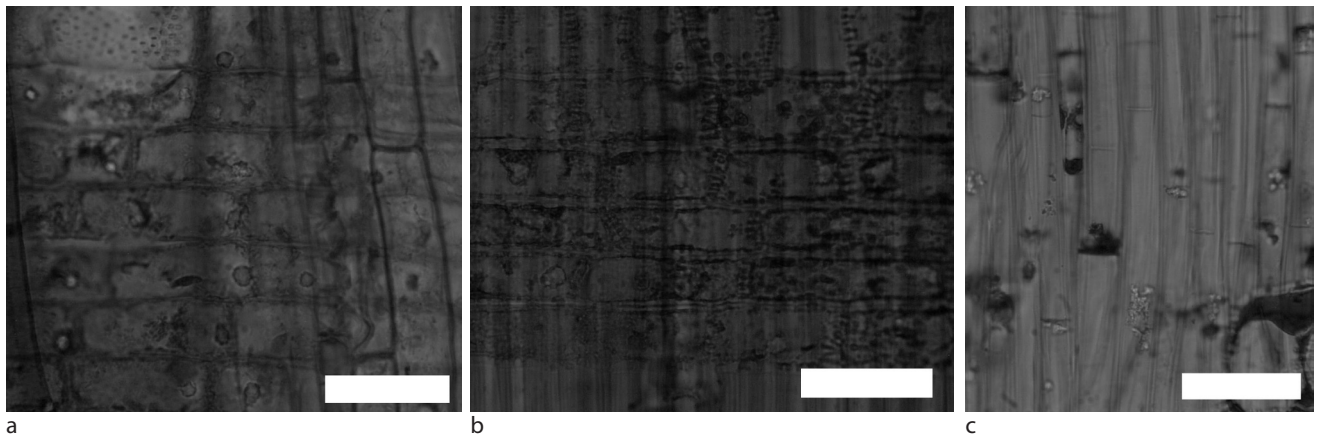


Figura 5. Sílice en células parenquimáticas radiales. (a) *Trichilia martiana*. (b) *Trichilia maynasiana* y fibras. (c) *Protium tenuifolium* (Barra = 50 μ m).

células. Radios heterocelulares con 1-2 (-3) filas de células marginales. Cristales prismáticos presentes en las células cuadradas o erectas de los radios, un cristal por célula. Sílice en células parenquimáticas radiales (*P. heptaphyllum*, *P. tenuifolium*) y fibras (*P. heptaphyllum*, *P. tenuifolium*).

HIPPOCASTANACEAE: *Billia rosea* (Planch. & Linden) Ulloa & P. J rg. (Figura 6a, 8a, 10b).

Madera con albura de color rosado (7.5YR 8/4) y duramen marrón claro (5YR 7/6), transición gradual entre albura y duramen. Olor y sabor no distintivos. Lustre mediano a alto. Grano inclinado. Textura fina. Dura y pesada.

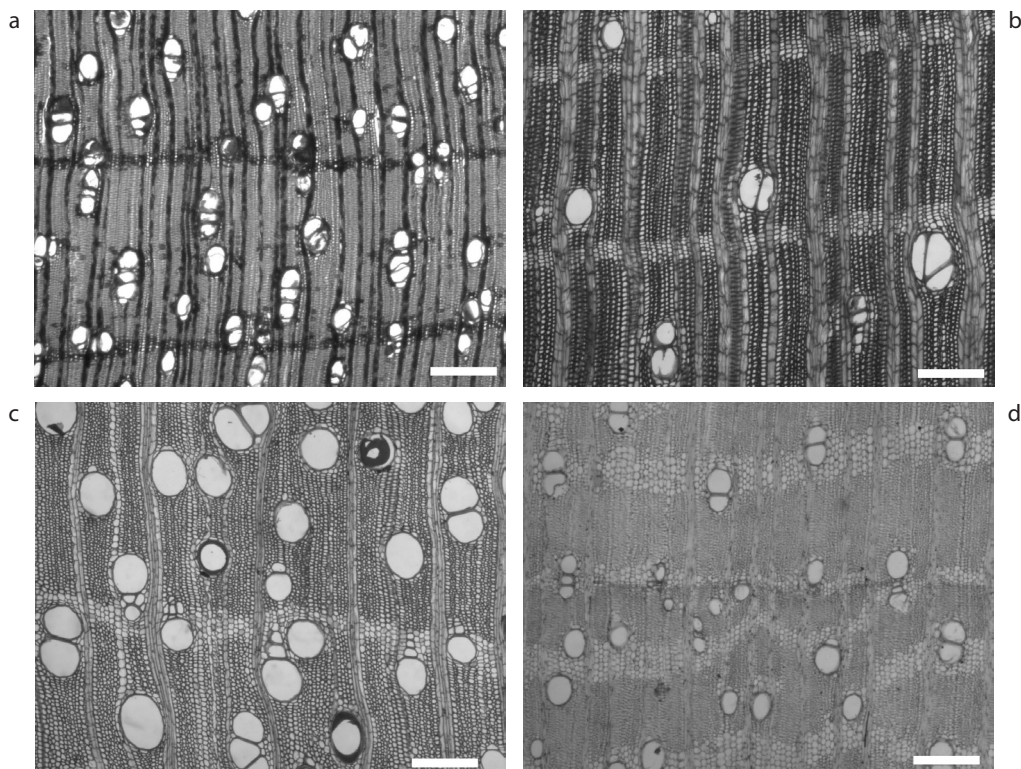


Figura 6. Anillos de crecimiento definidos por parénquima marginal. (a) *Billia rosea*. (b) *Simaba cedron*. (c) *Swietenia macrophylla*. (d) *Zanthoxylum setulosum* (Barra = 300 μm).

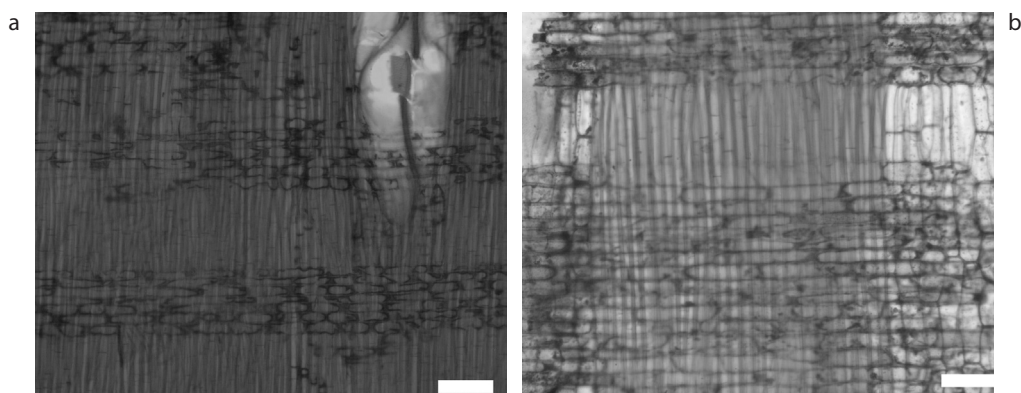


Figura 7. Radios homocelulares de células procumbentes. (a) *Allophylus racemosus*. (b) *Guarea guidonia* (Barra = 100 μm).

Anillos de crecimiento definidos por parénquima marginal. Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, solitarios y múltiples radiales de 2-4 (-5). Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, diminutas a pequeñas. Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares. Depósitos de goma presente. Fibras no septadas, paredes delgadas a medianas, punteaduras indis-

tintamente areoladas. Parénquima apotraqueal difuso, paratraqueal escaso, vasicéntrico delgado, ocasionalmente aliforme de ala corta, marginal, en series de 4-6 células. Radios homocelulares de células procumbentes y heterocelulares con una ruta de células marginales. Cristales prismáticos en parénquima axial formando series parenquimáticas cristalíferas, abundantes, un cristal por cámara.

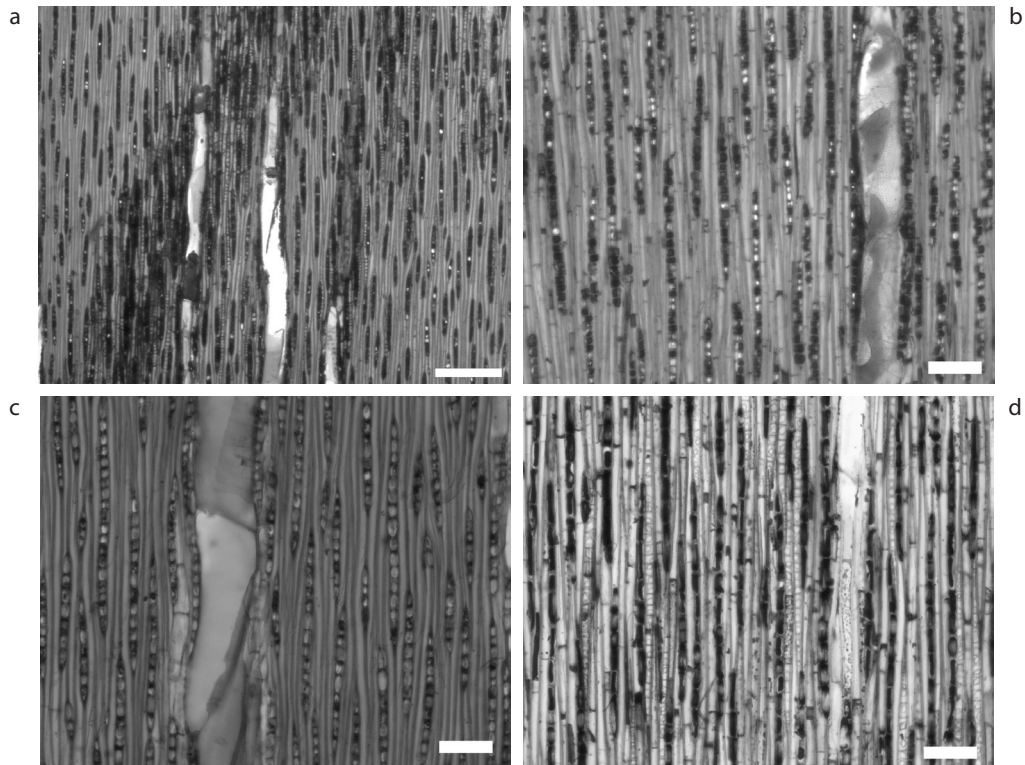


Figura 8. Radios exclusivamente uniseriados. (a) *Billia rosea* (Barra = 300 μ m). (b) *Matayba scrobiculata*. (c) *Trichilia martiana*. (d) *Trichilia singularis* (Barra = 100 μ m)

MELIACEAE: *Cedrela odorata* L. (Figura 4b), *Guaireia guidonia* (L.) Sleumer (Figura 7b), *Swietenia macrophylla* King (Figura 6c), *Trichilia martiana* C. DC. (Figura 5a, 8c), *T. maynasiana* subsp. *maynasiana* (C. DC.) T. D. Penn. (Figura 5b), *T. pallida* Sw., *T. singularis* C. DC. (Figura 8d), *T. trifolia* subsp. *pteleifolia* (A. Juss.) T. D. Penn., *T. trifolia* subsp. *trifolia*

Madera con albura de color marrón muy pálido (10YR 8/3, 10YR 8/4) (*C. odorata*, *T. martiana*, *T. trifolia* subsp. *trifolia*), rosado (7.5YR 7/4, 7.5YR 8/4, 5YR 8/4) (*G. guidonia*, *S. macrophylla*, *T. martiana*, *T. maynasiana* subsp. *maynasiana*, *T. singularis*, *T. trifolia* subsp. *trifolia*), amarillo (10YR 8/6) (*T. martiana*) o amarillo pálido (2.5Y 8/4) (*T. pallida*, *T. trifolia* subsp. *pteleifolia*) y duramen amarillo rojizo (5YR 7/6) (*C. odorata*), marrón claro (7.5YR 6/4) (*G. guidonia*) o marrón rojizo (5YR 5/4) (*S. macrophylla*); transición abrupta entre albura y duramen (*C. odorata*, *G. guidonia*, *S. macrophylla*). Olor aromático (*C. odorata*), indistinto en el resto de las especies. Sabor amargo (*C. odorata*), indistinto en el resto de las especies. Lustre bajo a mediano (*T. singularis*, *T. trifolia* subsp. *pteleifolia*, *T. trifolia* subsp. *trifolia*), mediano (*G. guidonia*, *T. pallida*.)

a alto (*C. odorata*, *S. macrophylla*, *T. martiana*, *T. maynasiana* subsp. *maynasiana*). Grano recto (*C. odorata*, *G. guidonia*, *S. macrophylla*, *T. pallida*, *T. trifolia* subsp. *pteleifolia*, *T. trifolia* subsp. *trifolia*), inclinado (*C. odorata*, *G. guidonia*, *T. martiana*, *T. maynasiana* subsp. *maynasiana*, *T. pallida*, *T. trifolia* subsp. *pteleifolia*, *T. trifolia* subsp. *trifolia*) a entrecruzado (*T. martiana*, *T. maynasiana* subsp. *maynasiana*, *T. singularis*). Textura fina (*T. spp.*) o mediana (*C. odorata*, *G. guidonia*, *S. macrophylla*). Blanda y liviana a moderadamente dura y pesada (*T. pallida*), moderadamente dura y pesada (*C. odorata*, *S. macrophylla*, *T. martiana*, *T. singularis*, *T. trifolia* subsp. *pteleifolia*, *T. trifolia* subsp. *trifolia*) o dura y pesada (*G. guidonia*, *T. maynasiana* subsp. *maynasiana*, *T. singularis*, *T. trifolia* subsp. *trifolia*).

Anillos de crecimiento definidos por porosidad semicircular (*C. odorata*), parénquima marginal (*C. odorata*, *S. macrophylla*, *T. maynasiana* subsp. *maynasiana*, *T. pallida*, *T. trifolia* subsp. *pteleifolia*, *T. trifolia* subsp. *trifolia*) o ligeramente definidos por reducción de diámetro radial de las fibras (*T. martiana*, *T. singularis*), indistintos en *G. guidonia*. Porosidad difusa, semicircular en *C. odorata*. Poros sin patrón definido de disposición, so-

litarios y múltiples radiales de 2-3, ocasionalmente hasta 4 (*T. pallida*, *T. singularis*, *T. trifolia* subsp. *pteleifolia*) ó 5 (-8) (*T. maynasiana* subsp. *maynasiana*, *T. singularis*, *T. trifolia* subsp. *trifolia*), algunos arracimados (*G. guidonia*, *S. macrophylla*, *T. pallida*, *T. singularis*). Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, diminutas excepto en *C. odorata* (pequeñas a medianas) y *T. trifolia* subsp. *pteleifolia* (diminutas a pequeñas). Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares. Depósitos de goma presente (*C. odorata*, *G. guidonia*, *S. macrophylla*, *T. martiana*, *T. pallida*, *T. trifolia* subsp. *pteleifolia*). Fibras septadas (*C. odorata*, *G. guidonia*, *S. macrophylla*, *T. singularis*) o no septadas (*T. martiana*, *T. maynasiana* subsp. *maynasiana*, *T. pallida*, *T. singularis*, *T. trifolia* subsp. *pteleifolia*, *T. trifolia* subsp. *trifolia*), paredes delgadas a medianas (*T. martiana*, *T. pallida*, *T. singularis*), delgadas a gruesas (*C. odorata*), medianas (*S. macrophylla*) o medianas a gruesas (*G. guidonia*, *T. maynasiana* subsp. *maynasiana*, *T. trifolia* subsp. *pteleifolia*, *T. trifolia* subsp. *trifolia*), punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima apotraqueal difuso (*C. odorata*, *S. macrophylla*, *T. singularis*), paratraqueal escaso (*C. odorata*, *S. macrophylla*, *T. maynasiana* subsp. *maynasiana*, *T. singularis*), vasicéntrico delgado (*C. odorata*, *S. macrophylla*, *T. maynasiana* subsp. *maynasiana*, *T. singularis*), ocasionalmente aliforme de ala corta (*C. odorata*, *S. macrophylla*), aliforme de ala corta (*G. guidonia*), aliforme de ala fina y extendida (*T. martiana*, *T. maynasiana* subsp. *maynasiana*, *T. pallida*, *T. trifolia* subsp. *pteleifolia*, *T. trifolia* subsp. *trifolia*), confluyente (*T. martiana*, *T. maynasiana* subsp. *maynasiana*, *T. pallida*, *T. trifolia* subsp. *pteleifolia*, *T. trifolia* subsp. *trifolia*), predominantemente en bandas de 1-2 (-3) células de ancho (*T. martiana*, *T. maynasiana* subsp. *maynasiana*, *T. pallida*, *T. trifolia* subsp. *pteleifolia*, *T. trifolia* subsp. *trifolia*) o con más de tres células de ancho (*G. guidonia*), marginal (*C. odorata*, *S. macrophylla*, *T. maynasiana* subsp. *maynasiana*, *T. pallida*), en series de (3-) 4-8 (-9) células, excepto en *T. singularis* (series de 2-4 células). Radios homocelulares de células procumbentes (*C. odorata*, *G. guidonia*, *T. martiana*, *T. maynasiana* subsp. *maynasiana*, *T. pallida*, *T. trifolia* subsp. *pteleifolia*, *T. trifolia* subsp. *trifolia*) y heterocelulares con una ruta de células marginales (*C. odorata*, *S. macrophylla*, *T. maynasiana* subsp. *maynasiana*, *T. pa-*

llida, *T. trifolia* subsp. *pteleifolia*, *T. trifolia* subsp. *trifolia*), ocasionalmente hasta dos (*S. macrophylla*) a cuatro rutas (*T. pallida*, *T. singularis*). Cristales prismáticos ocasionalmente presentes en las células cuadradas o erectas y procumbentes de los radios (*C. odorata*, *S. macrophylla*), algunas veces en parénquima axial (*C. odorata*, *S. macrophylla*) o formando series parenquimáticas cristalíferas (*G. guidonia*, *T. martiana*, *T. maynasiana* subsp. *maynasiana*, *T. singularis*, *T. trifolia* subsp. *pteleifolia*, *T. trifolia* subsp. *trifolia*), un cristal por célula o cámara. Sílice en células parenquimáticas radiales (*T. martiana*, *T. maynasiana* subsp. *maynasiana*, *T. pallida*).

RUTACEAE: *Zanthoxylum caribaeum* Lam. (Figura 4d), *Z. setulosum* P. Wilson. (Figura 6d, 9b)

Madera de color amarillo pálido (2.5Y 8/4), sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor no distintivos. Lustre mediano a alto. Grano recto a inclinado. Textura mediana. Moderadamente dura y pesada a dura y pesada. Anillos de crecimiento definidos por parénquima marginal, engrosamiento y reducción del diámetro radial de las fibras. Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, solitarios y múltiples radiales de 2-3. Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, diminutas a pequeñas. Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares. Fibras septadas y no septadas, paredes medianas a gruesas, punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima apotraqueal difuso (*Z. caribaeum*), paratraqueal escaso (*Z. caribaeum*), vasicéntrico delgado, ocasionalmente aliforme de ala corta, predominantemente en bandas con más de tres células de ancho, marginal, en series de 4-8 células. Radios homocelulares de células procumbentes y heterocelulares con 1 (-2) filas de células marginales. Cristales prismáticos en parénquima axial, 1 (-2) cristales por célula. Conductos gomíferos traumáticos.

SAPINDACEAE: *Allophylus racemosus* Sw. (Figura 7a), *Matayba guianensis* Aubl., *M. scrobiculata* Radlk. (Figura 8b), *Melicoccus bijugatus* Jacq., *Sapindus saponaria* L., *Talisia* cf. *coriacea* Radlk.

Madera de color amarillo pálido (2.5Y 8/4) (*A. racemosus*, *S. saponaria*), amarillo (2.5Y 8/6) (*Melicoccus bijugatus*), rosado (5YR 7/3) (*A. racemosus*), (7.5YR 7/4) (*Matayba scrobiculata*) o marrón claro

(7.5YR 6/4) (*Matayba guianensis*, *T. cf. coriacea*), sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor indistintos. Lustre mediano (*A. racemosus*, *Matayba scrobiculata*, *Melicoccus bijugatus*, *S. saponaria*, *T. cf. coriacea*) a alto (*A. racemosus*, *Matayba guianensis*). Grano recto a inclinado; hasta entrecruzado en *Matayba scrobiculata*, *S. saponaria*. Textura fina, mediana en *Melicoccus bijugatus*, *S. saponaria*, *T. cf. coriacea*. Moderadamente dura y pesada (*Matayba guianensis*, *M. scrobiculata*) a dura y pesada (*A. racemosus*, *Matayba scrobiculata*, *Melicoccus bijugatus*, *S. saponaria*, *T. cf. coriacea*).

Anillos de crecimiento definidos por reducción del diámetro radial de paredes de las fibras (*A. racemosus*, *Matayba scrobiculata*), ocasionalmente por estrechas bandas de parénquima marginal (*S. saponaria*) o indistintos (*Matayba guianensis*, *Melicoccus bijugatus*, *S. saponaria*, *T. cf. coriacea*). Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, solitarios y múltiples radiales de 2-4 (-5). Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, diminutas a pequeñas (*A. racemosus*, *Matayba scrobiculata*, *S. saponaria*), pequeñas a medianas (*Melicoccus bijugatus*, *T. cf. coriacea*) o medianas (*Matayba guianensis*). Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares (*A. racemosus*, *Matayba scrobiculata*, *Melicoccus bijugatus*) o con areola reducida a aparentemente simples (*Matayba guianensis*). Depósitos de tilides abundantes (*Matayba guianensis*), goma en *Melicoccus bijugatus*, *S. saponaria*, *T. cf. coriacea*. Fibras septadas, no septadas en *Melicoccus bijugatus* y *T. cf. coriacea*, paredes delgadas a medianas (*Matayba guianensis*) o delgadas a gruesas (*A. racemosus*, *Matayba scrobiculata*), muy gruesas (*Melicoccus bijugatus*, *S. saponaria*, *T. cf. coriacea*), punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima apotraqueal difuso (*A. racemosus*, *T. cf. coriacea*), en agregados (*T. cf. coriacea*), pequeñas islas apotraqueales dispersas (*T. cf. coriacea*), paratraqueal escaso (*A. racemosus*, *Matayba scrobiculata*), vasicéntrico delgado (*A. racemosus*, *Matayba guianensis*, *M. scrobiculata*), aliforme de ala corta (*Matayba guianensis*, *Melicoccus bijugatus*, *S. saponaria*, *T. cf. coriacea*), predominantemente en bandas con más de tres células de ancho (*Melicoccus bijugatus*, *S. saponaria*, *T. cf. coriacea*), ocasionalmente marginal (*S. saponaria*), en series de 2-4 (-6) células; 4-8 células en *Melicoccus bijugatus* y *T. cf. coriacea*. Radios homocelulares

de células procumbentes (*A. racemosus*, *Matayba scrobiculata*, *Melicoccus bijugatus*, *S. saponaria*, *T. cf. coriacea*), heterocelulares con una ruta (*A. racemosus*, *Matayba guianensis*), ocasionalmente dos rutas de células marginales (*Matayba guianensis*). Cristales prismáticos en parénquima axial formando series cristalíferas, un cristal por célula o cámara (*A. racemosus*, *Matayba scrobiculata*, *Melicoccus bijugatus*, *S. saponaria*), ocasionalmente estiloides en parénquima axial.

SIMAROUBACEAE: *Simaba cedron* Planch. (Figura 6b), *S. orinocensis* Kunth

Madera de color amarillo (2.5Y 8/6), sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor no distintivos. Lustre mediano. Grano recto. Textura fina a mediana. Blanda y liviana a moderadamente dura y pesada.

Anillos de crecimiento definidos por parénquima marginal. Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, solitarios y múltiples radiales de 2-3, algunos arracimados (*S. cedron*). Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, ocasionalmente poligonales (*S. cedron*), pequeñas (*S. cedron*) a medianas (*S. cedron*, *S. orinocensis*). Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares. Fibras no septadas, paredes delgadas a medianas, punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima paratraqueal vasicéntrico delgado, aliforme de ala fina y extendida (*S. orinocensis*), confluyente (*S. orinocensis*), marginal, en series de 4-6 células, hasta 8 células en *S. orinocensis*. Radios homocelulares de células procumbentes (*S. cedron*, *S. orinocensis*) y heterocelulares con una ruta de células marginales (*S. cedron*).

STAPHYLEACEAE: *Huertea granadina* Cuatrec. (Figura 2b, 10a).

Madera de color amarillo rojizo (7.5YR 7/6), sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor no distintivos. Lustre mediano. Grano entrecruzado. Textura fina. Dura y pesada.

Anillos de crecimiento no definidos. Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, solitarios y múltiples radiales de 2 (-3). Platinas de perforación escalariformes hasta de 20 barras. Punteaduras intervasculares opuestas, grandes. Punteaduras radiovasculares con areola reducida o aparentemente simples, de forma alargada o re-

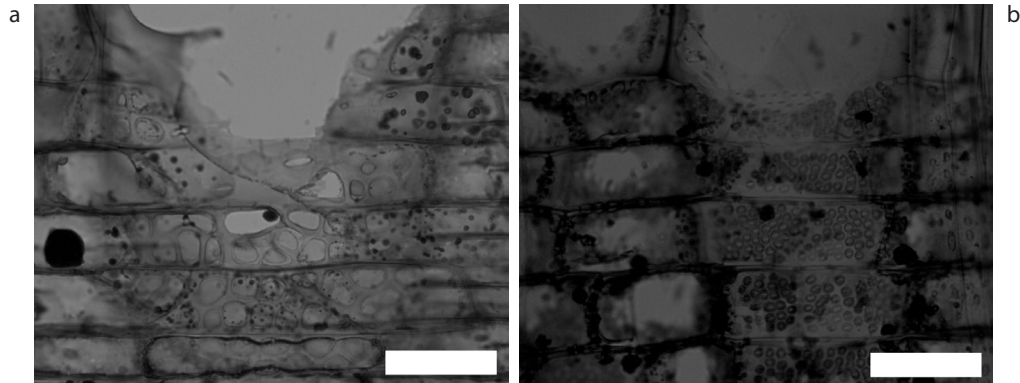


Figura 9. Punteaduras radiovasculares. (a) *Tapirira guianensis*. Distintas a las intervascuales. (b) *Zanthoxylum caribaeum*. Similares a las intervascuales (Barra = 50 µm).

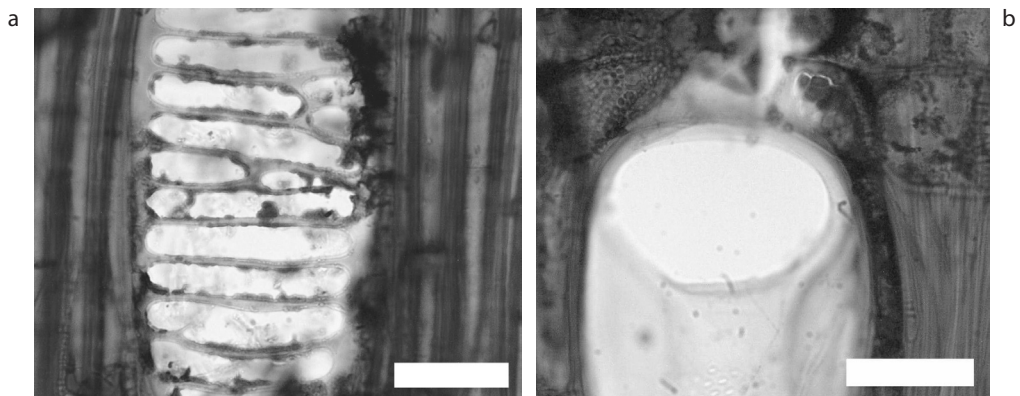


Figura 10. Platinas de perforación. (a) *Huerteia granadina*. Platina de perforación múltiple. (b) *Billia rosea*. Platina de perforación simple (Barra = 50 µm).

dondeada. Fibras septadas, paredes delgadas, punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima apotraqueal difuso, en agregados, paratraqueal escaso, en series de células. Radios homocelulares de células cuadradas o erectas y heterocelulares con más de cuatro filas de células. Cristales prismáticos en células erectas de los radios, 1-3 cristales por célula o cámara.

En los cuadros 2-4 se presentan los resultados de las características cuantitativas determinadas para cada especie.

Clave de identificación:

1a. Conductos gomíferos transversales presentes 2
 b. Conductos gomíferos transversales ausentes 3
 2a. Poros con diámetro promedio mayor de 150 µm, radios con altura promedio mayor de 500 µm *Spondias mombin*

b. Poros con diámetro promedio menor de 150 µm, radios con altura promedio menor de 500 µm *Astronium graveolens*, *Tapirira guianensis*
 3a. Radios exclusivamente a predominantemente uniseriados 4
 b. Radios con dos o más células de ancho presentes 10
 4a. Sílice presente en células parenquimáticas radiales 5
 b. Sílice ausente 7
 5a. Anillos definidos por reducción de diámetro radial de las fibras *Trichilia martiana*
 b. Anillos definidos por parénquima marginal 6
 6a. Cristales prismáticos en parénquima axial, abundantes *Trichilia maynasiana*
 b. Cristales ausentes *Trichilia pallida*
 7a. Fibras septadas presentes 8
 b. Fibras exclusivamente no septadas 9
 8a. Radios exclusivamente homocelulares de células procumbentes *Matayba scrobiculata*

b. Radios heterocelulares presentes
..... <i>Allophylus racemosus</i> , <i>Trichilia singularis</i>	
9a. Parénquima en bandas sólo de tipo marginal	
..... <i>Billia rosea</i>	
b. Parénquima en bandas de 1-2 células de ancho	
y marginal	<i>Trichilia trifolia</i>
10a. Radios exclusivamente homocelulares de cé-	
lulas procumbentes	11
b. Radios heterocelulares presentes	16
11a. Cristales prismáticos presentes en parénquima	
axial	12
b. Cristales ausentes	15
12a. Fibras exclusivamente no septadas	
..... <i>Melicoccus bijugatus</i>	
b. Fibras septadas presentes	13
13a. Parénquima predominantemente en bandas	
con más de tres células de ancho	14
b. Parénquima en bandas ausente	
..... <i>Matayba scrobiculata</i>	
14a. Fibras de paredes medianas a gruesas	
..... <i>Guarea guidonia</i>	
b. Fibras de paredes gruesas a muy gruesas	
..... <i>Sapindus saponaria</i>	
15a. Radios predominantemente biseriados	
..... <i>Talisia coriacea</i>	
b. Radios predominantemente de 6 células de an-	
cho	<i>Simaba orinocensis</i>
16a. Parénquima marginal presente	17
b. Parénquima marginal ausente	20
17a. Porosidad semicircular	<i>Cedrela odorata</i>
b. Porosidad difusa	18
18a. Fibras exclusivamente no septadas; cristales	
ausentes	<i>Simaba cedron</i>
b. Fibras septadas presentes; cristales prismáticos	
presentes	19
19a. Cristales prismáticos en radios, algunas veces	
en parénquima	<i>Swietenia macrophylla</i>
b. Cristales prismáticos exclusivamente en parén-	
quima axial	<i>Zanthoylum caribaeum</i> , <i>Z. setulosum</i>
20a. Cristales prismáticos en células parenquimá-	
ticas radiales	21
b. Cristales ausentes	<i>Matayba guianensis</i>
21a. Platinas de perforación exclusivamente sim-	
ples	22
b. Platinas de perforación escalariformes presentes	
..... <i>Huertea granadina</i>	
22a. Poros con diámetro promedio mayor de 150	
µm; parénquima predominantemente paratra-	
quealaliforme de ala corta ...	<i>Anacardium excelsum</i>
b. Poros con diámetro promedio menor de 120 µm;	

parénquima predominantemente paratraqueal es-	
caso y vasicéntrico delgado	23
23a. Radios hasta 5 células de ancho	
..... <i>Protium crenatum</i>	
b. Radios hasta 2-3 células de ancho	
..... <i>P. heptaphyllum</i> , <i>P. tenuifolium</i>	

Dentro del orden, algunas características manifiestan una notable homogeneidad entre las especies y familias estudiadas y se pueden mencionar las siguientes:

Porosidad, platinas de perforación y punteaduras: la porosidad difusa fue la más común y sólo una especie (*Cedrela odorata*) presentó porosidad semicircular. Las platinas de perforación fueron exclusivamente simples excepto en el caso de *Huertea granadina* (Staphyleaceae) donde se observaron platinas escalariformes. Con respecto a las punteaduras intervasculares, la condición dominante fueron las punteaduras alternas y la única excepción fue *H. granadina* donde se presentaron de tipo opuestas. El tamaño de punteaduras, en base a diámetro promedio, varió de diminutas a pequeñas en las familias Hippocastanaceae, Meliaceae, Rutaceae y Sapindaceae. La categoría de medianas se presentó en las familias Burseraceae, Sapindaceae y Simaroubaceae; mientras que la Anacardiaceae y Staphyleaceae presentaron punteaduras grandes. En relación a las punteaduras radiovasculares, en Anacardiaceae, Burseraceae y Staphyleaceae fueron distintas a las intervasculares mientras que en el resto de las familias se presentaron como similares.

Fibras: el desarrollo de fibras septadas se presentó en 18 especies (66,67 %). A nivel de familias, todas las especies estudiadas de Anacardiaceae, Burseraceae y Rutaceae presentaron fibras septadas mientras que en Meliaceae y Sapindaceae se presentó una combinación de especies con fibras septadas y fibras exclusivamente no septadas. En Meliaceae, el 50 % de las especies estudiadas presentaron fibras septadas y el 50 % restante fibras no septadas; este último grupo se restringió sólo a especies del género *Trichilia*. Por otra parte, de las seis especies de Sapindaceae, dos de ellas presentaron fibras exclusivamente no septadas. Las dos especies de Simaroubaceae y la única especie de Hippocastanaceae presentaron fibras no septadas. Con respecto al tipo de punteaduras en las fibras, el 100 % de las especies estudiadas presentaron punteaduras indistintamente areoladas.

Parénquima: la condición predominante fue la presencia de parénquima paratraqueal en sus diferentes formas. El parénquima apotraqueal difuso se presentó en *Billia rosea*, *Cedrela odorata*, *Swietenia macrophylla*, *Zanthoxylum caribaeum*, *Allophylus racemosus*, *Talisia coriacea* y *Hurtea granadina*; pero en todos los casos en baja proporción excepto en esta última especie, donde fue el tipo de parénquima predominante. El desarrollo de parénquima marginal se presentó en un total de 12 especies pertenecientes a las familias Meliaceae, Hippocastanaceae, Rutaceae, Sapindaceae y Simaroubaceae. En todos los casos, el parénquima fue en series predominantemente de 4-8 células.

Radios: en cuanto a composición de los radios, en siete especies (25,93 % del total) se encontraron radios exclusivamente homocelulares de células procumbentes, nueve especies (33,33 %) presentaron radios exclusivamente heterocelulares y en las once especies restantes (40,74 %) se encontró la combinación de radios homocelulares y heterocelulares. Respecto al ancho, la presencia de radios exclusiva a predominantemente uniseriados se presentó en ocho especies (29,63 %) pertenecientes a las familias Hippocastanaceae, Meliaceae y Sapindaceae. En el caso de la Meliaceae, los radios exclusivamente uniseriados se restringieron a las especies del género *Trichilia*.

Sustancias minerales: sólo tres especies (11,11 % del total estudiado) no presentaron ningún tipo de inclusiones minerales. Esas especies se distribuyeron en la familia Sapindaceae (*Matayba guianensis*) y Simaroubaceae (*Simaba cedron*, *S. orinocensis*). La forma mineral más común fueron los cristales y se presentaron tanto en radios (Anacardiaceae, Burseraceae, Meliaceae, Staphyleaceae) como en parénquima axial (Hippocastanaceae, Meliaceae, Rutaceae, Sapindaceae). Por otra parte, en la Meliaceae y Burseraceae se combinó la presencia de cristales con sílice.

Estructuras secretoras: sólo en la familia Anacardiaceae (*Astronium graveolens*, *Spondias mombin*, *Tapirira guianensis*) se encontraron conductos normales. En el caso de las dos especies de Rutaceae, se observaron conductos gomíferos pero de origen traumático.

A nivel de caracteres cuantitativos y en relación a las categorías establecidas por IAWA Committee (1989) se observó lo siguiente: en cuanto a frecuencia de poros, la mayor proporción se obser-

vó en la categoría II (5-20 poros/mm²) con un 50 % mientras que los menores valores se ubicaron en la categoría IV (40-100 poros/mm²) con 7,14 %. En general, las menores frecuencias correspondieron a *Anacardium excelsum*, *Cedrela odorata*, *Simaba cedron* y *S. orinocensis*, mientras que los mayores valores los presentaron individuos de *Trichilia trifolia* subsp. *pteleifolia* y *Allophylus racemosus*. Con respecto al diámetro de los poros, el 64,29 % de las especies se ubicaron en la categoría III (100-200 µm) y 35,71 % en la categoría II (50-100 µm). Los menores valores se observaron en algunas especies de *Trichilia* (65-72 µm) mientras que los mayores diámetros promedio los presentaron *Anacardium excelsum* (178 µm) y *Spondias mombin* (182 µm). El diámetro de punteaduras manifestó un comportamiento más variable: la mayor proporción de las especies estudiadas se encontró en el grupo de punteaduras diminutas (< 4 µm) el cual incluyó el 39,29 % de las especies estudiadas, seguido de punteaduras medianas (7-10 µm) con 35,71 %, pequeñas (4-7 µm) con 14,29 % de las especies, mientras que un 10,71 % del material estudiado se ubicó dentro de la categoría de punteaduras grandes (> 10 µm). La presencia de punteaduras grandes sólo se encontró en la familia Anacardiaceae y Staphyleaceae y las punteaduras diminutas se ubicaron en las familias Meliaceae, Rutaceae y Sapindaceae. La longitud de elementos de vaso se concentró principalmente en la categoría de medianos (350-800 µm) con el 57,14 % de las especies estudiadas, seguido del grupo de cortos (< 350 µm) con 39,29 % de las especies. La categoría de elementos de vaso largos (> 800 µm) sólo estuvo representada por *Hurtea granadina*. La longitud de las fibras mostró un comportamiento muy similar a la de los elementos de vaso en el sentido que la mayoría de las especies (82,14 %) presentaron fibras medianas (900-1600 µm), 14,29 % se caracterizaron por tener fibras cortas (< 900 µm), mientras que las fibras largas (> 1600 µm) sólo se observaron en *Hurtea granadina*. Los resultados del análisis de varianza y la prueba de Tukey (Cuadros 2, 3 y 4) indican cuáles especies y en cuáles características se presentaron diferencias significativas lo cual permitió utilizarlas como elemento de diferenciación en la clave de identificación.

Tomando en consideración lo establecido por Cronquist (1981) y APG (2003), dentro del orden Sapindales se tienen como comunes en ambos sis-

Cuadro 2. Frecuencia de poros, diámetro de poros y diámetro de punteaduras (mínimo, promedio, desviación, máximo, número de mediciones y coeficiente de variación).

Familia	Especie	Poros/mm ²	Diámetro de poros (µm)	Diámetro de punteaduras (µm)
ANACARDIACEAE	<i>Anacardium excelsum</i>	2-4	(140-) 178 ^{kl} ± 24,51 (-250) n = 100; CV = 13,77 %	(11,25-) 13,41 ^g ± 1,29 (-16,25) n = 40; CV = 9,62 %
	<i>Astronium graveolens</i>	8-14	(70-) 109 ^{d,ef,gh} ± 20,66 (-150) n = 75; CV = 18,95 %	(7,5-) 8,79 ^{ef} ± 1,33 (-11,25) n = 30; CV = 15,13 %
	<i>Spondias mombin</i>	6-7	(100-) 182 ^l ± 40,07 (-270) n = 100; CV = 22,02 %	(10-) 12,44 ^g ± 1,88 (-17,5) n = 40; CV = 15,11 %
	<i>Tapirira guianensis</i>	11-13	(75-) 124 ^{ghj} ± 36,59 (-210) n = 75; CV = 29,51 %	(7,5-) 9,46 ^f ± 1,69 (-12,5) n = 30; CV = 17,86 %
BURSERACEAE	<i>Protium crenatum</i>	13-17	(80-) 117 ^{ghj} ± 21,06 (-180) n = 100; CV = 18 %	(5-) 7,87 ^{c,def} ± 1,24 (-10) n = 40; CV = 15,76 %
	<i>P. heptaphyllum</i>	20-23	(65-) 97,47 ^{c,def} ± 17,94 (-165) n = 75; CV = 18,41 %	(7,5-) 9,04 ^{ef} ± 1,07 (-11,25) n = 30; CV = 11,84 %
	<i>P. tenuifolium</i>	13-21	(70-) 104 ^{d,ef,gh} ± 18,38 (-165) n = 50; CV = 17,67 %	(7,5-) 8,87 ^{ef} ± 0,9 (-11,25) n = 20; CV = 10,15 %
HIPPOCASTANACEAE	<i>Billia columbiana</i>	21	(70-) 86 ^{a,b,c,d} ± 9,97 (-115) n = 25; CV = 11,59 %	(3,75-) 4,62 ^b ± 0,6 (-5) n = 10; CV = 12,99 %
MELIACEAE	<i>Cedrela odorata</i>	2-6	(110-) 185 ^l ± 49,9 (-325) n = 50; CV = 26,97 %	(5-) 6,62 ^c ± 1,41 (-8,75) n = 20; CV = 21,3 %
	<i>Guarea guidonia</i>	4-5 (-8)	(110-) 155 ^k ± 25,93 (-210) n = 100; CV = 16,73 %	(2,5-) 3,37 ^{ab} ± 0,58 (-3,75) n = 40; CV = 17,21 %
	<i>Swietenia macrophylla</i>	6-9	(85-) 138 ^{hl} ± 31,26 (-220) n = 100; CV = 22,65 %	(2,5-) 3,19 ^{ab} ± 0,69 (-5) n = 40; CV = 21,63 %
	<i>Trichilia martiana</i>	6-13	(70-) 126 ^{hi} ± 30,49 (-185) n = 75; CV = 24,2 %	(2,5-) 3,92 ^{ab} ± 0,71 (-6,25) n = 30; CV = 18,11 %
	<i>T. maynasiana</i>	23-30	(55-) 68 ^{ab} ± 9,11 (-90) n = 25; CV = 13,40 %	(2,5-) 2,5 ^a ± 0,0 (-2,5) n = 10; CV = 0 %
	<i>T. pallida</i>	20-22	(50-) 67 ^{ab} ± 11,84 (-95) n = 50; CV = 17,67 %	(2,5-) 3,12 ^{ab} ± 0,64 (-3,75) n = 20; CV = 20,51 %
	<i>T. singularis</i>	14-19	(65-) 80 ^{abc} ± 8,72 (-110) n = 50; CV = 10,90 %	(3,75-) 3,75 ^{ab} ± 0,0 (-3,75) n = 20; CV = 0 %
	<i>T. trifolia</i> subsp. <i>pteleifolia</i>	37-41	(50-) 65 ^a ± 8,2 (-90) n = 50; CV = 12,61 %	(2,5-) 3,625 ^{ab} ± 0,8 (-5) n = 20; CV = 22,07 %
	<i>T. trifolia</i> subsp. <i>trifolia</i>	51	(60-) 72 ^{ab} ± 8,43 (-90) n = 25; CV = 11,71 %	(2,5-) 3,625 ^{ab} ± 0,39 (-3,75) n = 10; CV = 10,76 %
RUTACEAE	<i>Zanthoxylum caribaeum</i>	9	(80-) 104 ^{d,ef,gh} ± 15,23 (-145) n = 25; CV = 14,64 %	(3,75-) 4 ^{ab} ± 0,53 (-5) n = 10; CV = 13,25 %
	<i>Z. setulosum</i>	10	(85-) 105 ^{d,ef,gh} ± 11,54 (-125) n = 25; CV = 10,99 %	(3,75-) 4,625 ^b ± 0,60 (-5) n = 10; CV = 12,97 %
SAPINDACEAE	<i>Allophylus racemosus</i>	25-41	(50-) 69 ^{ab} ± 8,16 (-85) n = 50; CV = 11,83 %	(3,75-) 4,125 ^b ± 0,59 (-5) n = 20; CV = 14,3 %
	<i>Matayba guianensis</i>	32	(70-) 89 ^{b,c,d} ± 10,44 (-110) n = 25; CV = 11,73 %	(7,5) 9 ^{ef} ± 0,99 (-10) n = 10; CV = 11 %
	<i>M. scrobiculata</i>	9-12	(70-) 101 ^{c,d,ef,gh} ± 12,32 (-135) n = 75; CV = 12,20 %	(2,5-) 3,71 ^{ab} ± 0,83 (-5) n = 30; CV = 22,37 %
	<i>Melicoccus bijugatus</i>	5-7	(90-) 115 ^{f,gh} ± 16,3 (-150) n = 25; CV = 14,17 %	(7,5-) 8,125 ^{c,def} ± 0,66 (-8,75) n = 10; CV = 8,12 %
	<i>Sapindus saponaria</i>	6-10	(80-) 124 ^{ghj} ± 29,33 (-195) n = 50; CV = 23,65 %	(2,5-) 3,75 ^{ab} ± 0,91 (-5) n = 20; CV = 24,27 %
	<i>Talisia</i> cf. <i>coriacea</i>	5	(75-) 109 ^{e,fg,h} ± 15,71 (-140) n = 25; CV = 14,41 %	(6,25-) 7,125 ^{c,d} ± 0,84 (-8,75) n = 10; CV = 11,79 %
SIMAROUBACEAE	<i>Simaba cedron</i>	2	(100-) 122 ^{ghj} ± 19,58 (-175) n = 25; CV = 16,05 %	(6,25-) 7,625 ^{c,d,e} ± 0,71 (-8,75) n = 10; CV = 9,31 %
	<i>S. orinocensis</i>	2	(140-) 184 ^l ± 27,66 (-240) n = 25; CV = 15,03 %	(7,5-) 8,5 ^{d,ef} ± 0,53 (-8,75) n = 10; CV = 6,23 %
STAPHYLACEAE	<i>Huerteia granadina</i>	14	(65-) 89 ^{b,c,d,e} ± 10,67 (-110) n = 25; CV = 11,99 %	(11,25-) 13,875 ^g ± 2,46 (-17,5) n = 10; CV = 17,73 %

NOTA: letras diferentes indican grupos estadísticamente diferentes (Tukey, α = 0,01).

Cuadro 3. Radios por μm , ancho y altura de radios (mínimo, promedio, desviación, máximo, número de mediciones y coeficiente de variación).

Familia	Especie	Radios/mm	Ancho de radios (N° células)	Altura de radios (μm)
ANACARDIACEAE	<i>Anacardium excelsum</i>	(4-) 6,425 ^{b,c,d} \pm 1,15 (-10) n = 40; CV = 17,89 %	1-2	(340-) 497 ⁹ \pm 87,04 (-800) n = 100; CV = 17,51 %
	<i>Astronium graveolens</i>	(4-) 6,37 ^{b,c} \pm 1,33 (-9) n = 30; CV = 20,88 %	1-4	(195-) 333 ^{a,b,c,d} \pm 70,36 (-550) n = 75; CV = 21,13 %
	<i>Spondias mombin</i>	(2-) 3,075 ^a \pm 0,94 (-5) n = 40; CV = 30,57 %	2-8	(160-) 726 ^h \pm 245,13 (-1570) n = 100; CV = 33,76 %
	<i>Tapirira guianensis</i>	(3-) 5,5 ^{b,c} \pm 1,68 (-9) n = 30; CV = 30,54 %	2-5	(240-) 409 ^{c,d,e,f,g} \pm 101,31 (-700) n = 75; CV = 24,77 %
BURSERACEAE	<i>Protium crenatum</i>	(4-) 5,4 ^{a,b,c} \pm 1,08 (-7) n = 40; CV = 20 %	1-5	(230-) 395 ^{b,c,d,e,f,g} \pm 129,51 (-815) n = 100; CV = 32,79 %
	<i>P. heptaphyllum</i>	(3-) 6,17 ^{b,c} \pm 1,88 (-10) n = 30; CV = 30,47 %	1-2, pred. 2	(210-) 339 ^{a,b,c,d} \pm 80,19 (-565) n = 75; CV = 23,65 %
	<i>P. tenuifolium</i>	(4-) 5,6 ^{b,c} \pm 0,82 (-8) n = 20; CV = 14,64 %	1-3	(190-) 289 ^{a,b} \pm 52,53 (-460) n = 50; CV = 18,18 %
HIPPOCASTANACEAE	<i>Billia columbiana</i>	(8-) 10,8 ^{e,f,g,h} \pm 1,55 (-13) n = 10; CV = 14,35 %	1	(190-) 309 ^{a,b,c} \pm 76,06 (-510) n = 25; CV = 24,61 %
MELIACEAE	<i>Cedrela odorata</i>	(2-) 4,05 ^{a,b} \pm 0,89 (-5) n = 20; CV = 21,97 %	1-4, pred. 3-4	(215-) 360 ^{a,b,c,d,e} \pm 99,61 (-600) n = 50; CV = 27,67 %
	<i>Guarea guidonia</i>	(6-) 8,8 ^{d,e} \pm 1,73 (-13) n = 40; CV = 19,66 %	1-3	(205-) 410 ^{c,d,e,f,g} \pm 118,17 (-930) n = 100; CV = 28,82 %
	<i>Swietenia macrophylla</i>	(4-) 5,4 ^{a,b,c} \pm 0,9 (-7) n = 40; CV = 16,67 %	1-6, pred. 4-6	(240-) 408 ^{d,e,f,g} \pm 79,62 (-600) n = 100; CV = 19,51 %
	<i>Trichilia martiana</i>	(6-) 11,23 ^{f,g,h} \pm 3,28 (-17) n = 30; CV = 29,21 %	1	(180-) 371 ^{a,b,c,d,e,f} \pm 102,23 (-770) n = 75; CV = 27,55 %
	<i>T. maynasiana</i>	(11-) 12,5 ^{a,h,i,j} \pm 1,58 (-15) n = 10; CV = 12,64 %	1	(200-) 333 ^{a,b,c,d} \pm 74,66 (-500) n = 25; CV = 22,42 %
	<i>T. pallida</i>	(7-) 12,2 ^{f,g,h} \pm 2,35 (-16) n = 20; CV = 19,26 %	1	(220-) 381 ^{a,b,c,d,e,f} \pm 128,01 (-690) n = 50; CV = 33,60 %
	<i>T. singularis</i>	(12-) 15,2 ^g \pm 1,79 (-19) n = 20; CV = 11,78 %	1	(220-) 413 ^{c,d,e,f,g} \pm 139,27 (-815) n = 50; CV = 33,72 %
	<i>T. trifolia</i> subsp. <i>pteleifolia</i>	(11-) 14,6 ^{i,j} \pm 1,9 (-18) n = 20; CV = 13,01 %	1	(180-) 341 ^{a,b,c,d} \pm 93,05 (-630) n = 50; CV = 27,29 %
	<i>T. trifolia</i> subsp. <i>trifolia</i>	(11-) 12,8 ^{h,i} \pm 1,03 (-14) n = 10; CV = 8,05 %	1	(250-) 407 ^{c,d,e,f,g} \pm 123,68 (-690) n = 25; CV = 30,39 %
RUTACEAE	<i>Zanthoxylum caribaeum</i>	(4-) 5,7 ^{b,c} \pm 1,06 (-7) n = 10; CV = 18,6 %	(1-) 3-5	(290-) 435 ^{d,e,f,g} \pm 95,67 (-710) n = 25; CV = 21,99 %
	<i>Z. setulosum</i>	(4-) 5,1 ^{a,b,c} \pm 0,57 (-6) n = 10; CV = 11,18 %	1-6, pred. 4-5	(300-) 454 ^{e,f,g} \pm 93,42 (-620) n = 25; CV = 20,58 %
SAPINDACEAE	<i>Allophylus racemosus</i>	(8-) 11,3 ^{f,g,h} \pm 1,89 (-15) n = 20; CV = 16,73 %	1 (-2)	(150-) 308 ^{a,b,c} \pm 81,09 (-550) n = 50; CV = 26,38 %
	<i>Matayba guianensis</i>	(5-) 7,4 ^{c,d} \pm 1,58 (-9) n = 10; CV = 21,35 %	1-2	(205-) 293 ^{a,b} \pm 45,67 (-385) n = 25; CV = 15,59 %
	<i>Matayba scrobiculata</i>	(11-) 15,23 ⁱ \pm 2,09 (-19) n = 30; CV = 13,72 %	1	(170-) 283 ^a \pm 73,75 (-560) n = 75; CV = 26,06 %
	<i>Melicoccus bijugatus</i>	(7-) 10,1 ^{e,f} \pm 1,52 (-12) n = 10; CV = 15,06 %	1-3	(230-) 362 ^{a,b,c,d,e} \pm 113,35 (-770) n = 25; CV = 31,31 %
	<i>Sapindus saponaria</i>	(4-) 7,2 ^{c,d} \pm 2,19 (-11) n = 20; CV = 30,42 %	1-4	(170-) 352 ^{a,b,c,d,e} \pm 90,48 (-660) n = 50; CV = 25,70 %
	<i>Talisia</i> cf. <i>coriacea</i>	(8-) 12 ^{f,g,h} \pm 2,31 (-16) n = 10; CV = 19,25 %	1-2, pred. 2	(250-) 340 ^{a,b,c,d} \pm 65,82 (-510) n = 25; CV = 19,36 %
SIMAROUBACEAE	<i>Simaba cedron</i>	(4-) 5 ^{a,b,c} \pm 0,67 (-6) n = 10; CV = 13,4 %	(1-) 4-6	(500-) 675 ^h \pm 152,83 (-1040) n = 25; CV = 22,64 %
	<i>S. orinocensis</i>	(4-) 6,1 ^{b,c} \pm 1,37 (-8) n = 10; CV = 22,46 %	1-6, pred. 6	(360-) 477 ^{f,g} \pm 78,67 (-690) n = 25; CV = 16,49 %
STAPHYLACEAE	<i>Huertia granadina</i>	(9-) 10,2 ^{e,f,g} \pm 1,4 (-13) n = 10; CV = 13,72 %	1-6, pred. 4-6	(470-) 766 ^h \pm 231,37 (-1400) n = 25; CV = 30,2 %

NOTA: letras diferentes indican grupos estadísticamente diferentes (Tukey, $\alpha = 0,01$).

Cuadro 4. Longitud de elementos de los vasos, longitud de fibras (mínimo, promedio, desviación, máximo, número de mediciones y coeficiente de variación).

Familia	Especie	Longitud de elementos de los vasos (μm)	Longitud de fibras (μm)
ANACARDIACEAE	<i>Anacardium excelsum</i>	(250-) 459 ^{a,h,i,j} \pm 116,91 (-770) n = 100; CV = 25,47 %	(970-) 1251 ^{h,i,j,k,l,m} \pm 157,22 (-1750) n = 100; CV = 12,57 %
	<i>Astronium graveolens</i>	(190-) 342 ^{b,c,d,e,f} \pm 77,08 (-550) n = 71; CV = 22,54 %	(780-) 1170 ^{a,h,i} \pm 172,79 (-1590) n = 75; CV = 14,77 %
	<i>Spondias mombin</i>	(170-) 412 ^{d,e,f,g,h,i} \pm 109,18 (-780) n = 100; CV = 26,5 %	(970-) 1355 ^{k,l,m,n} \pm 153,82 (-1770) n = 100; CV = 11,35 %
	<i>Tapirira guianensis</i>	(175-) 408 ^{d,e,f,g,h,i} \pm 125,88 (-670) n = 75; CV = 30,85 %	(750-) 1176 ^{a,h,i} \pm 206,15 (-1600) n = 75; CV = 17,53 %
BURSERACEAE	<i>Protium crenatum</i>	(175-) 332 ^{b,c,d,e} \pm 74,28 (-520) n = 100; CV = 22,37 %	(770-) 979 ^{b,c,d,e} \pm 105,24 (-1220) n = 100; CV = 10,75 %
	<i>P. heptaphyllum</i>	(190-) 344 ^{b,c,d,e,f} \pm 99,59 (-650) n = 75; CV = 28,95 %	(875-) 1057 ^{d,e,f,g} \pm 107,06 (-1290) n = 75; CV = 10,13 %
	<i>P. tenuifolium</i>	(190-) 323 ^{a,b,c,d} \pm 84,86 (-535) n = 50; CV = 26,27 %	(860-) 1004 ^{c,d,e,f,g} \pm 88,15 (-1205) n = 50; CV = 8,78 %
	<i>Billia columbiana</i>	(305-) 425 ^{f,g,h,i,j} \pm 84,84 (-605) n = 25; CV = 19,96 %	(710-) 948 ^{a,b,c,d} \pm 99,27 (-1130) n = 25; CV = 10,47 %
MELIACEAE	<i>Cedrela odorata</i>	(180-) 312 ^{a,b,c} \pm 79,25 (-470) n = 50; CV = 25,40 %	(900-) 1238 ^{h,i,j,k,l} \pm 179,92 (-1670) n = 50; CV = 14,53 %
	<i>Guarea guidonia</i>	(220-) 428 ^{f,g,h,i,j} \pm 136,55 (-790) n = 100; CV = 31,9 %	(960-) 1391 ^{m,n} \pm 222,51 (-1970) n = 100; CV = 15,99 %
	<i>Swietenia macrophylla</i>	(160-) 332 ^{b,c,d,e} \pm 82,74 (-525) n = 100; CV = 24,92 %	(920-) 1213 ^{h,i,j,k} \pm 146,14 (-1550) n = 100; CV = 12,05 %
	<i>Trichilia martiana</i>	(270-) 464 ^{h,i,j} \pm 93,87 (-705) n = 68; CV = 20,23 %	(780-) 1135 ^{f,g,h,i} \pm 301,24 (-1890) n = 75; CV = 26,54 %
	<i>T. maynasiana</i>	(200-) 453 ^{g,h,i,j} \pm 116,34 (-675) n = 18; CV = 25,68 %	(990-) 1206 ^{h,i,j} \pm 139,08 (-1530) n = 25; CV = 11,53 %
	<i>T. pallida</i>	(240-) 404 ^{c,d,e,f,g,h,i} \pm 72,16 (-530) n = 50; CV = 17,86 %	(645-) 843 ^{a,b} \pm 84,04 (-1095) n = 50; CV = 9,97 %
	<i>T. singularis</i>	(225-) 427 ^{f,g,h,i,j} \pm 91,74 (-620) n = 50; CV = 21,48 %	(700-) 855 ^{a,b} \pm 79,2 (-1050) n = 50; CV = 9,26 %
	<i>T. trifolia</i> subsp. <i>pteleifolia</i>	(230-) 422 ^{e,f,g,h,i,j} \pm 86,39 (-650) n = 50; CV = 20,47 %	(820-) 953 ^{a,b,c,d,e} \pm 73,62 (-1140) n = 50; CV = 7,72 %
	<i>T. trifolia</i> subsp. <i>trifolia</i>	(205-) 355 ^{b,c,d,e,f} \pm 94,57 (-550) n = 25; CV = 26,64 %	(780-) 898 ^{a,b,c} \pm 59,65 (-1040) n = 25; CV = 6,64 %
RUTACEAE	<i>Zanthoxylum caribaeum</i>	(205-) 369 ^{b,c,d,e,f,g} \pm 68,92 (-475) n = 25; CV = 18,68 %	(1145-) 1370 ^{m,n} \pm 143,83 (-1650) n = 25; CV = 10,50 %
	<i>Z. setulosum</i>	(180-) 337 ^{b,c,d,e,f} \pm 78,3 (-470) n = 25; CV = 23,23 %	(980-) 1346 ^{g,h,i,j,k,l,m,n} \pm 154,15 (-1740) n = 25; CV = 11,45 %
SAPINDACEAE	<i>Allophylus racemosus</i>	(180-) 350 ^{b,c,d,e,f} \pm 71,94 (-495) n = 49; CV = 20,55 %	(640-) 818 ^a \pm 94,15 (-1035) n = 50; CV = 11,51 %
	<i>Matayba guianensis</i>	(200-) 307 ^{a,b,c} \pm 51,88 (-400) n = 25; CV = 16,9 %	(750-) 924 ^{a,b,c,d} \pm 97,23 (-1140) n = 25; CV = 10,52 %
	<i>M. scrobiculata</i>	(150-) 413 ^{d,e,f,g,h,i} \pm 101,88 (-605) n = 75; CV = 24,67 %	(820-) 1062 ^{d,e,f,g} \pm 114,56 (-1360) n = 75; CV = 10,79 %
	<i>Melicoccus bijugatus</i>	(180-) 289 ^{a,b} \pm 68,14 (-405) n = 25; CV = 23,58 %	(850-) 1095 ^{e,f,g,h} \pm 157,45 (-1450) n = 25; CV = 14,38 %
	<i>Sapindus saponaria</i>	(120-) 234 ^a \pm 47,70 (-330) n = 50; CV = 20,38 %	(935-) 1195 ^{a,h,i} \pm 157,28 (-1590) n = 50; CV = 13,16 %
	<i>Talisia</i> cf. <i>coriacea</i>	(200-) 385 ^{c,d,e,f,g,h} \pm 87,08 (-530) n = 18; CV = 22,62 %	(1125-) 1441 ⁿ \pm 161,20 (-1780) n = 25; CV = 11,19 %
SIMAROUBACEAE	<i>Simaba cedron</i>	(300-) 480 ^{ij} \pm 101,17 (-700) n = 25; CV = 21,08 %	(985-) 1148 ⁱ \pm 96,92 (-1350) n = 25; CV = 8,44 %
	<i>S. orinocensis</i>	(360-) 513 ⁱ \pm 76,1 (-635) n = 25; CV = 14,83 %	(1070-) 1236 ^{h,i,j,k} \pm 95,53 (-1440) n = 25; CV = 7,73 %
STAPHYLACEAE	<i>Huerteia granadina</i>	(585-) 999 ^k \pm 225,05 (-1465) n = 25; CV = 22,53 %	(1520-) 1874 ^o \pm 191,79 (-2270) n = 25; CV = 10,23 %

NOTA: letras diferentes indican grupos estadísticamente diferentes (Tukey, $\alpha = 0,01$).

temas a las familias Anacardiaceae, Burseraceae, Meliaceae, Rutaceae, Sapindaceae y Simaroubaceae. Dentro del sistema de Cronquist también se incluyen Hippocastanaceae, Staphyleaceae y Zygophyllaceae, las cuales son excluidas de este orden en APG y se le da cabida a las familias Biebersteiniaceae (representada sólo por especies de porte herbáceo; sin representantes en Venezuela), Kirkiaceae (plantas leñosas, no representada en Venezuela) y Nitrariaceae (hierbas y arbustos, sin representantes en Venezuela).

De acuerdo a la anatomía xilemática, se observa gran similitud entre las familias estudiadas, excepto en el caso del único representante de la familia Staphyleaceae, la cual mostró un xilema con características más primitivas: platinas escalari-formes hasta con 20 barras, punteaduras intervasculares opuestas, radios homocelulares de células cuadradas o erectas combinados con heterocelulares con más de cuatro filas de células marginales, parénquima predominantemente apotraqueal difuso en agregados, los mayores valores de longitud de elementos de vaso y longitud de fibras. Aún cuando se trabajó con una sola especie de esta familia, las características reportadas para algunas especies pertenecientes a los géneros *Euscaphis* (Carlquist y Hoekman, 1985), *Huerteia* (Carlquist y Hoekman, 1985), *Staphylea* (Carlquist y Hoekman, 1985), *Staphyleoxylon* (Blackwell, 1983), *Turpinia* (León, 2006; Détienne y Jacquet, 1988; Carlquist y Hoekman, 1985; Wheeler *et al.*, 1978) coinciden con lo observado en el presente estudio. Tanto Cronquist (1981) como Takhtajan (1997) incluyen a la Staphyleaceae en Sapindales. Sin embargo, APG (2003) la incorpora al orden Crossosomatales basándose en datos moleculares. Incluso *Huerteia granadina* es incorporada a la familia Tapisciaceae en el sistema APG, pero anatómicamente guarda muchas similitudes con su posición inicial en la familia Staphyleaceae. Carlquist (2007), estudiando la anatomía de la madera del orden Crossosomatales, presenta datos donde muestra que la nueva ubicación de la familia Staphyleaceae es más adecuada a la que presentaba en el sistema de Cronquist (1981) y Takhtajan (1997). La estructura de la madera también coincide en que esta familia mantiene fuertes diferencias con respecto al resto de familias que constituyen el orden Sapindales. En relación a la única especie estudiada de Hippocastanaceae (*Billia rosea*), se observan características

que se pueden considerar como intermedias entre Meliaceae y Sapindaceae. Es necesario mencionar que en el sistema APG (2003), la familia Hippocastanaceae es pasada a nivel de subfamilia (Hippocastanoideae) e incorporada a la familia Sapindaceae y se hace necesario estudiar un mayor número de muestras de diferentes especies de Hippocastanaceae para conocer si existe similitud anatómica con la familia Sapindaceae y adicionar especies de Aceraceae, la cual también ha pasado a formar parte de la Sapindaceae, dentro de la subfamilia Dodo-naeioideae, y se considera un grupo muy cercano a Hippocastanaceae.

Las mayores semejanzas se presentaron entre los representantes de las familias Anacardiaceae y Burseraceae, especialmente a nivel de *Astronium graveolens* y las especies de *Protium*. La principal diferencia radica en la presencia de conductos gomíferos en *Astronium graveolens*, estructura presente no sólo en esta especie sino que también se encontró *Spondias mombin* y *Tapirira guianensis*. Sin embargo, es necesario mencionar que la Burseraceae también tiene especies en donde se pueden presentar conductos transversales: *Bursera arborea*, *B. excelsa*, *B. hetersthes*, *B. instabilis* (Barajas y León, 1989), *B. simaruba* (Corothie, 1967; Omaña, 1984; Barajas *et al.*, 1997; León, 2006; 2012), *Tetragastris altissima* (Détienne *et al.*, 1982; Omaña, 1986; Miller y Détienne, 2001; León, 2012), *T. hostmannii* (Détienne *et al.*, 1982), *T. panamensis* (Détienne *et al.*, 1982; Omaña, 1986; León, 2012a). Détienne *et al.* (1982) reportan la presencia de conductos transversales en *Protium heptaphyllum*, aspecto que no coincide con lo observado en el presente estudio ni con lo reportado por Omaña (1984) y Mainieri y Peres (1989).

4. Conclusiones

- Se encontró una notable homogeneidad en el material estudiado, especialmente entre las especies de las familias Anacardiaceae y Burseraceae; así como también entre Meliaceae y Sapindaceae. En el caso de la familia Hippocastanaceae se observaron características que pueden considerarse como intermedias entre Meliaceae y Sapindaceae.
- La única especie estudiada de la Staphyleaceae (*Huerteia granadina*) mostró una gran dife-

rencia con respecto al resto del material estudiando, manifestándose como caracteres más primitivos como lo son la presencia de platinas de perforación escalariformes, punteaduras intervasculares opuestas, parénquima predominantemente apotraqueal difuso en agregados y radios heterocelulares con más de cuatro rutas de células marginales; además de mayor longitud promedio tanto de fibras como de elementos vasculares. A pesar de haberse estudiado una sola especie de esta familia, sus características coinciden con los reportes de otras especies de la misma familia por lo que se consideran representativas de Staphyleaceae.

- Tomando en consideración la anatomía xilémica, se considera adecuado la separación de la familia Staphyleaceae del orden Sapindales tal como lo presenta APG (2003).

5. Agradecimientos

Al Ing. For. Dimas Hernández, del Laboratorio de Fotogrametría y Sensores Remotos de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad de Los Andes, por la elaboración del mapa del área de estudio y la ubicación de los sitios de procedencia del material estudiado.

6. Referencias bibliográficas

- AGARWAL, M. y S. GUPTA. 2008. *Wood anatomy of Sapindales*. Bishen Sing Mahendra Pal Sing. 172 p.
- AGARWAL, M., S. GUPTA y V. PAINULY. 2005. Xylotomic study of the family Sapindaceae: microstructure, systematic and ecological trends. *Indian Forester* 131: 1024-1040.
- APG. 2003. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. *Bot. J. of the Linnean Soc.* 141: 399-436.
- ARISTEGUIETA, L. 2003. *Estudio dendrológico de la flora de Venezuela*. Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales. Vol. XXXVIII. Caracas, Venezuela. 572 p.
- BAIZHONG, L., B. TER WELLE y R. KLAASSEN. 1995. Wood anatomy of trees and shrubs from China. VII. Sapindaceae. *IAWA J.* 16: 191-215.
- BARAJAS, J. y C. LEÓN. 1989. *Anatomía de maderas de México: Especies de una selva baja caducifolia*. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología. Publicaciones Especiales 1. México D.F., México. 126 p.
- BARAJAS, M., G. ÁNGELES y P. SOLÍS. 1997. *Anatomía de maderas de México: especies de una selva alta perennifolia I*. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología. Publicaciones especiales 16. México D.F., México. 126 p.
- BLACKWELL, W. 1983. Fossil Wood from "Sand Hill", western central Mississippi. *Bull. Torrey Bot. Club* 110: 63-69.
- CARLQUIST, S. 2007. Wood anatomy of Crossosomatales: patterns of wood evolution with relation to phylogeny and ecology. *Aliso* 24: 1-18.
- CARLQUIST, S. y D. HOEKMAN. 1985. Wood anatomy of Staphyleaceae: Ecology, statistical correlations and systematics. *Flora* 177: 195-216.
- COROTHIE, H. 1967. *Estructura anatómica de 47 maderas de la Guayana Venezolana*. Laboratorio Nacional de Productos Forestales. Universidad de Los Andes. Ministerio de Agricultura y Cría. Mérida, Venezuela. 125 p.
- CRONQUIST, A. 1981. *An integrated system of classification of flowering plants*. Columbia University Press. New York, USA. 1262 p.
- DETIENNE, P. y P. JACQUET. 1988. *Atlas d'identification des bois de l'amazonie et des régions voisines*. Centre Technique Forestier Tropical. Marne, Francia. 640 p.
- DETIENNE, P., P. JACQUET y A. MARIAUX. 1982. *Manuel d'identification des bois tropicaux*. Centre Technique Forestier Tropical. Tome 3. Marne, Francia. 315 p.
- DONG, Z. y P. BAAS. 1993. Wood anatomy of trees and shrubs from China. V. Anacardiaceae. *IAWA J.* 14: 87-102.
- ESPINOZA, N. 1987. Estudio xilológico de algunas especies de *Cedrela* y *Toona*. *Pittieria* 14: 5-32.
- IAWA COMMITTEE. 1989. IAWA List of microscopic features for hardwood identification. *IAWA Bull.* n.s. 10: 219-332.
- KLAASSEN, R. 1999. Wood anatomy of the Sapindaceae. *IAWA J. Suppl.* 2. 214 p.
- KRIBBS, D. 1968. *Comercial foreign woods in the American market*. Dover Publications Inc. New York, USA. 241 p.
- LEÓN, W. 2012a. Anatomía de la madera de once especies de la familia Burseraceae en Venezuela. *Rev. Forest. Venez.* 56 (1): 9-20.
- LEÓN, W. 2012b. Anatomía de la madera de 12 especies de *Trichilia* L. (Meliaceae) que crecen en Venezuela. *Ernstia* 22: 37-60.

- LEÓN, W. 2010. Anatomía de la madera de 18 especies de Sapindaceae en Venezuela. *Ernstia* 20: 107-139.
- LEÓN, W. 2006. Anatomía de la Madera de 13 especies del orden Sapindales que crecen en el estado Mérida, Venezuela. *Acta Bot. Venez.* 29: 269-296.
- LEÓN, W. 2003. Estudio anatómico del xilema secundario de 17 especies de la familia Anacardiaceae. *Acta Bot. Venez.* 26: 1-30.
- MAINIERI, C. y J. PERES. 1989. *Fichas de características das madeiras brasileiras. Instituto de Pesquisas Tropicais.* Sao Paulo, Brasil. 418 p.
- MILLER, R. y P. DÉTIENNE. 2001. *Major timbers trees of Guyana. Wood anatomy.* Tropenbos International. Wageningen, Países Bajos. 218 p.
- NARDI, R. y M. EDLMANN. 1992. *Legnami tropicali importanti in Italia: Anatomia e identificazione. Volume II: America Latina.* Istituto di Assestamento e Tecnología Forestale. Università di Firenze. Firenze, Italia. 401 p.
- OMAHNA, S. 1984. *Anatomía de Algunas Maderas de las Anacardiaceae y Burseraceae.* Trabajo especial de grado. Escuela de Ingeniería Forestal, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela. 55 p.
- PÉREZ, A. 1993. Anatomía e identificación de 40 maderas del bosque La Mucuy, estado Mérida, Venezuela. *Pittieria* 20: 5-77.
- TAKHTAJAN, A. 1997. *Diversity and classification of flowering plants.* Columbia University Press. New York, USA. 643 p.
- TERRAZAS, T. 1999. Anatomía de la madera de Anacardiaceae con énfasis en los géneros americanos. *Bol. Soc. Bot. México* 64: 103-109.
- TERRAZAS, T. y T. WENDT. 1995. Systematic wood anatomy of the genus *Tapirira* Aublet (Anacardiaceae) – A numerical approach. *Brittonia* 47: 109-129.
- VALES, M. y C. MARTÍNEZ. 1983. Contribución al estudio anatómico del xilema de la familia Simarubaceae en Cuba, I: *Alvaradoa* Liebm. y *Simaruba* Aubl. *Acta Bot. Hungarica* 29: 231-240.
- WHEELER, E., R. SCOTT y E. BARGHOORN. 1978. Fossil dicotyledonous woods from Yellowstone National Park II. *J. Arnold Arb.* 59: 1-26.