

Anatomía de la madera de once especies de la familia Burseraceae en Venezuela

Wood anatomy of eleven species of Burseraceae family in Venezuela

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: 02-12-10 / Aceptado: 30-05-11

Resumen

Se presenta la descripción de la anatomía de la madera para once especies de la familia Burseraceae que crecen en Venezuela. Las especies estudiadas fueron *Bursera simaruba*, *Protium crenatum*, *P. decandrum*, *P. heptaphyllum*, *P. sagotianum*, *P. robustum*, *P. tenuifolium*, *Tetragastris altissima*, *T. panamensis*, *Trattinnickia burserifolia* y *T. lawrancei*. Con base a la presencia de conductos radiales, las especies estudiadas fueron separadas en dos grupos: en el primero se incluyen las especies con conductos (*B. simaruba*, *Tetragastris altissima*, *T. panamensis*) y el segundo está representado por las especies sin conductos. También se observó variación en cuanto al tipo de sustancias minerales: en seis especies (54,54 % del material estudiado) se presentaron cristales prismáticos en el parénquima radial, dos especies (18,18 %) presentaron sílice, dos especies (18,18 %) presentaron la combinación de cristales y sílice y sólo en *Trattinnickia burserifolia* no se observó ningún tipo de sustancia mineral. Se elaboró una clave de identificación y las únicas especies que no pudieron ser separadas fueron *P. sagotianum* y *P. tenuifolium*.

Palabras clave: Burseraceae, anatomía de maderas, conductos transversales, cristales, sílice.

Abstract

Wood anatomy descriptions for eleven species of Burseraceae family growing in Venezuela were presented. The species studied were *Bursera simaruba*, *Protium crenatum*, *P. decandrum*, *P. heptaphyllum*, *P. sagotianum*, *P. robustum*, *P. tenuifolium*, *Tetragastris altissima*, *T. panamensis*, *Trattinnickia burserifolia* and *T. lawrancei*. According the presence of radial canals, species are included in two groups: first group included species with radials canals (*B. simaruba*, *Tetragastris altissima*, *T. panamensis*) and second group is represented by species without canals. Variation in mineral substances was observed, in six species (54,54 % of studied material) are found prismatic crystals in radial parenchyma, two species (18,18 %) with silica, two species (18,18 %) with silica and crystals and *Trattinnickia burserifolia* was the only specie without mineral substances. A dichotomous key is presented and only *P. sagotianum* and *P. tenuifolium* could not be separated using the key.

Keywords: Burseraceae, wood anatomy, radials canals, crystals, silica.

1. Introducción

La familia Burseraceae pertenece al orden Sapindales (Cronquist, 1981; APG, 2003) y se encuentra muy relacionada con la Anacardiaceae. En Venezuela se encuentra representada por 68 especies, de porte arbóreo o arbustivo, pertenecientes a los géneros *Bursera* (5 especies), *Commiphora* (una especie), *Crepidospermum* (dos especies), *Dacryodes* (11 especies), *Protium* (41 especies), *Tetragastris* (4 especies) y *Trattinnickia* (4 especies), distribuidas en toda la geografía nacional (Hokche *et al.*, 2008). Algunas especies como *Bursera simaruba* tienen amplio uso en la medicina tradicional (Duno *et al.*, 2007), mientras que la madera de *Aucoumea klaineana* se emplea como material de construcción,

carpintería, ebanistería, chapas y contrachapados así como también en la producción de pastas papeleras (Betancourt, 2000); en el caso de *Protium neglectum*, su madera es apta para construcciones interiores, carpintería, muebles, revestimientos, pisos, contrachapado decorativo y de uso general, encofrados, tableros de partículas y de madera-cemento (Arévalo y Londoño, 2005); mientras que *P. crenatum* es apta para la producción de chapa decorativa (Espinoza de Pernía, 1991). Desde el punto de vista de estructura de la madera, se tiene la descripción a nivel de familia presentada por Metcalfe y Chalk (1950) y de algunas especies (Miller y Détienne, 2001; López *et al.*, 2006; Nardi y Edlmann, 1992; Barajas y León, 1989; Mainieri y Peres, 1989; Gómez y Engleman, 1983; Détienne *et al.*,

1982; Sosa, 1973; Kribs, 1968) pero generalmente son trabajos donde se combina la Burseraceae con otros grupos taxonómicos. Welle (1976) y Espinoza de Pernía (1987) incluyen algunas especies de Burseraceae en trabajos relacionados con la presencia de sílice y/o cristales en la madera. En Venezuela se ha realizado descripciones de la madera de *Bursera simaruba* (León, 2006), *B. tomentosa* (Castillo *et al.*, 2005), *Protium crenatum* (Espinoza de Pernía, 1991; Espinoza de Pernía y León, 1996), *P. guianensis* (Pérez, 1981), *P. grandifolium* (Pérez, 1981), *P. heptaphyllum* (León, 2006), *Tetragastris mucronata* (Pérez, 1969) y *T. panamensis* (Coroche 1967). También destaca el trabajo de Omaña (1984) donde describe la anatomía xilemática de especies de Anacardiaceae y Burseraceae, señalando que esta última familia presenta una estructura bastante homogénea y la diferenciación de especies e incluso de géneros es bastante difícil; especialmente en el caso de *Protium*, *Tetragastris* y *Trattinnickia*. Igualmente, León (2002) presenta la descripción de siete especies del género *Protium* pero sin elaborar claves de identificación que permitan la separación de las mismas.

Tomando en cuenta la importancia de este grupo taxonómico y las dificultades que ofrece para la separación de especies, el presente trabajo tiene como objetivo realizar el estudio anatómico de la madera de once especies de la familia Burseraceae que crecen en Venezuela, incluyendo un análisis de anatomía comparativa entre las especies estudiadas y una clave de identificación.

2. Materiales y métodos

El material de estudio está representado por muestras de madera de once especies de la familia Burseraceae colectadas en diferentes regiones geográficas de Venezuela y accesadas a la colección permanente de la xiloteca MERw (Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela). Cada muestra tiene su respectivo voucher en el herbario MER (Cuadro 1). De cada pieza de madera se extrajeron muestras de 1,5 x 1,5 x 2 cm las cuales fueron sometidas a un proceso de ablandamiento en agua hervida durante 4-8 horas y mediante el uso de un micrótopo de deslizamiento se obtuvieron secciones de aproximadamente 25 µm de espesor. Para la

tinción se utilizó safranina y una vez realizada la correspondiente deshidratación con baños sucesivos de alcohol al 50,70, 75 y 95%, xilol-alcohol (1:1) y xilol, se procedió a realizar el respectivo montaje con resina sintética. Para la descripción se siguió lo estipulado por IAWA Committee (1989). En la determinación del color se usó la tabla de colores de Munsell (1990). Para las características cuantitativas (diámetro de poros, longitud de elementos vasculares, diámetro de punteaduras intervasculares, longitud de fibras, altura de radios) se determinó la estadística básica (promedio, desviación estándar, coeficiente de variación, máximo, mínimo) y se realizó un análisis de varianza, con su respectiva prueba de medias (Tukey $\alpha = 0,05$), para conocer si existen diferencias significativas entre las especies estudiadas. Se elaboró una clave dicotómica paralela para la diferenciación de las especies estudiadas utilizando, principalmente, características cualitativas. El uso de características cuantitativas se hizo sólo en los casos en donde no pudieron establecerse diferencias en caracteres cualitativos y los elementos dimensionales utilizados en la clave se limitaron a aquellos que mostraran diferencias significativas en la prueba de medias.

3. Resultados

Bursera simaruba (L.) Sarg. (Figura 1)
Bursera bonariensis Boldingh, *B. gummifera* L., *B. gummifera* var. *pubescens* Engler, *B. integerrima* (Tul.) Triana & Planch., *B. ovalifolia* (Schltdl.) Engl., *B. subpubescens* (Rose) Engl., *Burseria gummifera* (L.) L., *Elaphrium integerrimum* Tul., *E. ovalifolium* Schltdl., *E. simaruba* (L.) Rose, *E. subpubescens* Rose, *Pistacia simaruba* L., *Tapirira macrophylla* Lundell, *Terebinthus simaruba* (L.) W. Wight.

Distribución en Venezuela: estados Amazonas, Aragua, Bolívar, Carabobo, Distrito Federal, Falcón, Guárico, Lara, Nueva Esparta, Táchira, Zulia (Hokche *et al.*, 2008), Mérida y Miranda (Duno *et al.*, 2007).

Madera de color amarillos pálido (2.5Y 8/4), sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor no distintivos. Lustre mediano. Grano entrecruzado. Textura fina. Blanda y liviana.

Anillos de crecimiento definidos por reducción del diámetro radial de las fibras. Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, solita-

Cuadro 1. Especies estudiadas: muestra de xiloteca, herbario y procedencia.

Especie	Muestra xiloteca	Muestra herbario	Procedencia
<i>Bursera simaruba</i>	X249	15279 Little	Mérida
	X2986	18 Curram	Distrito Federal
	X3165	21 Curram	Yaracuy
	X3612	2 FUDECO	Yaracuy
<i>Protium crenatum</i>	X1849	3966 Breteler	Barinas
	X4175	3966 Breteler	Barinas
	X5604	V11 1 Ba Hernández	Barinas
	X5605	V11 2 Ba Hernández	Barinas
<i>P. decandrum</i>	X2484	3821 Breteler	Bolívar
	X3869	PG 2	Bolívar
	X4292	4947 Breteler	Bolívar
	X5916	5068 Breteler	Bolívar
<i>P. heptaphyllum</i>	X1840	3944 Breteler	Barinas
	X3079	Curram	Miranda
	X4174	3944 Breteler	Barinas
<i>P. robustum</i>	X221	1541 Bernardi	Bolívar
<i>P. sagotianum</i>	X3874	PG 11	Bolívar
	X6142	5089 Breteler	Bolívar
<i>P. tenuifolium</i>	X124	1158 Bernardi	Barinas
	X2485	3823 Breteler	Bolívar
	X2641	238 Bautista	Barinas
	X3875	PG 12	Bolívar
<i>Tetragastris altissima</i>	X2475	3798 Breteler	Bolívar
	X6137	3798 Breteler	Bolívar
<i>T. panamensis</i>	X1530	61 Conejos	Bolívar
	X6087	86 Conejos	Bolívar
<i>Trattinnickia burserifolia</i>	X213	1475 Bernardi	Bolívar
<i>Trattinnickia lawrancei</i>	X1511	42 Conejos	Bolívar
	X3673	39 PE	Barinas
	X6679	5055 Breteler	Bolívar

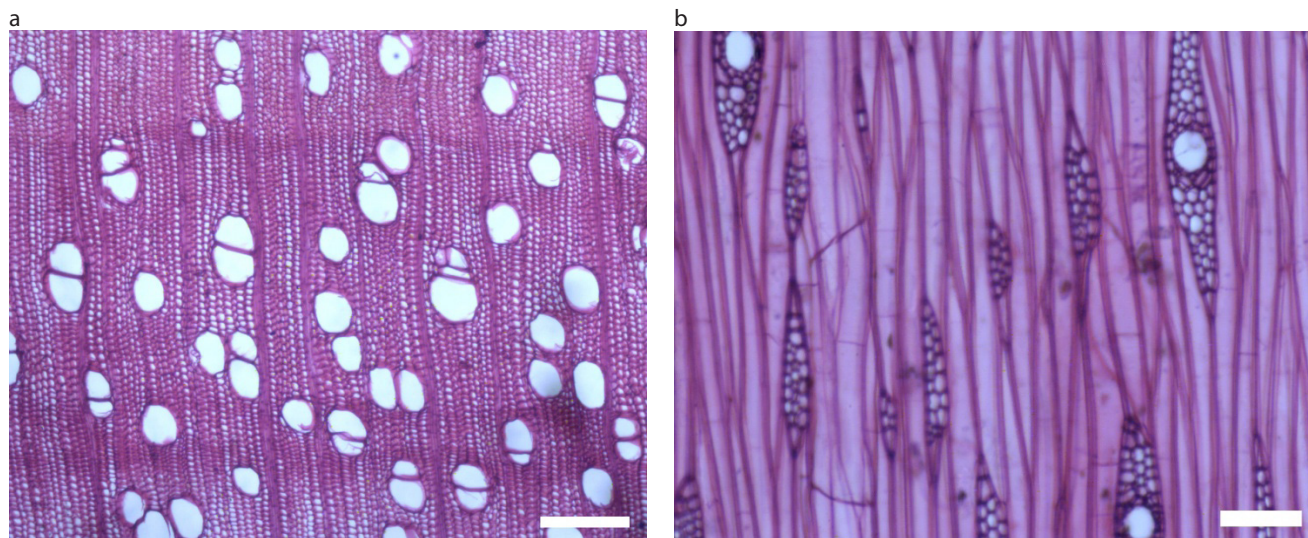


Figura 1. *Bursera simaruba*. (a) Anillos de crecimiento definidos por reducción de diámetro radial de las fibras (Barra = 300 μm). (b) Conductos gomíferos transversales (Barra = 100 μm).

Cuadro 2. Diámetro de poros, diámetro de punteaduras y longitud de elementos de los vasos (promedio, máximo, mínimo, desviación, coeficiente de variación) para once especies de Burseraceae.

Especie	Diám. de poros (μm)	Diám. de punteaduras (μm)	Longitud Elementos Vasculares (μm)
<i>Bursera simaruba</i>	(70) 109 ^c \pm 20,43 (165) CV = 18,74 %. N = 100	(8,75) 10,75 ^{c-d} \pm 1,23 (12,5) CV = 11,44 %. N = 40	(170) 446,2 ^{bc} \pm 104,93 (710) CV = 23,52 %. N = 100
<i>Protium crenatum</i>	(85) 125,1 ^e \pm 19,50 (190) CV = 15,59 %. N = 100	(6,25) 8,625 ^{ab} \pm 1,32 (11,25) CV = 15,30 %. N = 40	(210) 336,45 ^a \pm 83,27 (635) CV = 24,75 %. N = 100
<i>P. decandrum</i>	(90) 128,35 ^e \pm 18,45 (200) CV = 14,37 %. N = 100	(7,5) 8,719 ^{ab} \pm 0,72 (10) CV = 8,26 %. N = 40	(170) 435,20 ^{bc} \pm 126,42 (820) CV = 29,05 %. N = 100
<i>P. heptaphyllum</i>	(75) 95,60 ^{ab} \pm 11,74 (120) CV = 12,28 %. N = 75	(7,5) 9,125 ^{ab} \pm 0,88 (11,25) CV = 9,64 %. N = 30	(225) 395,80 ^{abc} \pm 110,85 (690) CV = 28,01 %. N = 75
<i>P. robustum</i>	(85) 104,20 ^{bc} \pm 12,64 (135) CV = 12,13 %. N = 25	(7,5) 8,5 ^a \pm 0,53 (8,75) CV = 6,23 %. N = 10	(375) 573,20 ^d \pm 134,02 (800) CV = 23,38 %. N = 25
<i>P. sagotianum</i>	(85) 106,20 ^c \pm 12,76 (145) CV = 12,01 %. N = 50	(7,5) 9,437 ^{ab} \pm 1,25 (12,5) CV = 13,25 %. N = 20	(235) 385,60 ^{ab} \pm 92,68 (600) CV = 24,03 %. N = 50
<i>P. tenuifolium</i>	(65-) 104,80 ^{bc} \pm 14,91 (-140) CV = 14,23 %. N = 100	(7,5) 9,469 ^{ab} \pm 1,35 (11,25) CV = 14,26 %. N = 40	(230) 384,55 ^{ab} \pm 76,55 (560) CV = 19,91,81 %. N = 100
<i>Tetragastris altissima</i>	(70-) 87,00 ^a \pm 12,54 (-120) CV = 14,41 %. N = 50	(8,75) 9,75 ^{bc} \pm 0,96 (11,25) CV = 9,85 %. N = 20	(220) 369,60 ^a \pm 87,89 (570) CV = 23,78 %. N = 50
<i>T. panamensis</i>	(85-) 118,30 ^{de} \pm 13,95 (-150) CV = 11,79 %. N = 50	(7,5) 8,937 ^{ab} \pm 1,36 (11,25) CV = 15,22 %. N = 20	(180) 383,60 ^{ab} \pm 99,78 (600) CV = 26,01 %. N = 50
<i>Trattinnickia burserifolia</i>	(120-) 156,00 ^f \pm 21,55 (-190) CV = 13,81 %. N = 25	(10) 11,25 ^d \pm 1,18 (13,75) CV = 10,49 %. N = 10	(260) 450,20 ^c \pm 124,15 (715) CV = 27,58 %. N = 25
<i>T. lawrancei</i>	(125-) 191,53 ^g \pm 34,40 (-270) CV = 17,91 %. N = 75	(10) 11,417 ^d \pm 0,91 (12,5) CV = 7,97 %. N = 30	(285) 464,87 ^c \pm 109,64 (800) CV = 23,58 %. N = 75

rios y múltiples radiales de 2-3(-4), ocasionalmente arracimados, 14-26 poros/mm². Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas circulares a ovaladas y poligonales, medianas a grandes, no ornadas. Punteaduras radiovasculares con areola reducida o aparentemente simples, de forma redondeada. Fibras septadas, paredes muy delgadas a delgadas, punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima paratraqueal escaso, vasicéntrico delgado, poco parénquima. Radios heterocelulares con 1 (-2) rutas de células marginales. Cristales prismáticos en células cuadradas o erectas de los radios, un cristal por célula. Conductos gomíferos transversales presentes.

Protium crenatum Sandwith

Distribución en Venezuela: estados Amazonas, Barinas, Bolívar, Delta Amacuro, Distrito Federal, Táchira y Trujillo (Hokche *et al.*, 2008).

Madera con albura de color blanco rosáceo (7.5YR 8/2) y duramen de color rosado (7.5YR 7/4), transición abrupta entre albura y duramen. Olor y

sabor no distintivos. Lustre mediano. Grano entrecruzado. Textura fina. Moderadamente dura y pesada.

Anillos de crecimiento no definidos a ligeramente definidos por engrosamiento de las paredes de las fibras. Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, solitarios y múltiples radiales de 2-3(-4), ocasionalmente arracimados, 15-18 poros/mm². Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas y poligonales, medianas, no ornadas. Punteaduras radiovasculares con areola reducida o aparentemente simples, de forma redondeada o alargada. Tíldes presente. Fibras septadas, paredes muy delgadas a gruesas, punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima paratraqueal escaso, vasicéntrico delgado. Radios heterocelulares con 1 (-2) rutas de células marginales. Cristales prismáticos predominantemente en células cuadradas o erectas de los radios, ocasionalmente en células procumbentes, un cristal por célula.

Protium decandrum (Aubl.) Marchand (Figura 2)
Amyris decandra (Aubl.) Willd., *A. enneandra* (Aubl.) Willd., *Bursera decandra* Baill., *Icica decandra* Aubl., *I. enneandra* Aubl., *Protium medianum* J. F. Macbr., *P. orinocense* Rusby, *P. schomburgkianum* Engl., *Tingulonga enneandra* (Aubl.) Kuntze

Distribución en Venezuela: estados Amazonas, Bolívar, Delta Amacuro, Distrito Federal y Mérida (Hokche *et al.*, 2008).

Madera con albura de color blanco rosáceo (7.5YR 8/2) y duramen de color rosado (7.5YR 7/4), transición abrupta entre albura y duramen. Olor y sabor no distintivos. Lustre mediano. Grano recto a entrecruzado. Textura fina. Moderadamente dura y pesada a dura y pesada.

Anillos de crecimiento no definidos a ligeramente definidos por engrosamiento de las paredes de las fibras. Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, solitarios y múltiples radiales de 2-4(-6), 13-18 poros/mm². Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas y poligonales, medianas, no ornadas. Punteaduras radiovasculares con areola reducida o aparentemente simples, de forma redondeada o alargada. Tíldes presente. Fibras septadas, paredes delgadas a moderadamente gruesas, punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima paratraqueal escaso, vasicéntrico delgado. Radios heterocelulares con 1 (-2) rutas de cé-

lulas marginales. Cristales prismáticos en células cuadradas o erectas de los radios, ocasionalmente en células procumbentes, pudiendo estar en cámaras, un cristal por célula o cámara.

Protium heptaphyllum (Aubl.) Marchand (Figura 3)
Icica heptaphylla Aubl., *I. surinamensis* Miq., *Protium angustifolium* Swart, *P. heptaphyllum* var. *floribundum* Swart, *P. heptaphyllum* var. *multiflorum* (Engl.) Swart, *P. heptaphyllum* var. *surinamense* (Miq.) Swart, *P. heptaphyllum* var. *unifoliolatum* Swart, *Protium hostmannii* var. *brasiliense* Swart, *P. multiflorum* Engl., *P. octandrum* Swart, *Tingulonga heptaphylla* (Aubl.) Kuntze, *T. multiflora* (Engl.) Kuntze

Distribución en Venezuela: estados Amazonas, Anzoátegui, Barinas, Bolívar, Carabobo, Cojedes, Delta Amacuro, Guárico, Mérida, Miranda, Monagas, Portuguesa, Sucre, Táchira y Trujillo (Duno *et al.*, 2007).

Madera con albura de color amarillo pálido (2.5Y 8/4) y duramen de color rosado (7.5YR 8/4). Olor y sabor no distintivos. Lustre mediano. Grano inclinado a entrecruzado. Textura fina. Moderadamente dura y pesada.

Anillos de crecimiento no definidos a ligeramente definidos por engrosamiento de las paredes de las fibras. Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, solitarios y múltiples radiales de 2-3 (-5), 10-23 poros/mm². Platinas de

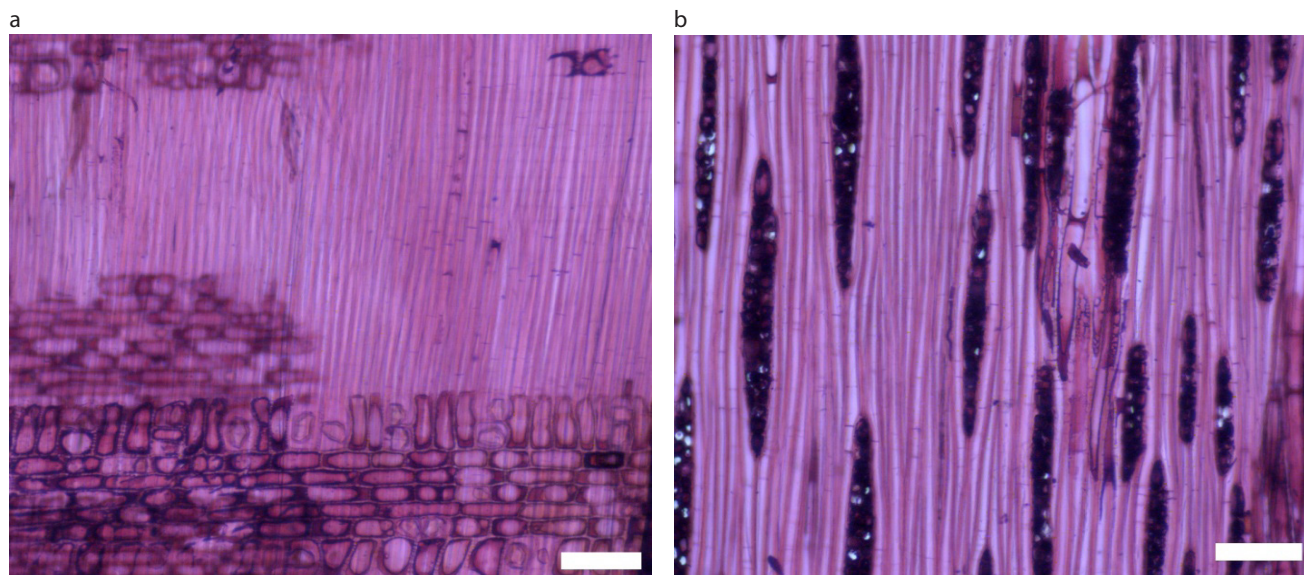


Figura 2. *Protium decandrum*. (a) Radios heterocelulares, cristales prismáticos en células parenquimáticas radiales (Barra = 100 µm). (b) Radios predominantemente de 2-3 células de ancho (Barra = 100 µm).

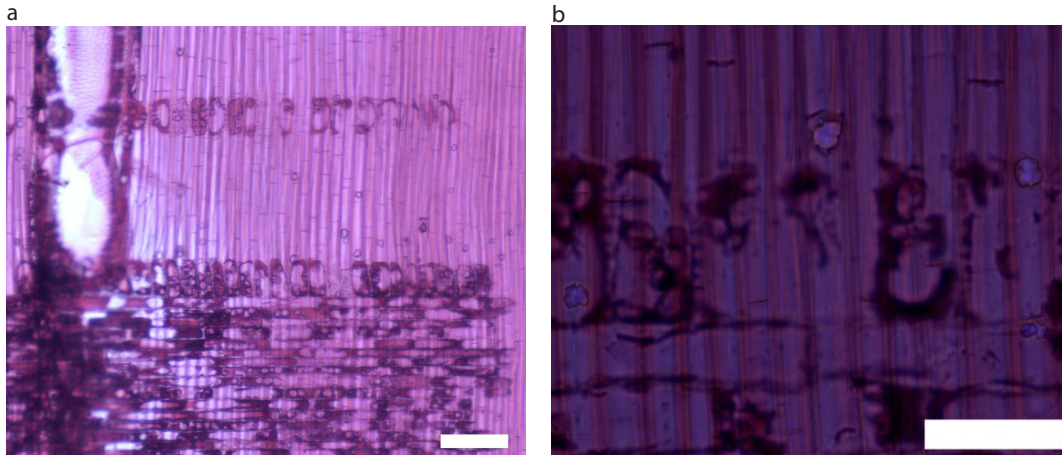


Figura 3. *Protium heptaphyllum*. (a) Fibras septadas, con sílice. Radio heterocelular (Barra = 100 μm). (b) Sílice en fibras y células parenquimáticas radiales (Barra = 50 μm).

perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas y poligonales, medianas, no ornadas. Punteaduras radiovasculares con areola reducida o aparentemente simples, de forma redondeada o alargada. Tíldes presente. Fibras septadas, paredes medianas a gruesas, punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima paratraqueal escaso, vasicéntrico delgado. Radios heterocelulares con 1 (-2) rutas de células marginales. Sílice en células parenquimáticas radiales (X3079), en fibras (X1840).

Protium robustum (Swart) D. M. Porter (Figura 4)

Protium neglectum* var. *robustum Swart.

Distribución en Venezuela: estado Apure (Hokche *et al.*, 2008).

Madera de color marrón muy pálido (10YR 8/3), sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor no distintivos. Lustre alto a mediano. Grano recto a inclinado. Textura fina. Blanda y liviana.

Anillos de crecimiento 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), algunos arracimados, 16 poros/ mm^2 . Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, medianas, no ornadas. Punteaduras radiovasculares con areola reducida o aparentemente simples, de forma redondeada o alargada. Tíldes presente. Fibras septadas, paredes delgadas a medianas, punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima paratraqueal escaso. Radios heterocelulares con 1 (-2) rutas de células

marginales. Cristales prismáticos en células procumbentes de los radios, un cristal por célula.

Protium sagotianum Marchand

Bursera caudata Turcz., ***Icica insignis*** Triana & Planch., ***Icicopsis caudata*** Engl., ***Icicopsis insignis*** Engl., ***Protium insigne*** (Triana & Planch.) Engl., ***Tingulonga caudate*** (Turcz.) Kuntze, ***Tingulonga insignis*** (Triana & Planch.) Kuntze

Distribución en Venezuela: estados Amazonas, Bolívar, Delta Amacuro (Hokche *et al.*, 2008).

Madera con albura de color blanco rosáceo (7.5YR 8/2) y duramen rosado (7.5YR 7/4), transición abrupta entre albura y duramen. Olor y sabor no distintivos. Lustre mediano. Grano recto a inclinado. Textura fina. Moderadamente dura y pesada.

Anillos de crecimiento 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), 9-21 poros/ mm^2 . Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, medianas a grandes, no ornadas. Punteaduras radiovasculares con areola reducida o aparentemente simples, de forma redondeada o alargada. Tíldes presente. Fibras septadas, paredes delgadas a gruesas, punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima paratraqueal escaso, vasicéntrico delgado, ocasionalmente unilateral. Radios heterocelulares con 1 (-3) rutas de células marginales. Cristales prismáticos en células cuadradas o erectas y procumbentes de los radios, un cristal por célula. Sílice en las fibras, abundante.

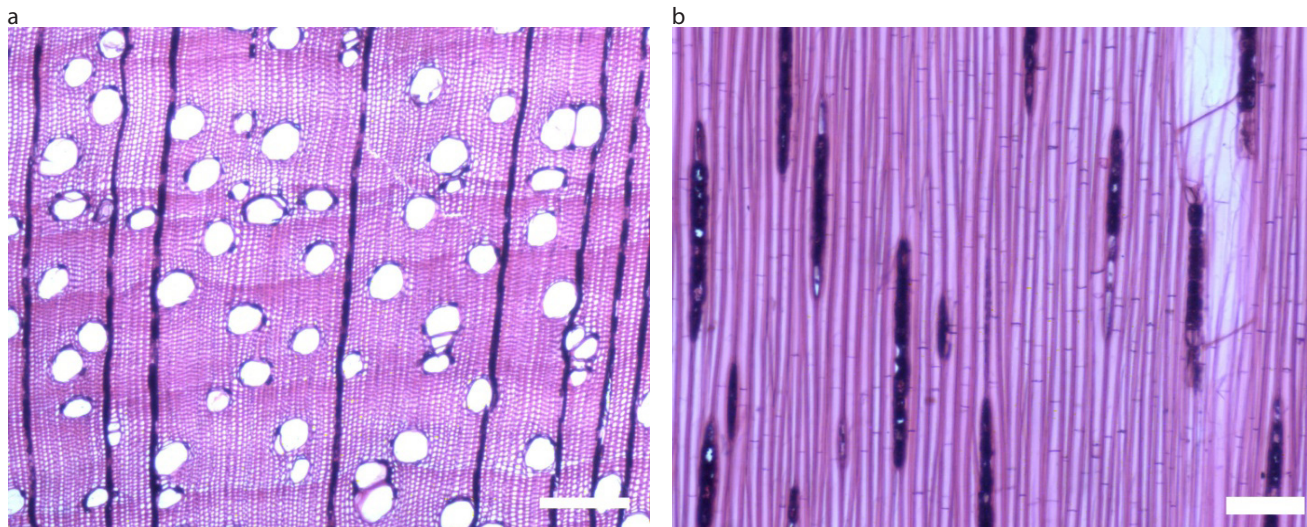


Figura 4. *Protium robustum*. (a) Anillos de crecimiento definidos por reducción del diámetro de las fibras (Barra = 300 µm). (b) Fibras septadas, radios exclusivamente uniseriados (Barra = 100 µm).

Protium tenuifolium (Engl.) Engl.

Icicopsis tenuifolia Engl., *Protium neglectum* Swart, *Tingulonga tenuifolia* (Engl.) Kuntze

Distribución en Venezuela: estados Amazonas, Barinas, Bolívar, Delta Amacuro, Distrito Federal, Portuguesa, Táchira, Yaracuy, Zulia (Hokche *et al.*, 2008).

Madera con albura de color blanco rosáceo (7.5YR 8/2) y duramen marrón claro (7.5YR 6/4), transición abrupta entre albura y duramen. Olor y sabor no distintivos. Lustre mediano. Grano inclinado a entrecruzado. Textura fina. Dura y pesada.

Anillos de crecimiento no definidos a ligeramente definidos por reducción del diámetro radial de las fibras (X2641, X2485). Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, solitarios y múltiples radiales de 2-3 (-4), 11-17 poros/mm². Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas y poligonales, medianas a grandes, no ornadas. Punteaduras radiovasculares con areola reducida o aparentemente simples, de forma redondeada o alargada. Tíldes presente. Fibras septadas, paredes delgadas a gruesas, punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima paratraqueal escaso, vasicéntrico delgado, ocasionalmente unilateral (X2641). Radios heterocelulares con 1 (-3) rutas de células marginales. Cristales prismáticos en células cuadradas o erectas y procumbentes de los radios, un cristal por célula. Sílice en las fibras, abundante.

Tetragastris altissima (Aubl.) Swart (Figura 5)

Icica altissima Aubl., *Tetragastris phanorosepala* Sandwith

Distribución en Venezuela: estados Bolívar, Delta Amacuro (Hokche *et al.*, 2008).

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

Anillos de crecimiento definidos por reducción del diámetro radial de las fibras. Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, solitarios y múltiples radiales de 2-3 (-5), 16-21 poros/mm². Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, medianas a grandes, no ornadas. Punteaduras radiovasculares con areola reducida o aparentemente simples, de forma redondeada o alargada. Tíldes presente, cristales en el tíldes (X2475). Fibras septadas, paredes medianas, punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima paratraqueal escaso, vasicéntrico delgado, aliforme de ala corta (poco). Radios heterocelulares con 1-2 rutas de células marginales. Cristales prismáticos en células cuadradas o erectas y procumbentes de los radios, abundantes, un cristal por célula. Conductos gomíferos transversales presentes.

Tetragastris panamensis (Engl.) Kuntze

Hedwigia panamensis Engl., *Tetragastris panamen-*

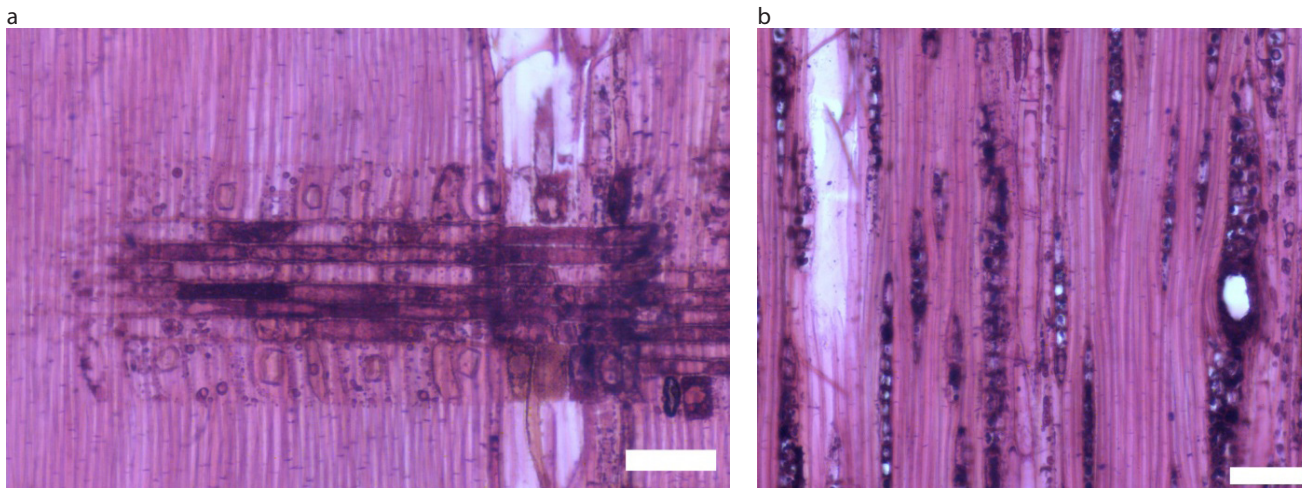


Figura 5. *Tetragastris altissima*. (a) Radio heterocelular con cristales prismáticos (Barra = 100 μ m). (b) Radios con 1-2 células de ancho; conducto gomífero transversal (Barra = 100 μ m).

sis var. *grandifolia* Swart, *Tetragastris panamensis* var. *hirtella* Swart, *Tetragastris paraensis* Cuatrecasas, *Tetragastris stevensonii* Standl.

Distribución en Venezuela: estados Amazonas, Apure, Aragua, Barinas, Bolívar, Delta Amacuro, Mérida, Miranda, Táchira, Zulia (Hokche *et al.*, 2008), Cojedes, Portuguesa (Duno *et al.*, 2007).

Madera con albura de color rosado (7.5YR 8/4) y duramen marrón (7.5YR 5/4), transición abrupta entre albura y duramen. Olor y sabor no distintivo. Lustre mediano. Grano entrecruzado. Textura fina. Dura y pesada.

Anillos de crecimiento 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), 13-16 poros/mm². Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, medianas a grandes, no ornadas. Punteaduras radiovasculares con areola reducida o aparentemente simples, de forma redondeada o alargada. Tíldes presente. Fibras septadas, paredes medianas a gruesas, punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima paratraqueal escaso, vasicéntrico delgado, aliforme de ala corta (poco), ocasionalmente unilateral (X6087). Radios heterocelulares con 1-3 rutas de células marginales. Cristales prismáticos en células cuadradas o erectas y procumbentes de los radios, predominantemente en células cuadradas o erectas, 1 (-2) cristales por célula. Conductos gomíferos transversales presentes.

Trattinnickia burserifolia Mart.

Trattinnickia burserifolia var. *quinquejuga* Engl., *Trattinnickia subchoripetala* Swart

Distribución en Venezuela: estados Amazonas, Bolívar, Mérida, Táchira (Hokche *et al.*, 2008).

Madera de color rosado (7.5YR 8/4), sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor no distintivos. Lustre mediano. Grano inclinado a 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 (-6), 6 poros/mm². Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas y poligonales, grandes, no ornadas. Punteaduras radiovasculares con areola reducida o aparentemente simples, de forma redondeada o alargada. Tíldes presente. Fibras septadas, paredes medianas a gruesas, punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima paratraqueal escaso, vasicéntrico delgado. Radios heterocelulares con 1 (-2) rutas de células marginales.

Trattinnickia lawrancei Stand. (Figura 6)

Trattinnickia rhoifolia var. *lancifolia* Cuatrec.

Trattinnickia rhoifolia Willd.

Distribución en Venezuela: estados Anzoátegui, Apure, Barinas, Bolívar, Carabobo, Delta Amacuro, Distrito Federal, Miranda, Monagas, Sucre (Hokche *et al.*, 2008).

Madera de color blanco rosáceo (7.5YR 8/2), sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor

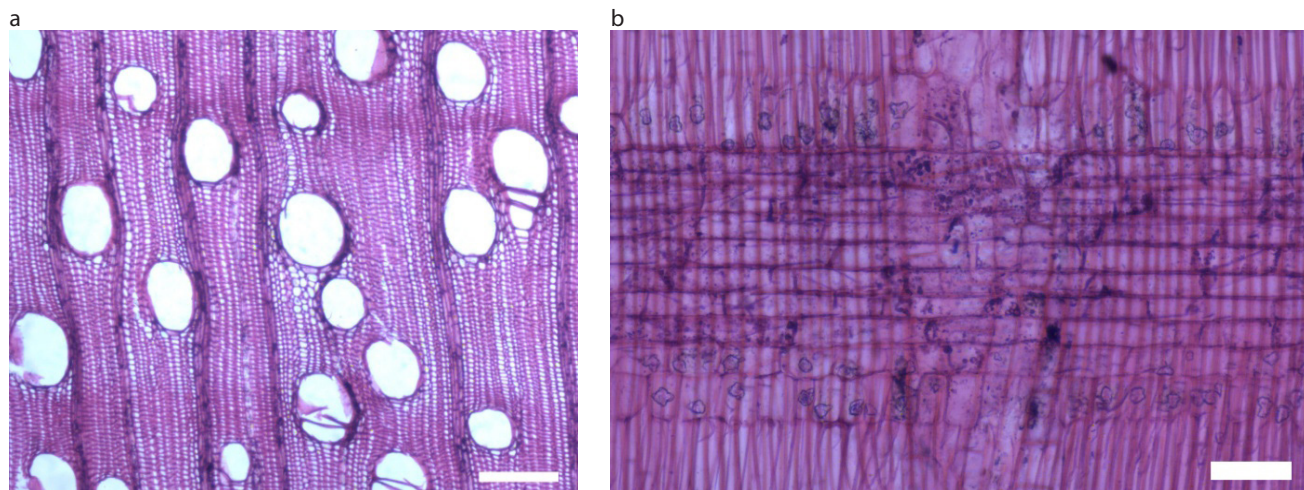


Figura 6. *Trattinnickia lawrancei*. (a) Anillos de crecimiento ligeramente definidos por reducción de diámetro de las fibras; parénquima paratraqueal escaso y vasicéntrico delgado (Barra = 300 μ m). (b) Radio heterocelular; sílice en células parenquimáticas radiales (Barra = 100 μ m).

no distintivos. Lustre mediano. Grano entrecruzado. Textura mediana. Blanda y liviana.

Anillos de crecimiento no definidos (X3673) a definidos por reducción de diámetro radial de las fibras. Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, solitarios y múltiples radiales de 2-3 (-4), 4-6 poros/mm². Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas y poligonales, grandes, no ornadas. Punteaduras radiovasculares con areola reducida o aparentemente simples, de forma redondeada o alargada. Tíldes presente. Fibras septadas, paredes delgadas a medianas, punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima paratraqueal escaso, vasicéntrico delgado, algunas veces unilateral (X3673). Radios heterocelulares con 1 (-2) rutas de células marginales. Sílice en células parenquimáticas radiales.

En el cuadro 3 se presentan los aspectos relacionados con características cuantitativas de las diferentes especies estudiadas (diámetro de poros y punteaduras, longitud de elementos de los vasos y de fibras, frecuencia, ancho y altura de radios, número de células por serie parenquimática) incluyendo el resultado de las pruebas de diferencia de medias (Tukey, $\alpha = 0,05$).

Clave de identificación

1a. Conductos gomíferos transversales presentes... 2
 b. Conductos gomíferos transversales ausentes .. 4
 2a. Fibras de paredes delgadas a muy delgadas; ra-

dios predominantemente de 3-4 células de ancho

..... *Bursera simaruba*

2b. Fibras de paredes medianas a gruesas; radios predominantemente de 1-2 células de ancho..... 3

3a. Poros con diámetro promedio inferior a 100 μ m

..... *Tetragastris altissima*

b. Poros con diámetro promedio superior a 100 μ m

..... *Tetragastris panamensis*

4a. Sílice presente

5

b. Sílice ausente

7

5a. Cristales prismáticos en células parenquimáticas radiales

..... *Protium sagotianum*, *P. tenuifolium*

b. Cristales prismáticos ausentes

6

6a. Poros con diámetro promedio superior a 150 μ m; radios con altura promedio superior a 400 μ m

..... *Trattinnickia lawrancei*

b. Poros con diámetro promedio inferior a 150 μ m; radios con altura promedio inferior a 400 μ m

..... *Protium heptaphyllum*

7a. Radios exclusivamente uniseriados

..... *Protium robustum*

b. Radios con más de una célula de ancho presentes

8

8a. Menos de 10 poros/mm²; radios predominantemente biseriados

..... *Trattinnickia burserifolia*

b. Más de 10 poros/mm²; radios de 1-3, ocasionalmente hasta 5, células de ancho

9

9a. Radios de 1-3 células de ancho y altura promedio superior a 400 μ m

..... *Protium decandrum*

b. Radios de 3-4 (-5) células de ancho y altura promedio inferior a 400 μ m

..... *Protium crenatum*

Cuadro 3. Número de células de series parenquimáticas, ancho de radios (número de células), radios por mm, altura de radios y longitud de fibras (promedio, máximo, mínimo, desviación, coeficiente de variación) para once especies de Burseraceae.

Especie	Células/serie parénquima	Ancho de radios	Radios/mm	Altura de radios (μm)	Longitud de fibras (μm)
<i>Bursera simaruba</i>	4-8	(1-) 3-4 (-5)	3-6 (7)	(240) 404,10 ^{cd} \pm 100,23 (700) CV = 24,88 %. N = 100	(755) 958,15 ^a \pm 92,55 (1170) CV = 9,66 %. N = 100
<i>Protium crenatum</i>	3-8	(1-) 3-4 (-5)	4-6	(210) 360,15 ^{bc} \pm 78,65 (630) CV = 21,84 %. N = 100	(720) 957,70 ^a \pm 110,21 (1275) CV = 11,51 %. N = 100
<i>P. decandrum</i>	(2-) 4-6	1-3	4-9	(210) 413,90 ^{de} \pm 113,49 (790) CV = 27,42 %. N = 100	(730) 1027,15 ^b \pm 105,54 (1400) CV = 10,27 %. N = 100
<i>P. heptaphyllum</i>	3-7	1-3	(3) 4-7 (11)	(245) 369,13 ^{bc,d} \pm 75,04 (610) CV = 20,33 %. N = 75	(850) 1130,40 ^c \pm 121,42 (1390) CV = 10,74 %. N = 75
<i>P. robustum</i>	4-6	1	4-7	(260) 395,60 ^{cd} \pm 91,69 (590) CV = 23,18 %. N = 25	(1060) 1208,00 ^d \pm 102,28 (1440) CV = 8,47 %. N = 25
<i>P. sagotianum</i>	4-6, pred. 4	1-3	4-7	(215) 366,60 ^{b,c,d} \pm 98,41 (620) CV = 26,84 %. N = 50	(715) 962,10 ^{ab} \pm 130,92 (1235) CV = 13,61 %. N = 50
<i>P. tenuifolium</i>	3-6, pred. 4	1-2 (3), pred. 2	4-8	(200) 303,55 ^a \pm 71,15 (570) CV = 23,44 %. N = 100	(725-) 1091,30 ^a \pm 152,85 (-1440) CV = 14,01 %. N = 100
<i>Tetragastris altissima</i>	4-6	1-2	7-12	(220) 334,10 ^{ab} \pm 67,94 (490) CV = 20,33 %. N = 50	(780) 969,70 ^{ab} \pm 87,92 (1200) CV = 9,07 %. N = 50
<i>T. panamensis</i>	2-4	1-3, pred. 2	5-8	(220) 303,20 ^a \pm 48,03 (425) CV = 15,84 %. N = 50	(745) 1026,40 ^b \pm 121,99 (1300) CV = 11,88 %. N = 50
<i>Trattinnickia burserifolia</i>	2-8	1-3, pred. 2	3-7	(300) 396,20 ^{cd} \pm 57,79 (510) CV = 14,59 %. N = 25	(745) 1026,40 ^b \pm 121,99 (1300) CV = 11,88 %. N = 50
<i>T. lawrancei</i>	(2-) 4-6	(1-) 2-3	3-6 (-7)	(300) 466,33 ^e \pm 63,56 (610) CV = 13,63 %. N = 75	(950) 1288,13 ^e \pm 172,28 (1690) CV = 13,74 %. N = 75

Las especies estudiadas se pueden incluir en dos grupos de acuerdo a la presencia o ausencia de estructuras secretoras. En el primer grupo se encuentran tres especies (27,27 % del total estudiado) en las cuales se presentan conductos gomíferos transversales: *Bursera simaruba*, *Tetragastris altissima* y *T. panamensis*; el grosor de paredes de las fibras y el ancho de los radios son caracteres que permiten una rápida diferenciación entre *Bursera simaruba* y las dos especies pertenecientes al género *Tetragastris*. A nivel macroscópico también se puede separar *Bursera* y *Tetragastris* basándose en el grado de dureza y el color de la madera. Con respecto a las dos especies de *Tetragastris*, son muy similares entre sí y es necesario recurrir a caracteres cuantitativos, específicamente el diámetro de los poros, para separar *T. altissima* y *T. panamensis*. El segundo grupo está representado por ocho especies (72,73 %) pertenecientes a los géneros *Protium* (seis especies) y *Trattinnickia* (dos especies). Dentro de este grupo se pueden formar subgrupos en base a la presencia de sustancias minerales: cuatro espe-

cies (36,36 %) presentaron sílice (*Protium heptaphyllum*, *P. sagotianum*, *P. tenuifolium*, *Trattinnickia lawrancei*) y con base a la presencia de cristales, se pueden separar *P. sagotianum* y *P. tenuifolium* (cristales prismáticos en células parenquimáticas radiales) de *P. heptaphyllum* y *T. lawrancei*. Es importante señalar que desde el punto de vista de anatomía xilemática, no es posible la separación de *P. sagotianum* y *P. tenuifolium*; mientras que *T. lawrancei* y *P. heptaphyllum* pueden ser diferenciados con base a caracteres cuantitativos relacionados con el diámetro de poros y altura de radios.

En comparación con estudios anteriores, Miller y Détienne (2001) presentan la descripción de *Protium decandrum* y *Trattinnickia rhoifolia* (sinónimo de *T. lawrancei*) y coinciden con lo encontrado en el presente estudio; al igual que lo reportado por Kribs (1968) para *Protium decandrum*. En contraste, Omaña (1986) señala la presencia de parénquima marginal y sílice en *Protium decandrum*. Con respecto a *Bursera simaruba*, la información reportada por León (2006) y López *et al.* (2006) en relación a

los anillos de crecimiento, es similar a lo observado en las diferentes muestras incluidas en la presente investigación y contrasta con lo indicado por Omaña (1984) y Barajas *et al.* (1997) quienes no mencionan la presencia de anillos. Manieri y Peres (1989) y Détienne *et al.* (1982) señalan la presencia ocasional de cristales en los radios de *Protium heptaphyllum* y no hacen mención acerca de la presencia de sílice; estas observaciones son contrarias a lo reportado en el presente estudio. Para esta misma especie y otras del género *Protium*, Détienne *et al.* (1982) señalan la presencia de canales secretores; carácter que no fue observado en ninguna de las muestras de *Protium* incluidas en este estudio. Un carácter importante, por lo poco frecuente, fue el desarrollo de radios exclusivamente uniseriados en *Protium robustum* el cual había sido reportado previamente por León (2002). Metcalfe y Chalk (1950) señalan que en la familia Buseraceae es común el desarrollo de radios de 2-3 células de ancho y la presencia de radios exclusivamente uniseriados se restringe a un número reducido de especies pertenecientes a siete géneros, entre los cuales se encuentra *Protium*. Con respecto a *Trattinnickia*, Détienne *et al.* (1982) mencionan acerca de la presencia de sílice en los radios tanto de *T. burserifolia* como de *T. rhoifolia* (sinónimo de *T. lawrancei*); coincidiendo con lo encontrado en el presente estudio sólo para *T. lawrancei*. Welle (1976), Espinoza de P. (1987) y Détienne & Jacquet (1983) también hacen referencia a la presencia de sílice en *T. burserifolia*. Con respecto a *Tetragastris panamensis*, Corothie (1967) y Omaña (1984) mencionan una serie de características que difieren con lo observado en el presente estudio, indicando la presencia de parénquima marginal y cristales en el parénquima axial. En las diferentes muestras estudiadas, se presentaron cristales en las células parenquimáticas radiales y la presencia de anillos estuvo determinada por la reducción en el diámetro radial de las fibras.

4. Conclusiones y recomendaciones

A pesar de tratarse de un grupo taxonómico bastante homogéneo entre sí, fue posible la elaboración de una clave de identificación que permitiera separar las especies estudiadas. El único caso donde no fue posible la diferenciación correspondió a las especies *Protium sagotianum* y *P. tenuifolium*.

Las especies pertenecientes a la familia Burseraceae se pueden separar tomando como base diferentes criterios: presencia de conductos transversales (*Bursera simaruba*, *Tetragastris altissima*, *T. panamensis*). También se podría utilizar como criterio la presencia de cristales (*Bursera simaruba*, *Protium crenatum*, *P. decandrum*, *P. robustum*, *P. sagotianum*, *P. tenuifolium*, *Tetragastris altissima*, *T. panamensis*) o la presencia de sílice (*P. heptaphyllum*, *P. sagotianum*, *P. tenuifolium*, *Trattinnickia lawrancei*). Se considera el criterio de presencia o ausencia de conductos como el más adecuado para la separación de especies porque es un carácter que puede diferenciarse tanto a nivel macroscópico como microscópico, a diferencia de la presencia de cristales o sílice que sólo puede ser detectado a nivel microscópico.

Es importante notar que algunas de las características consideradas para la separación de grupos no se mantienen constantes a nivel genérico. Por ejemplo, en el caso de la presencia de sílice y cristales se observa variación dentro de *Protium* y *Trattinnickia*.

Los caracteres que se presentaron de manera constante en todas las especies estudiadas corresponden al tipo de porosidad, agrupación, disposición y contenido de poros, tipo de platina de perforación y punteaduras tanto intervasculares como radiovasculares, presencia de septas en las fibras, tipo de radios en cuanto a composición y altura.

Aún cuando el número de especies estudiadas sólo representa el 16,18 % de lo reportado para Venezuela, se considera factible la diferenciación e identificación de algunas especies con base a características xilemáticas. Al ampliar el número de especies se pueden crear nuevas claves que, por lo menos, permitan la separación de géneros. Igualmente, en algunas especies se considera necesario realizar nuevas descripciones incluyendo un mayor número de individuos, especialmente en el caso de *Trattinnickia burserifolia*.

5. Referencias bibliográficas

- APG. 2003. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. *Bot. J. Linn. Soc.* 141: 399-436.
- ARÉVALO, R. y A. LONDOÑO. 2005. *Manual para la identificación de maderas que se comercializan en el*

- Departamento del Tolima*. Corporación Autónoma Regional del Tolima-Universidad del Tolima. Ibagué, Tolima, Colombia. 146 p.
- 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. 126 p.
- BARAJAS, J., 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. 126 p.
- BETANCOURT, A. 2000. *Árboles maderables exóticos de Cuba*. Editorial Científico-Técnica. La Habana, Cuba. 352 p.
- CASTILLO, M., M. SANABRIA, C. HIDALGO y Y. PEROZO. 2005. Características anatómicas del tallo de bálsamo de incienso (*Bursera tomentosa* (Jacq.) Tr. & Planch.). *Bioagro* 17: 17-23.
- 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.
- D'ÉTIENNE, P., P. JACQUET y A. MARIAUX. 1982. *Manuel d'identification des bois tropicaux*. Tome 3. Centre Technique Forestier Tropical. Marne, France. 315 p.
- DUNO, R., G. AYMARD y O. HUBER. 2007. *Catálogo anotado e ilustrado de la flora vascular de los Llanos occidentales*. Fundación para la Defensa de la Naturaleza-Fundación Empresas Polar-Fundación Instituto Botánico de Venezuela Dr. Tobías Lasser. Caracas, Venezuela. 738 p.
- ESPINOZA DE P., N. 1991. *Estudio de nueve especies venezolanas para la producción de chapa decorativa*. Universidad de Los Andes. Talleres Gráficos. Mérida, Venezuela. 69 p.
- ESPINOZA DE P., N. 1987. Cristales y sílice en maderas dicotiledóneas de Latinoamérica. *Pittieria* 15: 13-65.
- ESPINOZA DE P., N. y W. LEON H. 1996. Estudio xilológico de *Protium crenatum* (Burseraceae). *Pittieria* 25: 35-41.
- GOMEZ, B. y M. ENGLEMAN. 1993. Wood anatomy of *Bursera longipes* and *Bursera copallifera*. *IAWA Bull. n.s.* 4: 207-212.
- HOKCHE, O., P. BERRY y O. HUBER. 2008. *Nuevo catálogo de la flora vascular de Venezuela*. Fundación Instituto Botánico de Venezuela Dr. Tobías Lasser. Caracas, Venezuela. 859 p.
- IAWA COMMITTEE. 1989. List of microscopic features for hardwood identification. *IAWA Bull. n.s.* 10: 219-332.
- KRIBS, D. 1968. *Commercial foreign woods in the American market*. Dover Publications Inc. New York. USA. 241 p.
- LEÓN H., 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 H., W. 2002. Estudio anatómico de la madera e incidencias tecnológicas en 7 especies del género *Protium* Burm. F. (Burseraceae). *Rev. For. Vzlana* 46: 73-82.
- LÓPEZ, J., J. VALDEZ-HERNÁNDEZ, T. TERRAZAS y J. VALDEZ-LAZALDE. 2006. Anillos de crecimiento y su periodicidad en tres especies tropicales del estado de Colima, México. *Agrociencia* 40: 533-544.
- MAINIERI, C. y J. PERES. 1989. Fichas de características das madeiras brasileiras. Instituto de Pesquisas Tropicales. Sao Paulo, Brasil. 418 p.
- METCALFE, C. y L. CHALK. 1950. *Anatomy of dicotyledons Vol. I*. Clarendon Press. London. England. 724 p.
- MILLER, R. y P. DÉTIENNE. 2001. Major timbers trees of Guyana. Wood anatomy. Tropenbos International. Wageningen, Netherlands. 218 p.
- MUNSELL COLOR COMPANY. 1990. *Munsell soil color charts*. Baltimore, Maryland, USA. 17 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 de grado. Escuela de Ingeniería Forestal, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela. 55 p.
- PÉREZ M., A. 1981. Identificación macroscópica de algunas maderas de Latinoamérica. Trabajo de ascenso. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela. 83 p.
- PÉREZ M., A. 1969. Estructura anatómica de 37 maderas de la Guayana venezolana y clave para su identificación. Trabajo de ascenso. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Los Andes. Mérida Venezuela. 122 p.
- SOSA, J. 1973. *Estudio de la estructura anatómica y características dimensionales de 50 especies forestales de Peten*. Ministerio de Agricultura. Cuerpo Técnico de Evaluación Forestal. Guatemala. 84 p.
- WELLE, B. TER. 1976. Silica grains in woody plants of the neotropics, especially in Surinam. In: *Wood structure in biological and technological research*. P. Baas, A. Bolton y D. Catling (eds.). Leiden Botanical Series N° 3. Leiden University Press. Leiden, Holland. 107-142 pp.