

## ANATOMÍA DE LA MADERA DE 31 ESPECIES DE RUBIACEAE EN VENEZUELA

### Wood anatomy of 31 species of Rubiaceae in Venezuela

Williams J. LEÓN H.

Universidad de Los Andes. Facultad de Ciencias Forestales  
y Ambientales. Departamento de Botánica y Ciencias  
Básicas. Laboratorio de Anatomía de Maderas  
wleon@ula.ve

#### RESUMEN

Se estudiaron 31 especies pertenecientes a 21 géneros de Rubiaceae que se distribuyen en Venezuela. Se realizaron descripciones completas siguiendo lo establecido por IAWA Committee (1989), encontrándose uniformidad entre las mismas. Se pueden establecer grupos con base en el tipo de punteaduras en las fibras y la presencia de sustancias minerales (arena cristalífera, rafidios). Se observó uniformidad en la composición de los radios y variaciones en algunas características de las fibras (grosor de paredes, tipo de punteaduras, presencia de septos). Se presentan las primeras descripciones para *Alseis labatioides*, *Calycophyllum venezuelense*, *Chomelia venezuelensis*, *Morinda peduncularis*, *Psychotria bernardii*, *P. poeppigiana* y *Remijia densiflora*.

**Palabras clave:** Anatomía, arena cristalífera, madera, rafidios, Rubiaceae, Venezuela

#### ABSTRACT

The wood anatomy of 31 species belonging to 21 genera of Rubiaceae from Venezuela was studied. Complete descriptions, according to IAWA Committee (1989) are made showing uniformity between species. Groups can be created according to the nature of fibres pits and the presence of minerals substances (crystal sand, raphides). Uniformity was observed in rays composition, and variations were found mainly in fibres features (wall thickness, pits, septate fibres). Descriptions are presented for the first time in *Alseis labatioides*, *Calycophyllum venezuelense*, *Chomelia venezuelensis*, *Morinda peduncularis*, *Psychotria bernardii*, *P. poeppigiana* and *Remijia densiflora*.

**Key words:** Anatomy, crystal sand, raphides, Rubiaceae, Venezuela, wood

#### INTRODUCCIÓN

Rubiaceae es una de las cinco familias más ricas en cuanto a cantidad de especies, incluye más de 13 000 distribuidas en aproximadamente 620 géneros. Se encuentra en los cinco continentes aunque la mayoría de los taxa son de regiones tropicales o subtropicales (Bremer & Eriksson 2009). De acuerdo al sistema APG (2009), se ubica en el orden Gentianales. Biológica y morfológicamente es una familia bastante diversa, presenta diferentes tipos de formas de vida, entre ellos: hierbas, epífitas, lianas, arbustos y árboles. La familia Rubiaceae presentan grandes di-

ficultades en las clasificaciones a nivel intrafamiliar: inicialmente Schumann (1891) la dividió en dos subfamilias (Cinchonoideae y Rubioideae); posteriormente, Bremekamp (1966) reconoció ocho subfamilias de las cuales sólo tres (Cinchonoideae, Rubioideae y Guettardeae) fueron aceptadas por Verdcourt (1958). Robbrecht (1988) presenta una nueva clasificación donde divide a Rubiaceae en cuatro subfamilias: Cinchonoideae, Rubioideae, Ixoroideae y Antirrhoideae. El análisis de ADN apoya la división en sólo tres subfamilias: Cinchonoideae, Ixoroideae y Rubioideae (Bremer *et al.* 1995). Más recientemente, las reconstrucciones filogenéticas basadas en análisis moleculares sugieren la división sólo en dos subfamilias: Cinchonoideae y Rubioideae (Robbrecht & Manen 2006), mientras que Bremer & Eriksson (2009) concuerdan con Bremer *et al.* (1995) en el sentido de mantener la subfamilia Ixoroideae además de la Cinchonoideae y Rubioideae. En Venezuela, la familia se encuentra representada por 107 géneros y 777 especies, de las cuales 254 son endémicas. Entre estas últimas se encuentran *Calycophyllum venezuelense* (estados Amazonas y Bolívar), *Chomelia venezuelensis* (estados Aragua, Carabobo, Distrito Federal, Mérida, Miranda, Táchira, Yaracuy y Zulia), *Morinda peduncularis* (estados Amazonas y Apure) y *Psychotria bernardii* (estados Barinas y Táchira) (Taylor 2005).

Los usos de especies de Rubiaceae son bastante amplios, siendo el más reconocido el del café (*Coffea arabica* L.), así como también la producción de quinonas (*Cinchona*), extracto de yohimbina (*Pausynistalia*), producción de tintes (*Morinda*, *Rubia*), usos maderables (*Antocephalus*, *Burchelia*, *Hymenodictyon*, *Mitragyna*) y medicinales (*Uncaria*), entre otros (Mabberley 1990). Otras especies de importancia maderable de la familia Rubiaceae son *Adina cordifolia* (Roxb.) Hook f., *Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook f. ex K. Schum., *Hymenodictyon excelsum* (Roxb.) DC. (Betancourt 2000). Los estudios más completos sobre anatomía de madera de Rubiaceae son los realizados por Koek-Noorman (1969a, b, 1970, 1972, 1977), Koek-Noorman & Hogeweg (1974), Welle *et al.* (1983), Lens *et al.* (2000) y Jansen *et al.* (2002). También existen otros trabajos que abarcan diferentes grupos taxonómicos e incluyen la descripción de algunas especies de Rubiaceae (Kribs 1968; Détienne *et al.* 1982; Détienne & Jacquet 1983; Barajas & León 1989; Nardi & Edlmann 1992; Barajas *et al.* 1997; Callado & Da Silva 2003; Zevallos & Tomazello 2006).

En Venezuela es poca la información que se tiene sobre la anatomía de la madera de la familia Rubiaceae aún cuando está representada por un gran número de especies distribuidas en todos los estados de la geografía nacional. La información más completa es la presentada por Corothie (1948) quien estudió los géneros *Anisomeris*, *Cephaelis*, *Chimarrhis*, *Chomelia*, *Coussarea*, *Duroia*, *Genipa*, *Guettarda*, *Isertia*, *Pogonopus*, *Posoqueria*, *Psychotria*, *Randia*, *Rudgea* y *Sickingia* pero sólo a nivel macroscópico. Pérez (1993) describe la anatomía de *Cinchona pubescens* Vahl y *Guettarda steyermarkii* Standl. Estos son los únicos aportes correspondientes a la anatomía xilemática de la familia Rubiaceae en Venezuela. En vista de la poca información de tan importante grupo taxonómico en la flora del país, el objetivo del presente trabajo es describir la anatomía del xilema secundario de 31

especies de la familia Rubiaceae que crecen en diferentes regiones geográficas de Venezuela y elaborar una clave para su identificación.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se estudiaron muestras de madera de 31 especies de Rubiaceae recolectadas en diferentes localidades de Venezuela y almacenadas en la Xiloteca MERw del Laboratorio de Anatomía de Maderas de la Universidad de Los Andes. Cada muestra cuenta con su respectiva exsiccata depositada en el Herbario MER de la misma institución. El número de individuos por especie osciló entre 1 y 4 (Tabla 1), dependiendo de su disponibilidad y dificultad de recolectar. Cada muestra de madera fue sometida a un proceso de ablandamiento en agua caliente durante 24-72 h para luego hacer el corte de secciones de 24-30  $\mu\text{m}$  de espesor en un micrótopo de deslizamiento. Las secciones fueron sometidas a un proceso de tinción con safranina, deshidratadas en baños sucesivos de alcohol (70%, 75%, 95%), una mezcla de alcohol-xilol (1:1) para luego ser montadas haciendo uso de resina sintética. La descripción se realizó tomando en consideración todas las características indicadas por IAWA Committee (1989), aunque en las descripciones individuales no se mencionan aquellas que se manifestaron en condición de ausente. Para la determinación del color se utilizó la tabla de Munsell (1990). Se preparó tejido macerado sumergiendo astillas de madera en una mezcla de peróxido de hidrógeno y ácido acético glacial (1:1) y llevándolas a estufa (60°C) durante 12 h para posteriormente ser individualizados los elementos celulares aplicando fricción mecánica para luego teñir con safranina y montar en bálsamo de Canadá. Para la determinación de características cuantitativas (poros/ $\text{mm}^2$ , diámetro de poros, diámetro de punteaduras, longitud de elementos vasculares, radios por mm, altura de radios y longitud de fibras) se realizó el número de mediciones indicadas por IAWA Committee (1989). El criterio seguido para estudiar el grosor de paredes de las fibras también fue el indicado por IAWA Committee (1989) y se determinó como caracter cualitativo y no cuantitativo, tomando en cuenta la relación de espacio ocupado por la pared de la fibra con respecto al lumen. Se elaboró una clave para la separación de las 31 especies estudiadas.

**Tabla 1.** Especies estudiadas, número de muestra de madera (Xiloteca MERw), muestra botánica (Herbario MER) y procedencia.

Especie	Muestra	Procedencia
<i>Alseis labatiooides</i> H.Karst. ex K.Schum.	X2704, 52	Bolívar
<i>Amaioua corymbosa</i> Kunth	X110, 1149 Bernardi	Barinas
	X6403, 4833 Ruíz-Terán	Mérida
	X6580, 1233 de Brujin	Zulia
<i>A. guianensis</i> Aubl.	X1859, 4049 Breteler	Barinas
	X2478, 3804 Breteler	Bolívar
	X6582, 4412 Ruíz-Terán	Amazonas

**Tabla 1.** Continuación.

Especie	Muestra	Procedencia
<i>Bertiera guianensis</i> Aubl.	X4226, 3937 Breteler X4230, 4045 Breteler	Barinas Íd.
<i>Calycophyllum candidissimum</i> (Vahl) DC.	X87, — X130, 1173 Bernardi X2591, 175 Bautista X6367, —	Íd. Íd. Íd. Íd.
<i>C. venezuelense</i> Steyerm.	X5217, 27-981 Marcano Berti & Pinto	Bolívar
<i>Chimarrhis cymosa</i> Jacq.	X326, 5943 Bernardi	Miranda
<i>Chomelia venezuelensis</i> Steyerm.	X4228, 4017 Breteler	Barinas
<i>Cinchona pubescens</i> Vahl	X5, 15483 Little X4253, 4616 Breteler	Mérida Íd.
<i>Cosmibuena grandiflora</i> (Ruíz & Pav.) Rusby	X5219, 31-981 Marcano Berti & Pinto X5237, 65-981 Marcano Berti & Pinto	Bolívar Íd.
<i>Duroia fusilera</i> Hook.f. ex K.Schum.	X4233, 4843 Breteler	Amazonas
<i>Genipa americana</i> L.	X267, 2176 Bernardi X2629, 221 Bautista X4233, 4843 Breteler X6373, —	Mérida Barinas Amazonas Barinas
<i>Guettarda crispiflora</i> Vahl subsp. <i>poasana</i> (Standl.) C.M.Taylor	X25, 15306 Little X6583, 4776 Ruíz-Terán	Mérida Íd.
<i>G. elliptica</i> Sw.	X1853, 3993 Breteler	Barinas
<i>Isertia hypoleuca</i> Benth.	X5198, 2-981 Pinto	Bolívar
<i>Ladenbergia lambertiana</i> (A.Braun ex Mart.) Klotzsch	X5258, 124-981	Íd.
<i>Morinda peduncularis</i> Kunth	X5307, 118-979 Pinto	Amazonas
<i>Pagamea capitata</i> Benth.	X5265, 136-981 Pinto	Bolívar
<i>P. plicata</i> Spruce & Benth.	X5309, 124-979 Pinto	Amazonas
<i>Posoqueria latifolia</i> (Rudge) Roem. & Schult.	X1097, 457 Ruíz-Terán	Falcón
<i>P. panamensis</i> (Walp. & Duchass.) Walp.	X4223, 3706 Breteler	Barinas
<i>Psychotria bernardii</i> Steyerm.	X6409, 3435 Ruíz-Terán	Íd.
<i>P. berteriana</i> DC.	X5234, 52-981	Bolívar
<i>P. irwinii</i> Steyerm.	X5227, 41-981 Pinto	Íd.
<i>P. poeppigiana</i> Müll.Arg.	X5207, 12-981 Pinto	Íd.
<i>Remijia densiflora</i> Benth.	X5257, 123-981 Pinto	Íd.
<i>R. pacimonica</i> Müll.Arg.	X6586, 5086 Ruíz-Terán	Amazonas
<i>Rudgea crassiloba</i> (Benth.) B.L.Rob.	X1854, 4016 Breteler	Barinas
<i>R. hostmaniana</i> Benth.	X4305, 953 de Brujin	Íd.
<i>Simira rubescens</i> (Benth.) Bremek. ex Steyerm.	X2907, s/n Bautista X3583, 3390 Ruíz-Terán	Mérida
<i>Warszewiczia coccinea</i> (Vahl) Klotzsch	X1857, 4043 Breteler	Barinas

## RESULTADOS

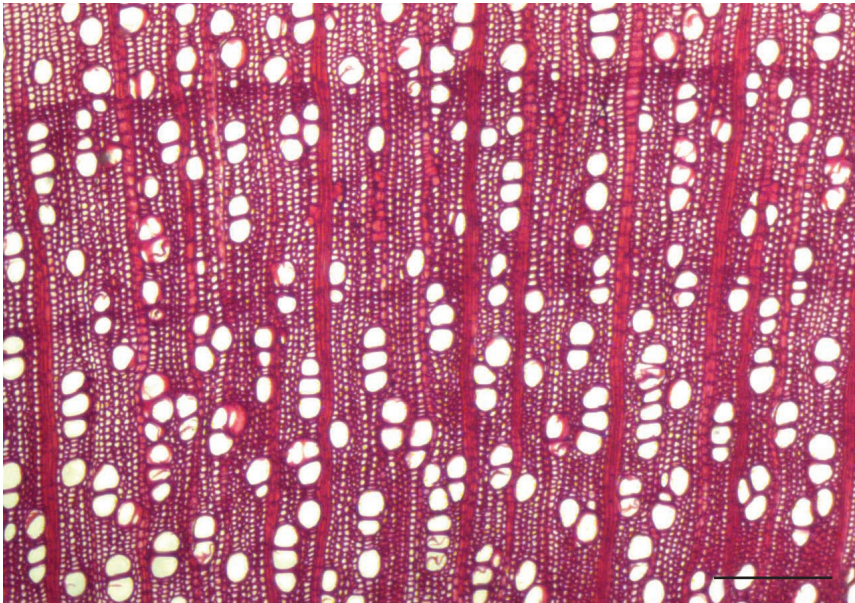
A continuación se presenta la descripción de las 31 especies estudiadas, agrupadas por géneros. Entre paréntesis se indica el número de especies estudiadas/número de especies de cada género, presentes en Venezuela, según Taylor (2005). Después de cada género se señalan las especies estudiadas.

### **Alseis Schott (1/3) (Fig. 1)**

*A. labatioides* H.Karst. ex K.Schum.

Madera amarilla (10YR 8/6), sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor no distintivos. Lustre mediano. Grano inclinado. Textura fina. Dura y pesada.

Anillos de crecimiento definidos por reducción de diámetro radial de las fibras. Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, solitarios y múltiples radiales de 2-5 (-8), pocos solitarios. Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, diminutas a pequeñas. Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares. Depósitos de goma presentes, pocos. Fibras septadas, paredes delgadas a medianas, con punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima paratraqueal escaso, fusiforme y en series de 2-4 células; poco parénquima. Radios heterocelulares con más de 4 hileras de células marginales. Células radiales perforadas presentes. Arena cristalífera en células parenquimáticas radiales.



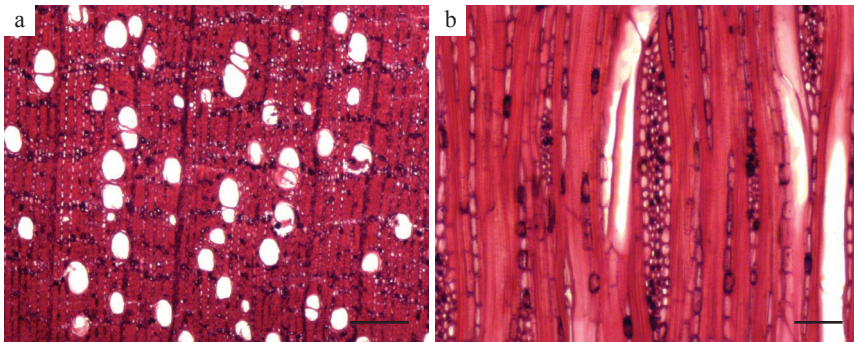
**Fig. 1.** *Alseis labatioides*. Anillos de crecimiento definidos. Poros predominantemente en múltiples radiales. Escala = 300  $\mu$ m.



**Amaioua** Aubl. (2/3) (Fig. 2)*A. corymbosa* Kunth.*A. guianensis* Aubl.

Madera rosada (7.5YR 8/4, 7.5YR 7/4, 7.5 Y/R 7/5), sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor no distintivos. Lustre bajo a mediano. Grano inclinado a entrecruzado. Textura fina. Muy dura y pesada.

Anillos de crecimiento no definidos. Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, solitarios y múltiples radiales de 2-6. Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, diminutas a pequeñas. Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares. Depósitos de goma presentes (X110, X1859), escasos. Fibras no septadas, paredes gruesas a muy gruesas, con punteaduras claramente areoladas tanto en paredes tangenciales como en paredes radiales. Parénquima apotraqueal difuso, en agregados, ocasionalmente bandas cortas de 1-2 células de ancho en *A. corymbosa*; en series de (3-) 6-8 células; poco parénquima. Radios homocelulares de células cuadradas o erectas y heterocelulares con más de 4 hileras de células marginales, de dos tamaños. Células envolventes ocasionalmente presentes (*Amaioua guianensis*, X1859) formando envolturas parciales. Células radiales perforadas presentes.



**Fig. 2.** **a.** *Amaioua corymbosa*. Parénquima apotraqueal difuso, en agregados, bandas de 1-2 células de ancho. Escala = 300  $\mu$ m. **b.** *A. guianensis*. Radios de dos tamaños. Células envolventes presentes. Escala = 100  $\mu$ m.

**Bertieria** Aubl. (1/3)*B. guianensis* Aubl.

Madera amarilla muy pálida (10YR 8/4), sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor no distintivos. Lustre bajo a 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, predominantemente solitarios. Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, diminutas a pequeñas. Punteaduras radiovasculares simila-

res a las intervasculares. Fibras no septadas, paredes muy gruesas, con punteaduras claramente areoladas tanto en paredes tangenciales como en paredes radiales. Radios homocelulares de células cuadradas o erectas.

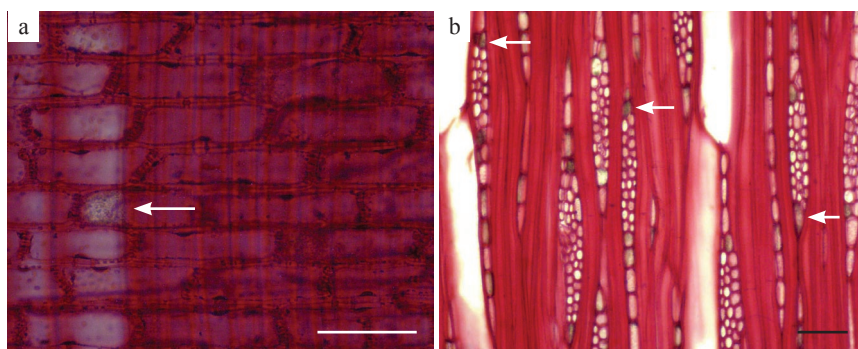
### **Calycophyllum** DC. (2/3) (Fig. 3)

*C. candidissimum* (Vahl) DC.

*C. venezuelense* Steyererm.

Madera marrón muy pálido (10YR 8/4) (*C. candidissimum*), amarilla (10YR 8/6) (*C. venezuelense*), sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor no distintivos. Lustre mediano. Grano entrecruzado. Textura fina. Dura y pesada a muy dura y pesada.

Anillos de crecimiento no definidos a ligeramente definidos por reducción de diámetro radial de las fibras (X6367). Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, solitarios y múltiples radiales de 2-6 (-8), predominantemente múltiples. Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, diminutas a pequeñas. Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares. Depósitos de goma ocasionalmente presentes (X6367). Fibras septadas, paredes gruesas a muy gruesas, con punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima paratraqueal escaso, en series de 4-6 células, poco parénquima. Radios homocelulares de células cuadradas o erectas y heterocelulares con más de 4 hileras de células marginales. Células radiales perforadas presentes. Arena cristalífera en células parenquimáticas radiales.



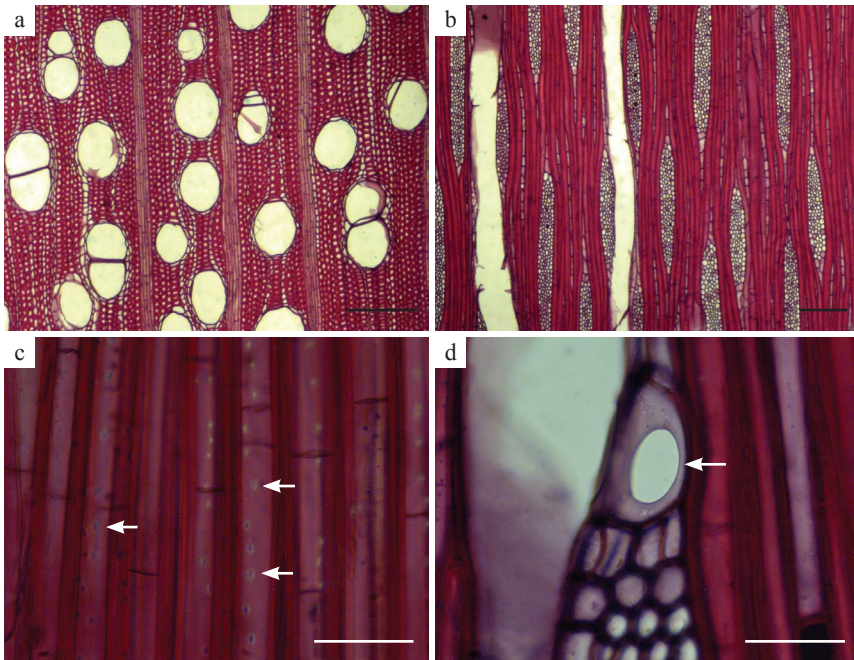
**Fig. 3.** **a.** *Calycophyllum candidissimum*. Arena cristalífera en células procumbentes de los radios. Escala = 50  $\mu\text{m}$ . **b.** *C. venezuelense*. Radios de 1-3 células de ancho, arena cristalífera. Escala = 100  $\mu\text{m}$ .

### **Chimarrhis** Jacq. (1/3) (Fig. 4)

*C. cymosa* Jacq.

Madera amarilla (10YR 8/6), sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor no distintivos. Lustre mediano. Grano entrecruzado. Textura fina. Muy 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 simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, diminutas a pequeñas. Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares. Fibras septadas, paredes gruesas, con punteaduras claramente areoladas. Parénquima paratraqueal escaso, vasicéntrico delgado, en series de 8 células, poco parénquima. Radios homocelulares de células cuadradas o erectas y heterocelulares con 1-4 cuatro hileras de células marginales, de dos tamaños. Células radiales perforadas presentes.



**Fig. 4.** *Chymarrhis cymosa*. **a.** Poros solitarios y múltiples radiales cortos; parénquima paratraqueal escaso, vasicéntrico delgado. Escala = 300  $\mu\text{m}$ . **b.** Radios de dos tamaños. Escala = 100  $\mu\text{m}$ . **c.** Fibras septadas, con punteaduras claramente areoladas. Escala = 50  $\mu\text{m}$ . **d.** Célula radial perforada. Escala = 50  $\mu\text{m}$ .

### **Chomelia** Jacq. (1/12) (Fig. 5)

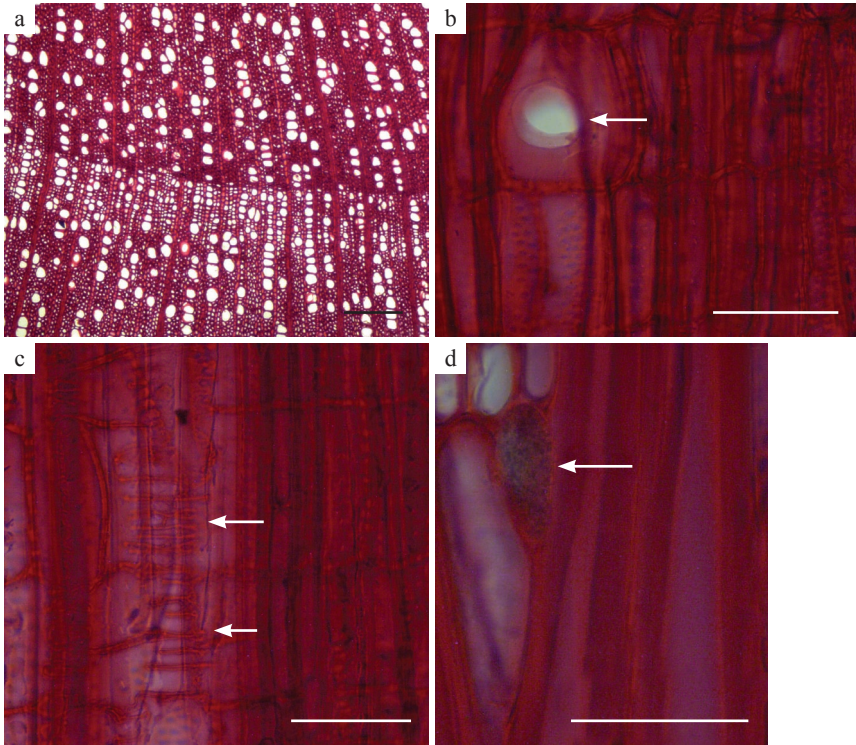
*C. venezuelensis* Steyerem.

Madera amarillo pálido (2.5Y 8/4), sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor no distintivos. Lustre mediano. Grano entrecruzado. Textura fina. Dura y pesada.

Anillos de crecimiento definidos por reducción de diámetro radial de las fibras. Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, solitarios y múltiples radiales de 2-4 (-5), predominantemente múltiples. Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, diminutas a



pequeñas. Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares. Fibras no septadas, paredes gruesas a muy gruesas, con punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima apotraqueal difuso, en agregados, en series de 3-4 células, poco parénquima. Radios homocelulares de células cuadradas o erectas y heterocelulares con más de 4 hileras de células marginales, de dos tamaños. Células radiales perforadas presentes. Parénquima radial disyuntivo presente. Arena cristalífera ocasionalmente presente en células parenquimáticas radiales.



**Fig. 5.** *Chomelia venezuelensis*. **a.** Anillos de crecimiento definidos. Escala = 300  $\mu$ m. **b.** Célula radial perforada. Escala = 50  $\mu$ m. **c.** Parénquima radial disyuntivo. Escala = 50  $\mu$ m. **d.** Arena cristalífera. Escala = 50  $\mu$ m.

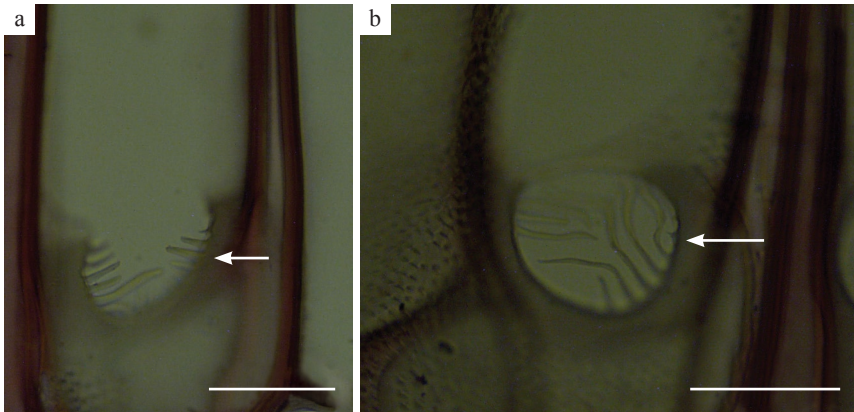
### **Cinchona** L. (1/2) (Fig. 6)

#### *C. pubescens* Vahl

Madera amarilla (10YR 8/6) a marrón muy pálido (10YR 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 (pocos), múltiples radiales de 2-4 (-5), arracimados. Platinas de perforación simples; ocasionalmente escalariformes hasta de 8 barras

(X4253). Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, diminutas a pequeñas. Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares. Fibras no septadas, paredes delgadas a medianas, con punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima apotraqueal difuso, paratraqueal escaso, en series de 2-6 células, poco parénquima. Radios homocelulares de células cuadradas o erectas y heterocelulares con más de 4 hileras de células marginales. Células radiales perforadas presentes (X4253).



**Fig. 6.** *Cinchona pubescens*. a-b. Platinas de perforación escalariformes. Escala = 50  $\mu$ m.

#### **Cosmibuena** Ruiz & Pav. (1/1) (Fig. 7)

*C. grandiflora* (Ruiz & Pav.) Rusby

Madera amarilla (2.5Y 8/6) a marrón muy pálido (10YR 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 (-4), arracimados. Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, diminutas a pequeñas. Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares. Fibras no septadas, paredes delgadas a medianas, con punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima paratraqueal escaso, en series de 2-5 células, poco parénquima. Radios homocelulares de células cuadradas o erectas y heterocelulares con más de 4 hileras de células marginales. Rafidios presentes en células parenquimáticas radiales.

#### **Duroia** L.f. (1/14)

*D. fusifera* Hook.f. ex K.Schum.

Madera con albura marrón muy pálido (10YR 8/4) y duramen marrón (7.5YR 5/4), transición gradual entre albura y duramen. Olor y sabor no distintivos. Lustre mediano. Grano entrecruzado. Textura fina. Muy dura y pesada.

Anillos de crecimiento no definidos. Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, solitarios y múltiples radiales de 2-5, predominantemente múltiples. Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, diminutas. Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares. Depósitos de goma presentes. Fibras no septadas, paredes gruesas a muy gruesas, con punteaduras claramente areoladas tanto en paredes radiales como tangenciales. Radios homocelulares de células cuadradas o erectas y heterocelulares con más de 4 hileras de células marginales. Células radiales perforadas presentes.

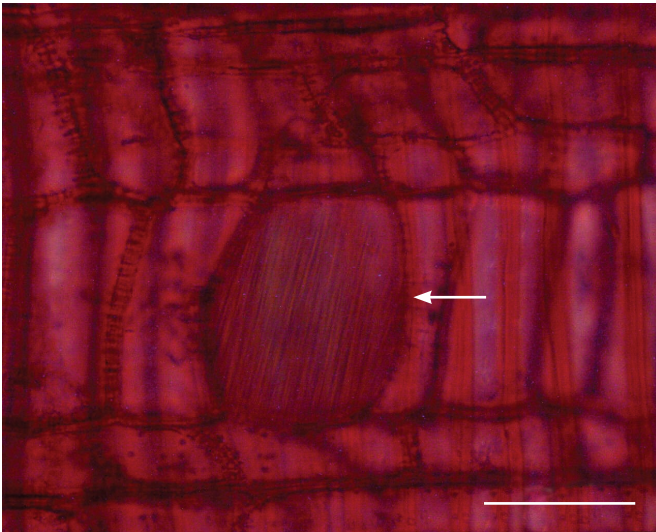


Fig. 7. *Cosmibuena grandiflora*. Rafidios en células radiales. Escala = 50  $\mu\text{m}$ .

### **Genipa** L. (1/2)

#### *G. americana* L.

Madera amarilla (2.5Y 8/6) a marrón muy pálido (10YR 8/3), sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor no distintivos. Lustre bajo a mediano. Grano inclinado a entrecruzado. Textura fina. Muy dura y pesada.

Anillos de crecimiento no definidos. Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, solitarios y algunos 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 no septadas, paredes gruesas a muy gruesas, con punteaduras clara e indistintamente areoladas. Parénquima apotraqueal difuso, en agregados, paratraqueal escaso, en series de 3-8 células, poco parénquima. Radios homocelulares de células cuadradas o erectas y heterocelulares con 2 o más hileras de células marginales.

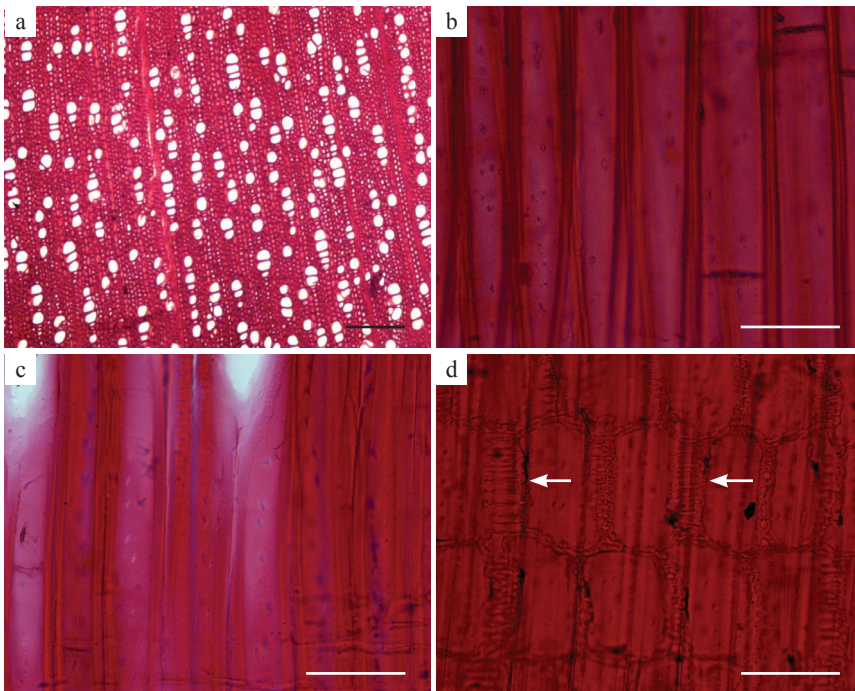
**Guettarda L. (2/12) (Fig. 8)**

*G. crispiflora* Vahl subsp. *poasana* (Standl.) C.M.Taylor

*G. elliptica* Sw.

Madera amarilla (10YR 8/6), sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor no distintivos. Lustre bajo. Grano recto a entrecruzado. Textura fina. Moderadamente dura y pesada a dura y pesada.

Anillos de crecimiento definidos por reducción del diámetro radial de las fibras. Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, solitarios (pocos), múltiples radiales de 2-4 (-8), arracimados. Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, diminutas a medianas, ornadas (X6583). Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares. Fibras septadas, paredes delgadas a medianas (*G. crispiflora*) o medianas a gruesas (*G. elliptica*), con punteaduras clara e indistintamente areoladas. Radios homocelulares de células cuadradas o erectas y heterocelulares con 4 o más hileras de células marginales. Células radiales perforadas presentes. Parénquima radial disyuntivo presente (*G. elliptica*).



**Fig. 8.** **a.** *Guettarda elliptica*. Poros predominantemente múltiples radiales. Escala = 300  $\mu\text{m}$ . **b.** *G. crispiflora*. Fibras septadas, con punteaduras indistintamente areoladas. Escala = 50  $\mu\text{m}$ . **c.** *G. elliptica*. Fibras con punteaduras claramente areoladas. Escala = 50  $\mu\text{m}$ . **d.** *G. elliptica*. Parénquima radial disyuntivo. Escala = 50  $\mu\text{m}$ .



**Isertia** Schreb. (1/5)*I. hypoleuca* Benth.

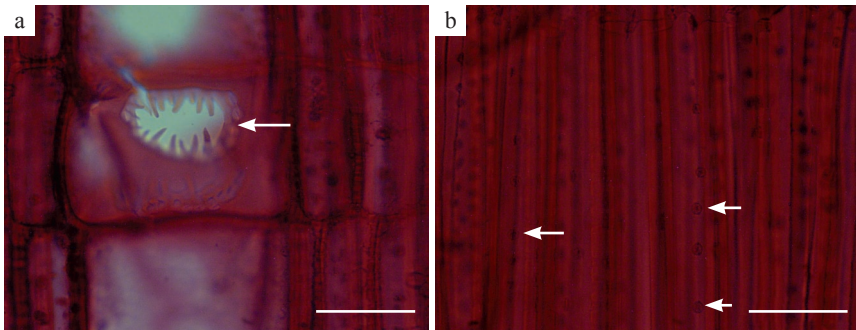
Madera amarillo pálido (2.5Y 8/4), sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor no distintivos. Lustre mediano. Grano recto a inclinado. Textura fina. Moderadamente dura y pesada.

Anillos de crecimiento no definidos. Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, solitarios y múltiples radiales de 2, predominantemente solitarios. Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, diminutas a pequeñas, ornadas. Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares. Fibras no septadas, paredes delgadas a medianas, con punteaduras claramente areoladas tanto en paredes radiales como tangenciales. Parénquima apotraqueal difuso, en agregados, paratraqueal escaso; en series de 4-8 células; poco parénquima. Radios homocelulares de células cuadradas o erectas y heterocelulares con 4 o más hileras de células marginales.

**Ladenbergia** Klotzsch (1/9) (Fig. 9)*L. lambertiana* (A.Braun ex Mart.) Klotzsch

Madera rosada (7.5YR 8/4), sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor no distintivos. Lustre mediano a alto. Grano inclinado. Textura fina. Dura y pesada.

Anillos de crecimiento no definidos. Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, exclusivamente solitarios. Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, pocas, circulares a ovaladas, pequeñas, ornadas. Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares. Fibras no septadas, paredes medianas a gruesas, con punteaduras claramente areoladas, tanto en paredes radiales como tangenciales. Parénquima paratraqueal escaso; en series de 5-6 (-7) células. Radios homocelulares de células cuadradas o erectas y heterocelulares con más de 4 hileras de células marginales. Células radiales perforadas presentes.



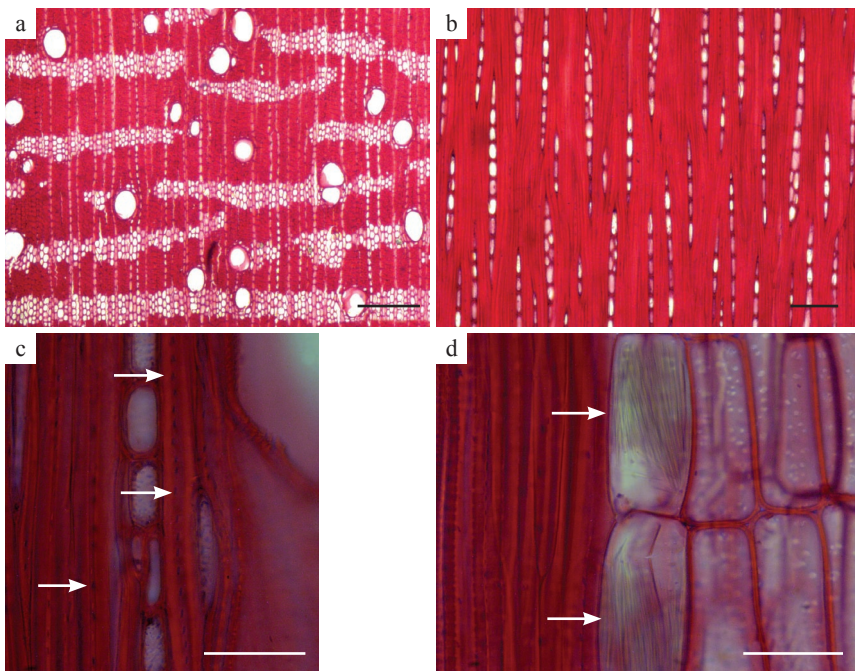
**Fig. 9.** *Ladenbergia lambertiana*. **a.** Célula radial perforada. Escala = 50  $\mu$ m. **b.** Fibras con punteaduras claramente areoladas. Escala = 50  $\mu$ m.



**Morinda L. (1/6) (Fig. 10)***M. peduncularis* Kunth

Madera marrón muy pálido (10YR 8/4), 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, predominantemente solitarios. Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, diminutas a pequeñas. Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares. Fibras no septadas, paredes muy gruesas, con punteaduras claramente areoladas tanto en paredes radiales como tangenciales. Parénquima apotraqueal difuso, en agregados, islas dispersas, paratraqueal escaso, predominantemente en bandas con más de 3 células de ancho; en series de 4-7 células. Radios homocelulares de células cuadradas o erectas. Cristales tipo rafidios en parénquima axial.

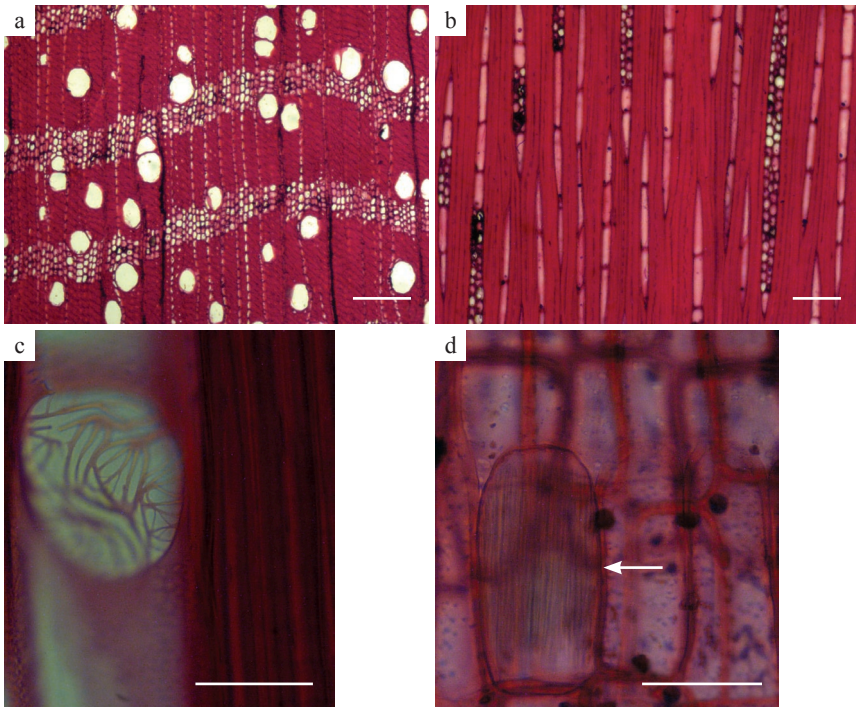


**Fig. 10.** *Morinda peduncularis*. **a.** Parénquima predominantemente en bandas anchas. Escala = 300  $\mu$ m. **b.** Radios de 1-2 células de ancho. Escala = 100  $\mu$ m. **c.** Fibras con punteaduras claramente areoladas. Escala = 50  $\mu$ m. **d.** Rafidios en parénquima axial. Escala = 50  $\mu$ m.

**Pagamea** Aubl. (2/17) (Fig. 11)*P. capitata* Benth.*P. plicata* Spruce & Benth.

Madera marrón muy pálido (10YR 7/4, 10YR 8/4), sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor no distintivos. Lustre bajo. Grano entrecruzado. Textura fina. 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), predominantemente solitarios (*P. capitata*). Platinas de perforación simples; algunas reticuladas en *P. plicata*. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, diminutas a pequeñas. Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares. Fibras no septadas, paredes gruesas a muy gruesas, con punteaduras claramente areoladas tanto en paredes radiales como tangenciales. Parénquima en *P. capitata*: apotraqueal difuso, en agregados, islas dispersas, paratraqueal escaso, bandas marginales; *P. plicata*: bandas con más de 3 células de ancho; en series de (2-) 4-6 (-8) células. Radios homocelulares de células cuadradas o erectas y heterocelulares con más de 4 hileras de células marginales. Cristales tipo rafidios en el parénquima axial (*P. plicata*).

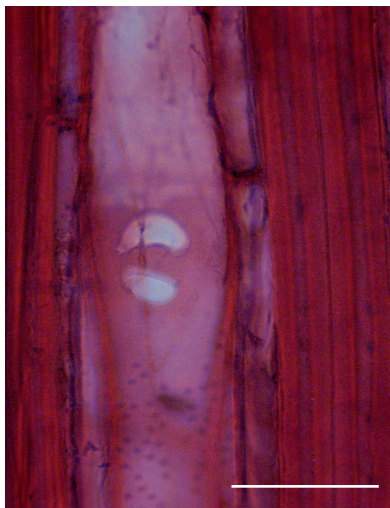


**Fig. 11.** *Pagamea plicata*. **a.** Parénquima en bandas con más de tres células de ancho. Escala = 300  $\mu$ m. **b.** Radios de 1-2 células de ancho. Escala = 100  $\mu$ m. **c.** Platina de perforación reticulada. Escala = 50  $\mu$ m. **d.** Rafidios en parénquima axial. Escala = 50  $\mu$ m.

**Posoqueria** Aubl. (2/5) (Fig. 12)*P. latifolia* (Rudge) Roem. & Schult.*P. panamensis* (Walp. & Duchass.) Walp.

Madera marrón amarillo pálido (2.5Y 8/4) (*P. latifolia*) a marrón muy pálido (10YR 8/4) (*P. panamensis*), sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor no distintivos. Lustre bajo (*P. latifolia*) a mediano (*P. panamensis*). Grano recto a inclinado. Textura fina. Dura y pesada.

Anillos de crecimiento no definidos. Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, solitarios y múltiples radiales de 2-4 (-5), predominantemente múltiples. Platinas de perforación simples; ocasionalmente escalariformes con una barra (*P. panamensis*). Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, diminutas, ornadas (*P. latifolia*). Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares. Fibras no septadas, paredes gruesas a muy gruesas, con punteaduras claramente areoladas tanto en paredes radiales como tangenciales (*P. latifolia*) a indistintamente areoladas (*P. panamensis*). Parénquima apotraqueal difuso, en agregados, paratraqueal escaso, predominantemente difuso en agregados; en series de 3-6 células (*P. panamensis*) a 7-12 células (*P. latifolia*). Radios homocelulares de células cuadradas o erectas y heterocelulares con más de 4 hileras de células marginales. Células radiales perforadas presentes.

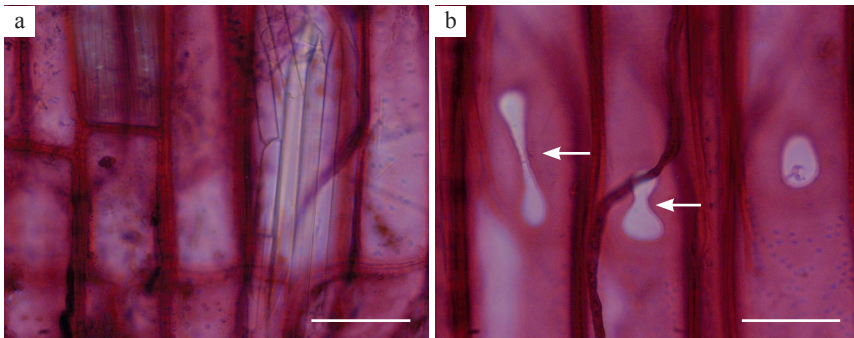


**Fig. 12.** *Posoqueria panamensis*. Platina escalariforme con una barra. Escala = 50  $\mu\text{m}$ .

**Psychotria** Aubl. (4/159) (Fig. 13, 14)*P. bernardii* Steyerl.*P. berteriana* DC.*P. irwinii* Steyerl.*P. poeppigiana* Müll.Arg.

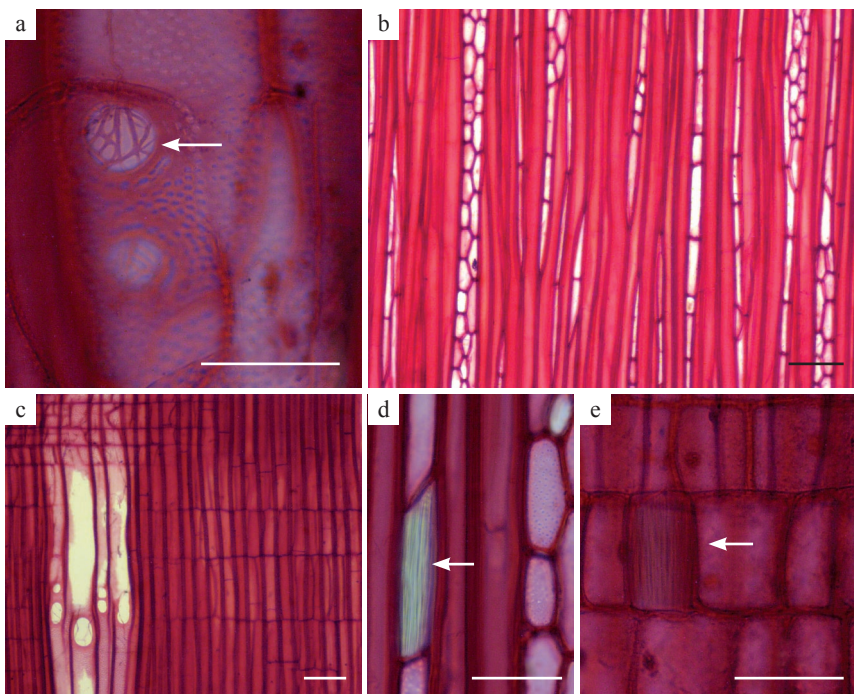
Madera marrón claro (7.5YR 6/4) (*P. bernardii*), marrón muy pálido (10YR 8/3, 10YR 8/4) (*P. berteriana*, *P. poeppigiana*) a marrón rojizo (5YR 6/3) (*P. irwinii*), sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor no distintivos. Lustre bajo. Grano recto a inclinado (*P. bernardii*), entrecruzado. Textura fina. Moderadamente dura y pesada a dura y pesada.

Anillos de crecimiento no definidos. Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, múltiples radiales de 2-5 (-8), algunos solitarios. Platinas de perforación simples, ocasionalmente escalariformes de una barra y reticuladas (*P. berteriana*). Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, diminutas a pequeñas. Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares. Fibras septadas, paredes medianas, con punteaduras indistintamente areoladas, abundantes en paredes radiales. Parénquima apotraqueal difuso, paratraqueal escaso; en series de 4-6 células. Radios homocelulares de células cuadradas o erectas y heterocelulares con más de 4 hileras de células marginales; exclusivamente homocelulares en *P. poeppigiana*. Cristales tipo rafidios presentes en células parenquimáticas radiales, ocasionalmente estiloides (*P. irwinii*); ausentes en *P. poeppigiana*.



**Fig. 13.** *Psychotria irwinii*. **a.** Cristales estiloides. Escala = 50  $\mu$ m. **b.** Platinas simples de forma irregular. Escala = 50  $\mu$ m.





**Fig. 14.** *Psychotria berteriana*. **a.** Platina de perforación reticulada. Escala = 50 µm. **b.** Radios de 1-3 células de ancho. Escala = 100 µm. **c.** Platinas de perforación simples y escalariforme con una barra; fibras septadas. Escala = 100 µm. **d-e.** Rafidios en células radiales. Escala = 50 µm.

### **Remijia** DC. (2/23) (Fig.15)

*R. densiflora* Benth.

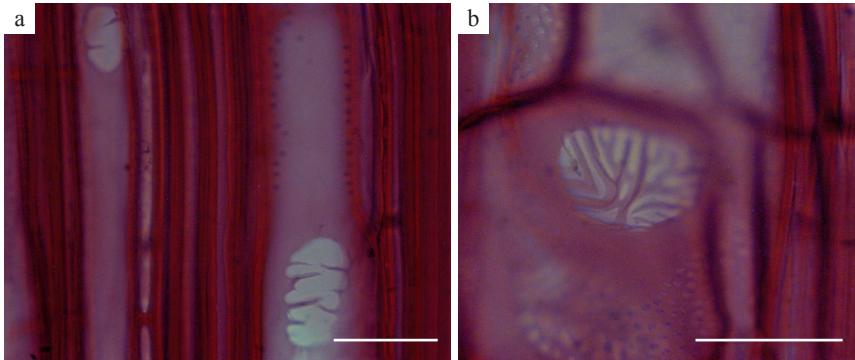
*R. pacimonica* Müll.Arg.

Madera amarillo pálido (2.5Y 8/4), sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor no distintivos. Lustre mediano. Grano recto a inclinado. 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 predominantemente simples combinadas con escalariformes con 3-7 barras (*R. densiflora*) y más de nueve barras (*R. pacimonica*), reticuladas. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, diminutas a pequeñas, ornadas (*R. pacimonica*). Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares. Tíldes presente (*R. pacimonica*). Fibras no septadas, paredes gruesas a muy gruesas, con punteaduras claramente areoladas tanto en paredes radiales como tangenciales.



Parénquima apotraqueal difuso, en agregados, paratraqueal escaso; en series de 4-6 células, hasta 8 células en *R. pacimonica*. Radios homocelulares de células cuadradas o erectas y heterocelulares con más de 4 hileras de células marginales. Células radiales perforadas presentes con platinas múltiples (*R. densiflora*). Células envolventes presentes (*R. pacimonica*).



**Fig. 15.** *Remijia densiflora*. **a.** Platinas de perforación escalariformes. Escala = 50  $\mu$ m. **b.** Células radiales perforadas con perforaciones múltiples. Escala = 50  $\mu$ m.

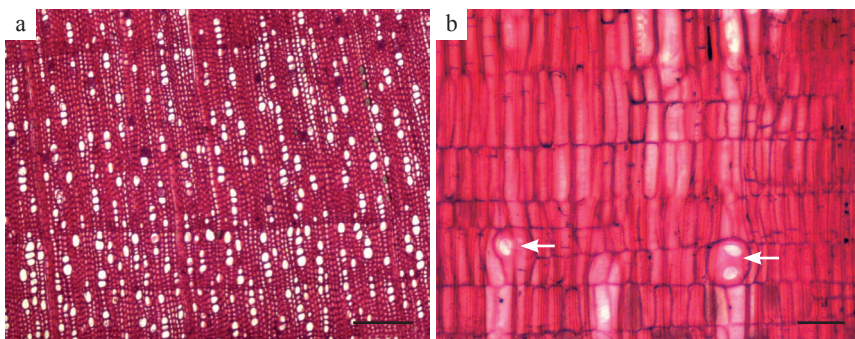
### **Rudgea** Salisb. (2/24) (Fig. 16)

*R. crassiloba* (Benth.) B.L.Rob.

*R. hostmanniana* Benth.

Madera marrón muy pálido (10YR 8/6) (*R. crassiloba*) a amarillo pálido (*R. hostmanniana*), sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor no distintivos. Lustre bajo. Grano inclinado a entrecruzado. Textura fina. Moderadamente dura y pesada a dura y pesada.

Anillos de crecimiento definidos por reducción del diámetro radial de las fibras (*R. crassiloba*). Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, múltiples radiales de 2-5 (-7), pocos solitarios. Platinas de perforación simples, ocasionalmente reticuladas observables en tejido macerado (*R. hostmanniana*). Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, diminutas a pequeñas. Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares. Depósitos de goma en los vasos (*R. crassiloba*). Fibras septadas, paredes medianas a gruesas, con punteaduras indistintamente areoladas, tanto en paredes radiales como tangenciales. Radios homocelulares de células cuadradas o erectas y heterocelulares con más de 4 hileras de células marginales. Células envolventes presentes (*R. hostmanniana*). Células radiales perforadas presentes, con platinas simples y reticuladas. Parénquima radial disyuntivo presente (*R. hostmanniana*). Cristales tipo rafidio en las células parenquimáticas radiales.



**Fig. 16.** *Rudgea crassiloba*. **a.** Anillos de crecimiento definidos, poros predominantemente múltiples radiales. Escala = 300 µm. **b.** Radios homocelulares de células erectas; células radiales perforadas. Escala = 100 µm.

### **Simira** Aubl. (1/9)

*S. rubescens* (Benth.) Bremek. ex Steyerl.

Madera rosada (5YR 7/4), sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor no distintivos. Lustre alto a 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 (-4). Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, diminutas a pequeñas. Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares. Fibras septadas, paredes medianas a gruesas, con punteaduras indistintamente areoladas. Radios homocelulares de células cuadradas o erectas y heterocelulares con más de 4 hileras de células marginales. Células envolventes presentes, pocas, formando envoltura parcial en los radios. Células radiales perforadas presentes. Arena cristalífera presente en los radios.

### **Warszewiczia** Klotzsch (1/3) (Fig. 17)

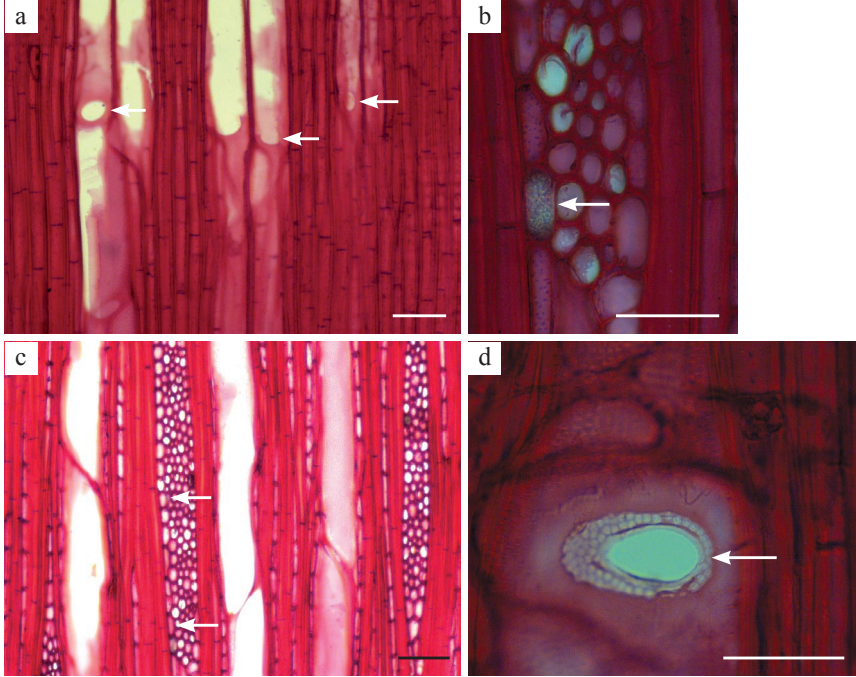
*W. coccinea* (Vahl) Klotzsch

Madera amarilla (2.5YR 8/6), sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor no distintivos. Lustre mediano. Grano inclinado a entrecruzado. Textura fina. Moderadamente dura y pesada.

Anillos de crecimiento no definidos. Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, solitarios y múltiples radiales de 2-5 (-6), arracimados. Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, diminutas. Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares. Fibras septadas, paredes medianas a gruesas, con punteaduras indistintamente

areoladas. Radios homocelulares de células cuadradas o erectas y heterocelulares con más de 4 hileras de células marginales; de dos tamaños. Células envolventes presentes, pocas, formando envoltura parcial en algunos radios. Células radiales perforadas presentes. Arena cristalífera en los radios.

En las tablas 2 y 3 se presentan los aspectos relacionados con las características cuantitativas de las especies estudiadas.



**Fig. 17.** *Warszewiczia coccinea*. **a.** Fibras septadas, platinas de perforación simples. Escala = 100  $\mu\text{m}$ . **b.** Arena cristalífera. Escala = 50  $\mu\text{m}$ . **c.** Células envolventes. Escala = 100  $\mu\text{m}$ . **d.** Célula radial perforada. Escala = 50  $\mu\text{m}$ .

**Tabla 2.** Características cuantitativas de los vasos.

Especie	Poros/ mm <sup>2</sup>	Diámetro de poros (µm)*	Diámetro de punteaduras (µm)**	Longitud de elementos de los vasos (µm)*
<i>Alseis labatioides</i>	84	(50-) 60 (-75)	2,5-5	(290-) 410 (-645)
<i>Amaioua corymbosa</i>	17-33	(60-) 72-86 (-110)	2,5-5	(170-) 413-495 (-720)
<i>A. guianensis</i>	48-57	(45-) 62 (-80)	2,5-5	(270-) 497-521 (-700)
<i>Bertieria guianensis</i>	56-70	(25-) 38-42 (-50)	3,75-5	(190-) 652-767 (-1450)
<i>Calycophyllum candidissimum</i>	64-131	(45-) 61-66 (-85)	2,5-5	(205-) 470-588 (-850)
<i>C. venezuelense</i>	40	(70-) 84 (-105)	5-6,25	(420-) 680 (-930)
<i>Chimarrhis cymosa</i>	10	(120-) 163 (-230)	3,75-6,25	(370-) 764 (-1090)
<i>Chomelia venezuelensis</i>	99	(45-) 54 (-65)	3,75-5	(220-) 413 (-770)
<i>Cinchona pubescens</i>	22-27	(65-) 80-118 (-145)	2,5-6,25	(340-) 631-664 (-1055)
<i>Cosmibuena grandiflora</i>	11-17	(55-) 72-95 (-120)	2,5-5	(320-) 499-635 (-1170)
<i>Duroia fusifera</i>	28	(65-) 83 (-110)	2,5-3,75	(240-) 397 (-630)
<i>Genipa americana</i>	19-34	(50-) 64-89 (-110)	3,75-6,25	(250-) 433-491 (-795)
<i>Guettarda crispiflora</i>	15-23	(75-) 107-125 (-175)	5-7,5	(345-) 628-706 (-1460)
<i>G. elliptica</i>	83	(45-) 57 (-75)	3,75-6,25	(170-) 540 (-740)
<i>Isertia hypoleuca</i>	26	(70-) 89 (-125)	3,75-6,25	(270-) 751 (-1240)
<i>Landenbergia lambertiana</i>	18	(55-) 83 (-100)	5-6,25	(330-) 585 (-1000)
<i>Morinda peduncularis</i>	4	(65-) 93 (-135)	3,75-5	(215-) 363 (-555)
<i>Pagamea capitata</i>	72	(40-) 51 (-70)	3,75	(215-) 360 (-685)
<i>P. plicata</i>	9	(75-) 101 (-125)	3,75-5	(330-) 646 (-860)
<i>Posoqueria latifolia</i>	52	(45-) 55 (-70)	3,75	(345-) 822 (-1350)
<i>P. panamensis</i>	94	(30-) 40 (-50)	3,75	(265-) 508 (-795)
<i>Psychotria bernardii</i>	85	(35-) 44 (-55)	2,5-3,75	(540-) 791 (-990)
<i>P. berteriana</i>	35	(40-) 55 (-65)	3,75-5	(350-) 729 (-1080)
<i>P. irwinii</i>	59	(35-) 45 (-55)	3,75	(345-) 877 (-1400)
<i>P. poeppigiana</i>	187	(30-) 40 (-50)	2,5-3,75	(240-) 627 (-890)
<i>Remijia densiflora</i>	61	(40-) 59 (-75)	3,75	(455-) 719 (-1120)
<i>R. pacimonica</i>	35	(55-) 77 (-95)	3,75-5	(305-) 554 (-900)
<i>Rudgea crassiloba</i>	106	(30-) 39 (-45)	2,5-3,75	(260-) 542 (-755)
<i>R. hostmanniana</i>	123	(35-) 44 (-55)	2,5-3,75	(345-) 607 (-870)
<i>Simira rubescens</i>	44-64	(40-) 53-59 (-75)	2,5-5	(170-) 535-670 (-1170)
<i>Warszewiczia coccinea</i>	59	(55-) 71 (-95)	2,5-3,75	(410-) 653 (-940)

En las especies donde se estudió más de un individuo se presenta mínimo observado, promedio menor, promedio mayor, máximo observado. \*mínimo, promedio, máximo. \*\*mínimo-máximo.

Tabla 3. Características cuantitativas de fibras y radios.

Especie	Longitud de fibras (µm)*	Radios/mm**	Ancho de radios	Altura de radios (µm)*
<i>Alseis latitoides</i>	(910-) 1175 (-1630)	7-10	(1-) 3-4 (-5)	(320-) 488 (-710)
<i>Amaloua corymbosa</i>	(865-) 1081-1271 (-1595)	11-20	1-2 y 3-6***	(370-) 610-1003 (-1630)
<i>A. guianensis</i>	(930-) 1237-1413 (-1800)	(9-) 11-18	1-2 y 6-8***	(550-) 853-891 (-1715)
<i>Bertiera guianensis</i>	(1415-) 1749-1764 (-2220)	15-19 (-21)	1-2, ocas. 3	(350-) 838-935 (-2030)
<i>Calycophyllum candidissimum</i>	(965-) 1288-1550 (-1880)	5-12 (-15)	1-4, pred. 3	(300-) 429-698 (-1370)
<i>C. venezuelense</i>	(1260-) 1597 (-2060)	7-10	1-4, pred. 3-4	(340-) 674 (-1240)
<i>Chimarrhis cymosa</i>	(1280-) 1913 (-2420)	5-9	1-2 y 5-8*, pred. 6	(490-) 942 (-1750)
<i>Chomelia venezuelensis</i>	(1110-) 1523 (-1935)	12-16 (-18)	1-3, ocas. 4	(270-) 416 (-690)
<i>Cinchona pubescens</i>	(1310-) 1599-1702 (-2115)	5-14	1-4, pred. 3-4	(390-) 636-951 (-2220)
<i>Cosmibuena grandiflora</i>	(890-) 1189-1391 (-1850)	10-14	1-3, ocas. 4	(300-) 596-844 (-1500)
<i>Duroia fusifera</i>	(980-) 1225 (-1470)	11-14 (-16)	1-4	(260-) 543 (-1000)
<i>Genipa americana</i>	(1025-) 1411-1760 (-2170)	6-12	1-5, pred. 3-5	(240-) 388-628 (-1500)
<i>Guettarda crispiflora</i>	(1045-) 1404-1438 (-1910)	7-15	1-6	(340-) 649-668 (-1460)
<i>G. elliptica</i>	(1080-) 1402 (-1795)	13-18	1-4, pred. 3	(320-) 682 (-1150)
<i>Isertia hypoleuca</i>	(1250-) 1571 (-1990)	8-14	1-3	(310-) 627 (-1300)
<i>Landenbergia lambertiana</i>	(845-) 1228 (-1510)	9-14	1-4, pred. 3	(390-) 749 (-1500)
<i>Morinda peduncularis</i>	(860-) 970 (-1090)	10-16	1-2	(280-) 523 (-1015)
<i>Pogamea capitata</i>	(730-) 872 (-1010)	12-18	1-3	(260-) 406 (-810)
<i>P. plicata</i>	(1100-) 1344 (-1720)	12-18	1-2 (-3)	(415-) 779 (-1240)
<i>Posoqueria latifolia</i>	(2095-) 2834 (-3930)	10-15	1-3	(640-) 1373 (-2570)



Tabla 3. Continuación.

Especie	Longitud de fibras (µm)*	Radios/mm**	Ancho de radios	Altura de radios (µm)*
<i>P. panamensis</i>	(1335-) 1833 (-2385)	19-20 (-22)	1-2	(430-) 1388 (-2170)
<i>Psychotria bernardii</i>	(1165-) 1697 (-2105)	12-16	1-3	(400-) 608 (-1070)
<i>P. berteroa</i>	(1260-) 1655 (-2390)	(8-) 10-12	1-3, ocas. 4	(710-) 1297 (-3390)
<i>P. irwinii</i>	(1105-) 1991 (-2560)	9-12	1-5	(670-) 1062 (-1730)
<i>P. poeppigiana</i>	(955-) 1224 (-1590)	7-10 (-11)	1-2	(400-) 583 (-770)
<i>Remijia densiflora</i>	(660-) 1244 (-1990)	10-13	1-3	(320-) 862 (-1735)
<i>R. pacimonica</i>	(1100-) 1501 (-1835)	8-10	1-3, ocas. 4	(470-) 886 (-1910)
<i>Rudgea crassiloba</i>	(925-) 1350 (-1600)	15-20	1-3, pred. 2	(290-) 674 (-1200)
<i>R. hostmanniana</i>	(1240-) 1560 (-1860)	(13-) 16-20	1-3	(300-) 666 (-1880)
<i>Simira rubescens</i>	(1320-) 1704-1847 (-2320)	(6-) 7-11 (-13)	1-4	(250-) 579-630 (-1300)
<i>Warszewiczia coccinea</i>	(1470-) 1843 (-2150)	10-15	1 y 4-7***	(650-) 749 (-1500)

En las especies donde se estudió más de un individuo se presenta mínimo observado, promedio menor, promedio mayor, máximo observado. \*mínimo, promedio, máximo. \*\*mínimo-máximo, pred. = predominantemente, ocas. = ocasionalmente.

**Clave de identificación de 31 especies de Rubiaceae venezolanas, utilizando caracteres anatómicos**

1a.	Fibras septadas . . . . .	2
1b.	Fibras no septadas . . . . .	14
2a.	Parénquima axial presente . . . . .	3
2b.	Parénquima axial ausente . . . . .	7
3a.	Fibras con punteaduras claramente areoladas, radios de dos tamaños . . . . .	
	. . . . . <i>Chimarrhis cymosa</i>	
3b.	Fibras con punteaduras indistintamente areoladas, radios de dos tamaños ausentes . . . . .	4
4a.	Arena cristalífera presente . . . . .	5
4b.	Arena cristalífera ausente . . . . .	6
5a.	Fibras de paredes delgadas a medianas . . . . .	<i>Alseis labatioides</i>
5b.	Fibras de paredes medianas a gruesas, gruesas a muy gruesas . . . . .	12
6a.	Rafidios presentes . . . . .	<i>Psychotria bernardii, P. berteroaana, P. irwinii</i>
6b.	Rafidios ausentes . . . . .	<i>Psychotria poeppigiana</i>
7a.	Cristales presentes . . . . .	8
7b.	Cristales ausentes . . . . .	11
8a.	Rafidios en células parenquimáticas radiales . . . . .	9
8b.	Arena cristalífera en células parenquimáticas radiales . . . . .	10
9a.	Parénquima radial disyuntivo y células envolventes presentes . . . . .	
	. . . . . <i>Rudgea hostmanniana</i>	
9b.	Parénquima radial disyuntivo y células envolventes ausentes . . . . .	
	. . . . . <i>Rudgea crassiloba</i>	
10a.	Radios de dos tamaños presentes . . . . .	<i>Warszewiczia coccinea</i>
10b.	Radios de dos tamaños ausentes . . . . .	<i>Simira rubescens</i>
11a.	Poros con diámetro promedio mayor de 100 $\mu\text{m}$ . . . . .	<i>Guettarda crispiflora</i>
11b.	Poros con diámetro promedio menor de 100 $\mu\text{m}$ . . . . .	<i>Guettarda elliptica</i>
12a.	Fibras de paredes gruesas a muy gruesas; parénquima paratraqueal escaso . . . . .	
	. . . . . <i>Calycophyllum candidissimum, C. venezuelense</i>	
12b.	Fibras de paredes medianas a gruesas; parénquima axial ausente . . . . .	13
13a.	Radios con altura promedio mayor de 1 mm . . . . .	
	. . . . . <i>Posoqueria latifolia, P. panamensis</i>	
13b.	Radios con altura promedio menor de 1 mm . . . . .	14
14a.	Fibras con punteaduras claramente areoladas presentes . . . . .	15
14b.	Fibras exclusivamente con punteaduras indistintamente areoladas . . . . .	25
15a.	Parénquima axial presente . . . . .	16
15b.	Parénquima axial ausente . . . . .	24
16a.	Anillos de crecimiento definidos por parénquima marginal . . . . .	17
16b.	Anillos de crecimiento indistintos o definidos por reducción de diámetro de las fibras . . . . .	18
17a.	Rafidios presentes en parénquima axial . . . . .	<i>Pagamea plicata</i>
17b.	Rafidios ausentes . . . . .	<i>Pagamea capitata</i>

18a.	Parénquima predominantemente en bandas con más de tres células de ancho. . . . .	<i>Morinda peduncularis</i>
18b.	Parénquima en bandas con más de tres células de ancho ausente. . . . .	19
19a.	Radios de dos tamaños presentes . . . .	<i>Amaioua corymbosa</i> , <i>A. guianensis</i>
19b.	Radios de dos tamaños ausentes . . . . .	20
20a.	Platinas de perforación múltiples presentes . . . . .	21
20b.	Platinas de perforación múltiples ausentes . . . . .	22
21a.	Células envolventes presentes, células radiales perforadas ausentes . . . . .	<i>Remijia pacimonica</i>
21b.	Células envolventes ausentes, células radiales perforadas presentes . . . . .	<i>Remijia densiflora</i>
22a.	Parénquima apotraqueal difuso y en agregados presente . . . . .	23
22b.	Parénquima exclusivamente paratraqueal escaso . . . . .	<i>Ladenbergia lambertiana</i>
23a.	Fibras de paredes gruesas a muy gruesas . . . . .	<i>Genipa americana</i>
23b.	Fibras de paredes delgadas a medianas . . . . .	<i>Isertia hypoleuca</i>
24a.	Poros predominantemente solitarios, más de 50 poros/mm <sup>2</sup> . . . . .	<i>Bertieria guianensis</i>
24b.	Poros predominantemente múltiples, menos de 50 poros/mm <sup>2</sup> . . . . .	<i>Duroia fusifera</i>
25a.	Rafidios en parénquima radial . . . . .	<i>Cosmibuena grandiflora</i>
25b.	Rafidios ausentes. . . . .	26
26a.	Fibras de paredes muy gruesas, parénquima radial disyuntivo presente. . . . .	<i>Chomelia venezuelensis</i>
26b.	Fibras de paredes delgadas a medianas, parénquima radial disyuntivo ausente . . . . .	<i>Cinchona pubescens</i>

Macroscópicamente, las especies estudiadas muestran uniformidad, por lo que su diferenciación no es posible a este nivel de observación. Se caracterizaron por ser maderas duras y pesadas a muy duras y pesadas, colores predominantemente amarillentos, sin transición entre albura y duramen, grano inclinado a entrecruzado, textura fina. Con relación a la estructura anatómica, uno de los caracteres que mayor variación mostró fueron las fibras, las 31 especies estudiadas se pueden incluir en dos grandes categorías: fibras septadas y fibras no septadas. En el primer grupo se incluyen 15 especies (48,39% del total estudiado) pertenecientes a nueve géneros, mientras que el segundo grupo está representado por 16 especies (51,61%) ubicadas en 12 géneros. Adicionalmente, se encontró variación en el tipo de punteaduras que se desarrollan en las paredes de las fibras, observándose que 15 especies (48,39%) presentaron fibras con punteaduras claramente areoladas y las 16 restantes (51,61%) se caracterizaron por poseer fibras con punteaduras indistintamente areoladas. En la Tabla 4 se presenta la distribución a nivel de subfamilias y géneros relacionado con tipo de punteaduras y presencia o ausencia de septos en las fibras. La determinación del grosor de paredes de las fibras, se hizo desde el

punto de vista cualitativo siguiendo lo recomendado por IAWA Committee (1989), estableciendo la relación entre el espacio ocupado por la pared con respecto al espacio ocupado por el lumen o cavidad celular. Las especies estudiadas se distribuyeron de la siguiente manera: paredes delgadas a medianas: 6 especies (19,35%); paredes medianas: 3 especies (9,68%); paredes medianas a gruesas: 5 especies (16,13%); paredes gruesas a muy gruesas: 17 especies (54,84%).

**Tabla 4.** Géneros con especies de fibras con punteaduras claramente areoladas e indistintamente areoladas en cada subfamilia según la clasificación de Bremer & Eriksson (2009).

Subfamilia	Géneros con punteaduras claramente areoladas	%	Géneros con punteaduras indistintamente areoladas	%
Cinchonoideae (7 géneros)	<i>Chomelia</i> , <i>Cosmibuena</i> , <i>Guettarda*</i> , <i>Isertia</i> , <i>Landenbergia</i> , <i>Remijia</i>	85,71	<i>Cinchona</i>	14,29
Ixoroideae (10 géneros)	<i>Alseis*</i> , <i>Amaioua</i> , <i>Bertieria</i> , <i>Chimarrhis*</i> , <i>Posoqueria</i>	50	<i>Calycophyllum*</i> , <i>Duroia</i> , <i>Genipa</i> , <i>Simira*</i> , <i>Warszewiczia*</i>	50
Rubioideae (4 géneros)	<i>Morinda</i> , <i>Pagamea</i>	50	<i>Psychotria*</i> , <i>Rudgea*</i>	50
Total (21 géneros)	13	61,91	8	38,09

\* = Fibras septadas

La longitud de fibras, de acuerdo a IAWA Committee (1989), se ubicó principalmente en la categoría de medianas (900-1600  $\mu\text{m}$ ), el 61,29% de las especies estudiadas se encuentra en esta categoría, mientras que el 32,26% están en la categoría de fibras largas (> 1600  $\mu\text{m}$ ). *Genipa americana* fue la única especie cuya longitud promedio de las fibras la incluye en las dos categorías antes mencionadas. Sólo *Pagamea capitata* se ubicó en la categoría de fibras cortas. En general, la longitud promedio de las fibras osciló entre 872  $\mu\text{m}$  (*Pagamea capitata*) y 2834  $\mu\text{m}$  (*Posoqueria latifolia*).

En las células de conducción se observó uniformidad en cuanto a tipo de porosidad, disposición de poros, tipo de punteaduras, categoría de tamaño en diámetro de poros y longitud de elementos de los vasos. Las mayores variaciones se observaron en la frecuencia de poros donde se encontraron valores desde 4 poros/ $\text{mm}^2$  (*Morinda peduncularis*) hasta 187 poros/ $\text{mm}^2$  (*Psychotria poeppigiana*). El diámetro promedio de poros osciló desde 38  $\mu\text{m}$  (un individuo de *Bertieria guianensis*) hasta 163  $\mu\text{m}$  (*Chimarrhis cymosa*). En el caso de *Posoqueria panamensis*, *Psychotria poeppigiana* y *Rudgea crassiloba* se observaron valores muy cercanos al indicado para *Bertieria guianensis*. De acuerdo a las categorías establecidas por IAWA Committee (1989) y tomando los valores promedio de los diferentes individuos estudiados por especie, se encontró que el 64,52% de las especies posee poros categoría II (50-100  $\mu\text{m}$ ), 22,58% son categoría I (< 50  $\mu\text{m}$ ), 9,68% se ubican en la categoría III (100-200  $\mu\text{m}$ ) y una especie (3,23%) presen-

tó poros que se ubican en las categorías II y III. Con respecto al diámetro de las punteaduras, todas las especies estudiadas se ubicaron en la categoría de diminutas a pequeñas. Sólo en *Guettarda crispiflora* se observaron algunas punteaduras medianas, combinadas con punteaduras pequeñas. La longitud de los elementos vasculares se caracterizó porque el 93,55% de las especies estudiadas presentó elementos vasculares medianos (350-800  $\mu\text{m}$ ) de acuerdo a lo indicado por IAWA Committee (1989); sólo *Posoqueria latifolia* y *Psychotria irwinii* tienen elementos vasculares cuya longitud promedio los ubica en la categoría de largos.

Las especies *Bertiera guianensis*, *Duroia fusifera*, *Guettarda elliptica*, *G. crispiflora*, *Isertia hypoleuca*, *Rudgea crassiloba*, *R. hostmanniana*, *Simira rubescens* y *Warszewiczia coccinea*, que representan el 29,03% del material estudiado, se caracterizaron por la ausencia de parénquima axial. En el resto de las especies, la cantidad de parénquima fue poca, principalmente del tipo apotraqueal difuso, en agregados y paratraqueal escaso. Generalmente el parénquima fue del tipo en series, aunque en *Alseis labatioides* se observó una baja proporción de parénquima fusiforme.

Todas las especies mostraron similitud en la composición de los radios y se caracterizaron por mantener uniformidad en el tipo de radios, generalmente una combinación de homocelulares de células cuadradas o erectas y heterocelulares con más de 4 hileras de células marginales. El ancho de los radios comúnmente fue de 1-3 células. Una característica resaltante fue la presencia de radios de dos tamaños en *Amaioua corymbosa*, *A. guianensis*, *Chimarrhis cymosa* y *Warszewiczia coccinea*. La altura de los radios también mostró un comportamiento uniforme y el 87,1% de las especies presentaron radios menores de 1 mm; sólo cuatro especies (*Posoqueria latifolia*, *P. panamensis*, *Psychotria berteriana*, *P. irwinii*) estuvieron en la categoría de radios mayores a ese nivel de altura.

Una característica que se observó con notable frecuencia fue el desarrollo de células radiales perforadas (54,84% de las especies estudiadas) y sólo estuvieron ausentes en especies pertenecientes a los géneros *Bertiera*, *Cosmibuena*, *Genipa*, *Isertia*, *Morinda*, *Pagamea* y *Psychotria*. Igualmente, la presencia de células envolventes se encontró en *Amaioua guianensis*, *Remijia pacimonica* y *Rudgea hostmanniana*. Otra característica importante fue la presencia de sustancias minerales, la cual se manifestó en forma de arena cristalífera (*Alseis labatioides*, *Calycophyllum candidissimum*, *C. venezuelense*, *Simira rubescens*, *Warszewiczia coccinea*) y cristales tipo rafidios (*Cosmibuena grandiflora*, *Morinda peduncularis*, *Pagamea plicata*, *Psychotria bernardii*, *P. berteriana*, *P. irwinii*, *Rudgea crassiloba*, *R. hostmanniana*). En *Chomelia venezuelensis* se observó arena cristalífera pero de manera ocasional, notándose que podía estar presente en algunas láminas del material estudiado y ausente en otras.

## DISCUSIÓN

Con respecto a lo reportado por otros autores en la literatura consultada, las mayores divergencias se encuentran con lo indicado por Barajas & León (1989)



para *Guettarda elliptica*, quienes señalan características que no coinciden con lo observado en el presente estudio al reportar porosidad semicircular, poros predominantemente solitarios, cristales prismáticos en los radios y fibras con punteaduras indistintamente areoladas. Adicionalmente, no mencionan el desarrollo de células radiales perforadas y parénquima radial disyuntivo. Koek-Noorman (1969a) no muestra datos para *G. elliptica*, pero señala que *G. speciosa*, *G. acreana* y *G. spruceana* desarrollan fibras con punteaduras indistintamente areoladas. Détienne & Jacquet (1983) coinciden con lo observado en la presente investigación al reportar, para *G. elliptica*, una combinación de punteaduras indistinta y claramente areoladas en las fibras. Es importante mencionar que Kribs (1968), Koek-Noorman (1972) y Nardi & Edlmann (1992) describen a *Calycophyllum candidissimum* y no mencionan la presencia de células radiales perforadas y arena cristalífera. Sin embargo, Carlquist (1988) incluye a *Calycophyllum* como uno de los géneros de Rubiaceae donde se puede encontrar arena cristalífera en las células radiales, aún cuando no hace mención a ninguna especie en particular.

En *Posoqueria latifolia*, Koek-Noorman (1969b, 1972) y Détienne *et al.* (1982) indican fibras con punteaduras indistintamente areoladas, contrastando con el material descrito en el presente estudio donde se observaron punteaduras claramente areoladas. Adicionalmente, Koek-Noorman (1972) estudió tres especies del género *Posoqueria* y encontró que entre las mismas sólo hay diferencias a nivel de caracteres cuantitativos. En el presente trabajo se estudiaron dos especies de *Posoqueria* y se observó variación en el tipo de punteaduras que se desarrollan en las fibras. Koek-Noorman (1972) describió a *Isertia hypoleuca* coincidiendo con lo encontrado en el actual estudio, excepto en lo relacionado con el diámetro de poros y altura de radios; para *Bertiera guianensis* señaló células envolventes, parénquima difuso y células radiales perforadas; sin embargo, estos elementos estuvieron ausentes en el material observado en el presente estudio. También describe las especies *Amaioua corymbosa* y *A. guianensis* y sus observaciones son similares a las encontradas en esta investigación. Para *Duroia fusifera* reporta parénquima difuso y células envolventes, elementos no encontrados en el material analizado en este estudio. Williams (1936) señala que *Warszewiczia coccinea* tiene parénquima de tipo reticulado, mientras que Koek-Noorman & Hogeweg (1974) indican que esta especie no desarrolla parénquima axial; esta última observación coincide con lo encontrado en el presente estudio. Adicionalmente, para esta especie no se había reportado arena cristalífera. Esto coincide con lo reportado por Kribs (1968), Koek-Noorman & Hogeweg (1974) y Détienne & Jacquet (1983) para *Genipa americana*.

Tal como se observa, las principales discrepancias con respecto a reportes anteriores corresponden al tipo de punteaduras en las fibras. Koek-Noorman (1969b) señala que la distinción entre fibrotraqueidas (fibras con punteaduras claramente areoladas) y fibras liberiformes (fibras con punteaduras simples o indistintamente areoladas) es difícil y las opiniones al respecto difieren ampliamente. De acuerdo a lo observado en el presente estudio, algunas especies tienen fibras con punteaduras claramente areoladas; en otras se desarrollan fibras de puntea-

duras indistintamente areoladas y en algunos casos se observó la combinación de ambos tipos, existiendo predominancia de las indistintamente areoladas. Es probable que en algunos casos se haya tomado como criterio, plasmar la información de acuerdo a lo que predomina en cada espécimen estudiado y por eso algunas especies son reportadas con fibras de punteaduras indistintamente areoladas a pesar de mostrar, aunque en baja proporción, el otro tipo de punteaduras antes mencionado. Esta es posiblemente la razón por la que se encuentran tantas diferencias en cuanto a lo reportado por diferentes autores al describir especies de Rubiaceae.

Con respecto al tejido de conducción, se observó que todas las especies tienen punteaduras intervasculares diminutas y/o pequeñas; las platinas de perforación fueron exclusivamente simples en 24 especies (77,42% del material estudiado), ocasionalmente se presentaron escalariformes o reticuladas en cinco especies (*Cinchona pubescens*, *Pagamea plicata*, *Posoqueria panamensis*, *Psychotria berteriana*, *Rudgea hostmanniana*), mientras que en las dos especies del género *Remijia* se observó alta frecuencia de platinas escalariformes y reticuladas. La agrupación de poros también mostró una notable variación, con casos donde se distribuyen de manera uniforme los solitarios y múltiples; y otros, donde predominan los múltiples radiales y especies con poros predominante o exclusivamente solitarios; esta última condición se encontró en seis especies (19,35% del total estudiado): *Cosmibuena grandiflora*, *Genipa americana*, *Isertia hypoleuca*, *Landenbergia lambertiana*, *Morinda peduncularis* y *Pagamea capitata*. La característica que se mantuvo más constante entre las diferentes especies estudiadas fue la composición de los radios que siempre fue una combinación de radios heterocelulares, generalmente con más de 4 hileras de células marginales, y homocelulares de células cuadradas o erectas.

Koek-Noorman (1977) y Jansen *et al.* (2002) clasifican la madera de Rubiaceae en dos grupos: el tipo I que se caracteriza por presentar fibras no septadas y con punteaduras claramente areoladas, poros predominantemente solitarios, parénquima apotraqueal difuso, en agregados y/o en bandas y radios estrechos con largas márgenes uniseriadas; mientras que el tipo II se caracteriza por tener fibras septadas y con punteaduras indistintamente areoladas, parénquima axial ausente o de tipo paratraqueal escaso, poros predominantemente en múltiples radiales cortos y radios más anchos. En el material estudiado, sólo en diez especies (32,26%) se encontró de manera simultánea los cuatro caracteres indicados para cada grupo: dos especies para el tipo I y ocho para el tipo II. En nueve especies (29,03%) se observó que sólo un carácter no coincidía, generalmente el tipo de parénquima axial o la agrupación de poros, para designar las maderas de manera absoluta como de tipo I o II. Generalmente, los caracteres que más coincidieron fueron los relacionados con las fibras, excepto en el caso de *Chimarrhis cymosa* donde se encontraron fibras con punteaduras claramente areoladas (tipo I) y septadas (tipo II). Es importante destacar que es poco común encontrar la combinación de fibras septadas con punteaduras claramente areoladas, sin embargo ya existen reportes previos como el mencionado por Détienne & Jacquet (1983) para *Chimarrhis turbinata*. Jansen

*et al.* (2002) reportaron que algunas especies de Rubiaceae pueden tener combinaciones de caracteres de madera tipo I y tipo II.

Las 31 especies estudiadas, pertenecientes a 21 géneros diferentes, se ubican en las tres subfamilias establecidas por Bremer & Eriksson (2009): Cinchonoideae (*Chomelia*, *Cinchona*, *Cosmibuena*, *Guettarda*, *Isertia*, *Landenbergia*, *Remijia*), Ixoroideae (*Alseis*, *Amaioua*, *Bertiera*, *Calycophyllum*, *Chimarrhis*, *Duroia*, *Genipa*, *Posoqueria*, *Simira*, *Warszewiczia*) y Rubioideae (*Morinda*, *Pagamea*, *Psychotria*, *Rudgea*). Al igual que lo planteado por Koek-Noorman & Hogeweg (1974), en cada subfamilia se pueden establecer dos grupos con base en el tipo de punteaduras de las fibras. Con respecto a las fibras septadas, las subfamilias estudiadas presentaron la combinación de representantes con fibras septadas y no septadas. En el caso de la Cinchonoideae, sólo en *Guettarda crispiflora* y *G. elliptica* se observaron fibras septadas (22,22% de la subfamilia), en la Ixoroideae se presentaron en *Alseis labatioides*, *Calycophyllum candidissimum*, *C. venezuelense*, *Simira rubescens* y *Warszewiczia coccinea* (38,46% de la subfamilia), mientras que en la Rubioideae se encontraron en *Psychotria bernardii*, *P. berteriana*, *P. irwinii*, *P. poeppigiana*, *Rudgea crassiloba* y *R. hostmanniana* (77,78% de la subfamilia). Los cristales se observaron en las tres subfamilias: en la Ixoroideae sólo se presentó arena cristalífera, en la Rubioideae sólo se encontraron rafidios, mientras que en la Cinchonoideae se presentaron los dos tipos de cristales. Esto coincide con lo planteado por Jansen *et al.* (2002) acerca de la distribución del tipo de cristales en las tres subfamilias de Rubiaceae. Las punteaduras ornadas se observaron principalmente en la subfamilia Cinchonoideae, en la Ixoroideae sólo se encontraron en *Posoqueria latifolia*, mientras que ningún representante de Rubioideae presentó este tipo de punteaduras. Sin embargo, tal como lo indican Jansen *et al.* (2002), muchas veces las punteaduras ornadas son difíciles de diferenciar con el uso de microscopio óptico.

A nivel de cada subfamilia se encontraron representantes de los tipos de madera I y II establecidos por Koek-Noorman (1977) para la familia Rubiaceae.

## CONCLUSIONES

La anatomía de la madera permite crear grupos con base en caracteres como tipo de fibras (grosor de paredes, presencia o ausencia de septas, tipo de punteaduras) y sustancias minerales (presencia o ausencia de cristales, tipo de cristales). Aún cuando se pudo elaborar una clave de identificación, es necesario tener en consideración que sólo se trabajó con 31 especies de las 777 que han sido reportadas para Venezuela. Macroscópicamente, las especies estudiadas muestran alta uniformidad y no es posible una separación confiable a este nivel de observación. La característica que mostró mayor uniformidad entre las especies estudiadas fue la composición de los radios, encontrándose siempre una combinación de radios homocelulares de células cuadradas o erectas y heterocelulares generalmente con más de cuatro hileras de células marginales.

**BIBLIOGRAFÍA**

- APG. 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Bot. J. Linn. Soc.* 161: 105-121.
- Barajas, M., G. Ángeles & 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.
- Barajas, J. & 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.
- Betancourt, A. 2000. *Árboles maderables exóticos de Cuba*. Editorial Científico-Técnica, La Habana.
- Bremekamp, C. 1966. Remarks on the position, the delimitation and subdivision of the Rubiaceae. *Acta Bot. Neerl.* 15: 1-33.
- Bremer, B. & T. Eriksson. 2009. Time tree of Rubiaceae: Phylogeny and dating the family, subfamilies and tribes. *Int. J. Plant Sci.* 170: 766-793.
- Bremer, B., K. Andreasen & D. Olsson. 1995. Subfamilial and tribal relationships in the Rubiaceae based on rbcL sequence data. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 82: 383-397.
- Callado, C. & S. da Silva. 2003. Anatomia do lenho de três espécies do gênero *Simira* Aubl. (Rubiaceae) da Floresta Atlântica no estado do Rio de Janeiro. *Rodriguésia* 83: 23-33.
- Carlquist, S. 1988. *Comparative wood anatomy*. Springer Verlag, New York.
- Coroithie, H. 1948. *Maderas de Venezuela*. Ministerio de Agricultura y Cría, Caracas.
- Détienne, P. & P. Jacquet. 1983. *Atlas d'identification des bois de l'amazonie et des regions voisines*. Centre Technique Forestier Tropical, Nogent, Paris.
- Détienne, P., P. Jacquet & A. Mariaux. 1982. *Manuel d'Identification des bois tropicaux. Tome 3. Guyane française*. Centre Technique Forestier Tropical, Paris.
- IAWA Committee. 1989. List of microscopic features for hardwood identification. *IAWA Bull. n.s.* 10: 219-332.
- Jansen, S., E. Robbrecht, H. Beeckman & E. Smets. 2002. A survey of the systematic wood anatomy of the Rubiaceae. *IAWA J.* 23:1-67.
- Koek-Noorman, J. 1969a. A contribution to the wood anatomy of South America (chiefly Suriname) Rubiaceae I. *Acta Bot. Neerl.* 18: 108-123.
- Koek-Noorman, J. 1969b. A contribution to the wood anatomy of South America (chiefly Suriname) Rubiaceae II. *Acta Bot. Neerl.* 18: 316-334.
- Koek-Noorman, J. 1970. A contribution to the wood anatomy of the Cinchoneae, Copetosapelteae and Naucleaeae (Rubiaceae). *Acta Bot. Neerl.* 19: 154-164.
- Koek-Noorman, J. 1972. The wood anatomy of Gardenieae, Ixoreae and Mussaendeae (Rubiaceae). *Acta Bot. Neerl.* 21: 301-320.

- Koek-Noorman, J. 1977. Systematische holzanatomie einiger Rubiaceen. *Ber. Deut. Bot. Ges.* 90: 183-190.
- Koek-Noorman, J. & P. Hogeweg. 1974. The wood anatomy of Vanguerieae, Cinchoneae, Condamineae and Condeletieae (Rubiaceae). *Acta Bot. Neerl.* 23: 627-653.
- Kribs, D. 1968. *Commercial foreign woods in the American market*. Dover Publications Inc., New York.
- Lens, F., S. Jansen, E. Robbrecht & E. Smets. 2000. Wood anatomy of the Vanguerieae (Ixoroideae-Rubiaceae), with special emphasis on some geofrutices. *IAWA J.* 21: 443-455.
- Mabberley, D. 1990. *The plant book*. Cambridge University Press, New York.
- Munsell, A. 1990. *Soil color charts*. Macbeth Division of Kollmorgen Corporation, Baltimore.
- Nardi, R. & M. Edlmann. 1992. *Legnami tropicali importati in Italia: Anatomia e identificazione*. Vol. II: America Latina. Istituto di Assestamento e Tecnologia Forestale-Università di Firenze, Firenze.
- Pérez, A. 1993. Anatomía e identificación de 40 maderas del Bosque La Mucuy, estado Mérida. Venezuela. *Pittieria* 20: 5-77.
- Robbrecht, E. 1988. Tropical woody Rubiaceae. Characteristic features and progressions. Contributions to a new subfamilial classification. *Opera Bot. Belg.* 1: 1-271.
- Robbrecht, E. & C. Manen. 2006. The major evolutionary lineages of the coffee family (Rubiaceae, Angiosperms). *Syst. Geogr. Plants* 76: 85-146.
- Schumann, K. 1891. Rubiaceae. In: Engler, A. & K. Prantl (eds.). *Die Natürlichen Pflanzenfamilien* 4. Leipzig.
- Taylor, C. 2008. Rubiaceae. In: Hokche, O., P. Berry & O. Huber (eds.). *Nuevo catálogo de la flora vascular de Venezuela*, pp. 576-597. Fundación Instituto Botánico de Venezuela Dr. Tobías Lasser, Caracas.
- Verdcourt, B. 1958. Remarks on the classification of the Rubiaceae. *Bull. Jard. Bot. Etat Brux.* 28: 209-281.
- Williams, L. 1936. Woods of northeastern Peru. *Field. Mus. Nat. Hist., Bot. ser.* 15: 1-587.
- Zevallos, P. & M. Tomazello. 2006. Anatomia do lenho de *Uncaria guianensis* e *U. tomentosa* (Rubiaceae) do Estado do Acre, Brasil. *Acta Amazon.* 36: 169-176.
- Welle, B. ter., A. Loureiro, P. Lisboa & J. Koek-Noorman. 1983. Systematic wood anatomy of tribe Guettardeae (Rubiaceae). *Bot. J. Linn. Soc.* 87: 13-28.

