

# Anatomía de la madera y clave de identificación para especies forestales vedadas en Venezuela

*Wood anatomy and key for the identification of forbidden Venezuelan forest species*

WILLIAMS J. LEÓN H.

Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Laboratorio de Anatomía de Maderas, E-mail: wleon@ula.ve

Recibido: 14-12-2008 / Aceptado: 05-06-09

## Resumen

El objetivo del presente trabajo es realizar el estudio anatómico de la madera de seis especies forestales de valor comercial y que han sido vedadas de acuerdo a resolución ministerial 217 del 23/05/2006. Las especies estudiadas son: *Anacardium excelsum*, *Cedrela odorata*, *Cordia thaisiana*, *Pachira quinata*, *Swietenia macrophylla* y *Tabebuia serratifolia*. Se presenta la descripción anatómica y claves de identificación a nivel macroscópico y nivel microscópico. Entre las especies en veda hay notables diferencias; sin embargo guardan muchas similitudes con otras especies de sus mismos grupos taxonómicos, lo cual conlleva a un mayor control en las zonas de explotación para garantizar que no se realice la extracción de material perteneciente a especies protegidas bajo el nombre de otras similares. Es recomendable, si se quiere tener éxito en la protección de especies como *Cedrela odorata*, *Swietenia macrophylla* y *Tabebuia serratifolia*, pensar en incorporar a la resolución de veda a otras especies como *Cedrela montana*, *Cedrela fissilis*, *Carapa guianensis* y las especies de *Tabebuia* del grupo lapachol. Incorporar estas especies al grupo de vedadas no tendría gran repercusión en la producción forestal ya que su aporte al mercado maderero nacional es bastante bajo, pero si tendría una gran repercusión en la garantía de una protección más precisa al grupo de especies incluidas en la resolución 217.

**Palabras clave:** explotación forestal, especies protegidas, madera, especies comerciales, maderas comerciales.

## Abstract

The aim of the present investigation is the wood anatomical study of six forest species of commercial value and that have been forbidden in agreement to ministerial resolution 217 of 23/05/2006. The species studied were *Anacardium excelsum*, *Cedrela odorata*, *Cordia thaisiana*, *Pachira quinata*, *Swietenia macrophylla* and *Tabebuia serratifolia*. Two dichotomous key are presented: one with macroscopical features and other with microscopical features. Between species forbidden there are notable differences; nevertheless they guard many similarities with other species of the same taxonomic groups, which carries to a major control in the zones of exploitation to guarantee that there is not realized the extraction of material belonging to protected species. Is advisable, to have successful in the protection of species as *Cedrela odorata*, *Swietenia macrophylla* and *Tabebuia serratifolia*, to think of incorporating to the resolution of forbidden species, others as *Cedrela montana*, *C. fissilis*, *Carapa guianensis* and *Tabebuia's* species of lapachol group. Incorporation of these species into the group of forbidden don't have great repercussion in the forest production since its contribution to the market national rafter is low enough, but if it would have a great repercussion in the most precise guarantee of a protection to the group of species included in the resolution 217.

**Key words:** forest exploitation, protected species, wood, commercial species, commercial wood.

## 1. Introducción

La explotación forestal en Venezuela, como en muchos países tropicales, se ha caracterizado por concentrar altos volúmenes de producción en un número reducido de especies a las cuales se les ha clasificado como de "alto valor comercial". Aún cuando se han incorporado un gran número de especies a las actividades de aprovechamiento forestal, el mayor volumen de producción se ha centrado en las llamadas especies tradicionales desde el punto de vista comercial.

Hasta el año 1988, la producción maderera nacional se sustentó en esas especies y a partir de 1989 comienza a incorporarse al mercado maderero el material proveniente de las plantaciones del oriente del país con *Pinus caribaea*. De acuerdo a las estadísticas ofrecidas por el MARNR (2000), hoy Ministerio del Poder Popular para el Ambiente, el aporte de las plantaciones de pino en la producción maderera nacional pasó de 5,97 % en el año 1989 a 56,60 % en el año 2000. Esto significó un "alivio" en cuanto a la presión a la que venían siendo sometidas especies como el saqui saqui (*Pachi-*

*ra quinata*), cedro (*Cedrela odorata*), caoba (*Swietenia macrophylla*), mijao (*Anacardium excelsum*); entre otras. Por ejemplo, los volúmenes de madera de saqui saqui, según MARNR (2000), pasaron de representar el 19,23 % de la producción en 1991 a 6,30 % en el año 2000. Sin embargo, la explotación a la que fueron sometidas algunas especies desde la década de los 50 del siglo XX hasta finales de ese siglo, llevó a situaciones de sobre-explotación y, según los criterios establecidos por Llamozas *et al.* (2003), especies como *Swietenia macrophylla* son consideradas como en peligro crítico, *Pachira quinata* y *Cedrela odorata* son incluidas en el grupo de especies vulnerables; mientras que *Tabebuia serratifolia* y *Anacardium excelsum* las ubican dentro de la categoría de especies de menor riesgo, pero casi amenazadas.

Lozada (2007) señala que en la R. F. Ticoporo y la R. F. Caparo (estado Barinas), la principal especie comercial y dominante en el bosque (*Pachira quinata*) estaba prácticamente ausente; mientras que especies como *Tabebuia serratifolia* y *Bulnesia arborea* han presentado una fuerte disminución en sus poblaciones naturales como consecuencia de la demanda popular de la madera para la elaboración de artesanías en los estados Lara y Falcón. Mediante la resolución N° 100 del 18/09/2001 (G.D. 37.287), el MARNR publicó una norma limitando el aprovechamiento de cinco especies forestales comerciales: caoba (*Swietenia macrophylla*), cedro (*Cedrela odorata*), mijao (*Anacardium excelsum*), pardillo (*Cordia thaisiana*), y acapro (*Tabebuia serratifolia*), e indican la necesidad de realizar estudios para analizar la disminución de estas especies en nuestros bosques. Posteriormente, la resolución ministerial N° 217 del 23/05/2006 establece la veda total e indefinida de las especies *Swietenia macrophylla*, *Cedrela odorata*, *Anacardium excelsum*, *Cordia thaisiana*, *Tabebuia serratifolia* y *Pachira quinata* tanto en terrenos de dominio público como en terrenos privados.

El cumplimiento de dicha resolución debe ser garantizado a través de los organismos competentes, principalmente el Ministerio del Poder Popular para el Ambiente y la Guardia Nacional. Es importante indicar que a pesar de la resolución antes mencionada, en ocasiones se informa a través de la prensa el decomiso de material, generalmente en forma de trozas o de madera aserrada, perteneciente a las especies indicadas; siendo esto una prueba

de que los controles no funcionan en un 100 % de su capacidad. Además, es necesario preguntarse si todo el material perteneciente a especies en veda y explotado ilegalmente es decomisado o si parte del mismo logra burlar los mecanismos de control. Se deben crear metodologías o procedimientos que garanticen un control más efectivo sobre las especies protegidas.

Normalmente, cuando se hacen explotaciones ilegales se moviliza sólo el material leñoso y el conocimiento de las características anatómicas de la madera juega un papel fundamental en la puesta en práctica de la Resolución 217. En nuestro país se han presentado diferentes trabajos que incluyen alguna(s) de las especies contempladas en la resolución 217 (León, 2007; León, 2003a, 2003b; León y Espinoza, 1996; Espinoza, 1987; Pérez, 1969; Corrothie, 1967); sin embargo ninguno se ha enfocado hacia la realización de descripciones y claves que faciliten el proceso de identificación de especies protegidas.

El presente trabajo tiene como objetivo realizar la descripción de la madera de las seis especies sometidas a proceso de veda de acuerdo a la Resolución N° 217 del Ministerio del Poder Popular para el Ambiente y elaborar claves de identificación tanto a nivel macroscópico como microscópico. Adicionalmente se presentarán comparaciones con algunas especies que presenten similitud de características indicando los mejores medios para su diferenciación.

## 2. Materiales y métodos

El material de estudio corresponde a muestras de madera de las especies *Swietenia macrophylla*, *Cedrela odorata*, *Anacardium excelsum*, *Cordia thaisiana*, *Tabebuia serratifolia* y *Pachira quinata* (Cuadro 1) y que se encuentran depositadas en la xiloteca MERw del Laboratorio de Anatomía de Maderas de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales (Universidad de Los Andes). Por cada especie se seleccionaron entre 4 y 6 individuos; en la medida de lo posible se seleccionó material de individuos con diferente grado de desarrollo y diferentes procedencias geográficas con el fin de abarcar un mayor rango de variabilidad. Las muestras de maderas fueron sometidas a un proceso de ablandamiento con agua caliente donde el tiempo de tra-

**Cuadro 1.** Material de estudio.

Especie	Muestra Xiloteca	Muestra Herbario	Procedencia
<b><i>Anacardium excelsum</i></b>	X718	---	Barinas
	X4522	14 Gutiérrez	Barinas
	X4523	33 Gutiérrez	Barinas
	X5674	V01/1Ba Hernández <i>et al.</i>	Barinas
	X5677	V01/4Ba Hernández <i>et al.</i>	Barinas
	X5827	---	Barinas
<b><i>Cedrela odorata</i></b>	X2571	339 Marcano Berti	Bolívar
	X3526	---	Trujillo
	X3692	PE 59	Barinas
	X6254	1343 de Brujin	Monagas
<b><i>Cordia thaisiana</i></b>	X3659	PE 25	Barinas
	X5614	V02/1Ba Hernández <i>et al.</i>	Barinas
	X5616	V02/3Ba Hernández <i>et al.</i>	Barinas
	X5808	106 León y Araque	Barinas
<b><i>Pachira quinata</i></b>	X2619	211 Bautista	Barinas
	X4520	65 Gutiérrez	Barinas
	X4521	74 Gutiérrez	Barinas
	X4990	---	---
<b><i>Swietenia macrophylla</i></b>	X716	---	Barinas
	X5614	303 Curran	Portuguesa
	X5616	Curran	Barinas
	X6467	---	Yaracuy
<b><i>Tabebuia serratifolia</i></b>	X1529	60 Conejos	Bolívar
	X2558	118 Marcano Berti	Bolívar
	X3670	PE 36	Barinas
	X6077	1634 de Brujin	Bolívar

tamiento varió con el grado de dureza de la madera. Con el uso de un microtomo de deslizamiento se obtuvieron secciones de 20-30  $\mu\text{m}$  de espesor, las cuales fueron sometidas al respectivo proceso de coloración (safranina), deshidratación y montaje. También se preparó tejido macerado mediante la extracción de astillas de madera las cuales fueron introducidas en una solución de peróxido de hidrógeno y ácido acético glacial (1:1) para luego realizar, por método de mecánico, la separación de fibras y elementos vasculares. La descripción se hizo siguiendo lo estipulado por IAWA Committee (1989), tomando en consideración todas las características allí indicadas. Se elaboró una clave dicotómica con base a características macroscópicas y una segunda clave basada en características microscópicas. Finalmente, se establecieron comparaciones con algunas especies no incluidas en el decreto de veda

pero que guardan similitud anatómica con las especies vedadas para determinar la mejor forma de realizar su diferenciación.

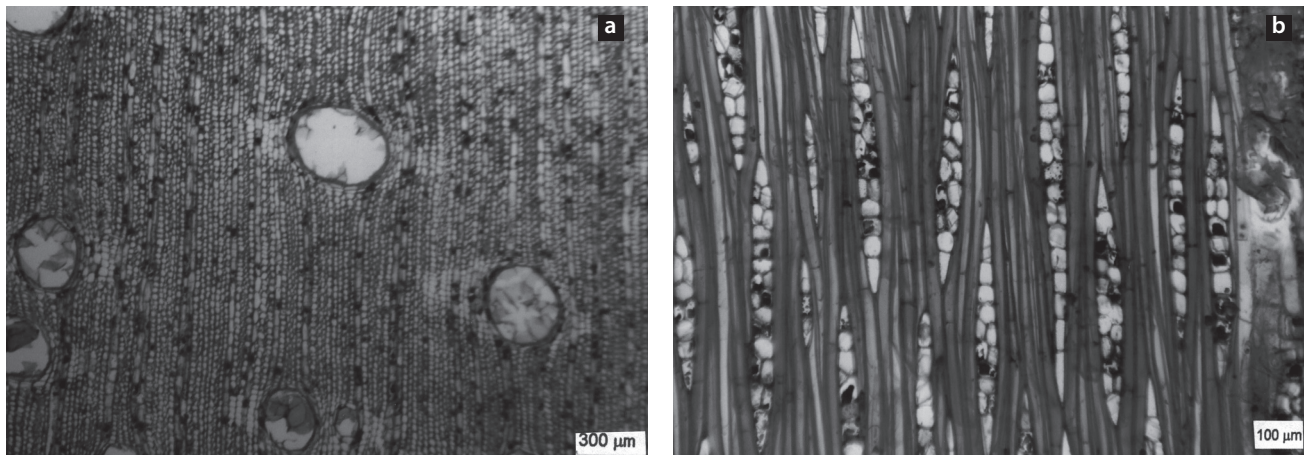
### 3. Resultados y discusión

#### 3.1 Descripción

***Anacardium excelsum*** (Kunth) Skeels (Figura 1)  
***Anacardium rhinocarpus*** (Kunth) DC.; ***Rhinocarpus excelsa*** Kunth

Distribución geográfica en Venezuela: estados Apure, Aragua, Barinas, Delta Amacuro, Distrito Capital, Lara, Mérida, Nueva Esparta, Táchira, Trujillo, Yaracuy y Zulia (Hocke *et al.*, 2008).

Madera con albura rosácea (5YR 8/4) a amarillo pálido (10YR 8/6) y duramen amarillo oliva



**Figura 1. *Anacardium excelsum*.** (a) Poros grandes, con tílides; parénquima paratraqueal aliforme. (b) Radios predominantemente biseriados; fibras septadas.

(2.5Y 6/6) a marrón amarillento (10YR 6/8); transición abrupta entre albura y duramen. Olor y sabor no distintivos. Lustre mediano a alto. Grano recto a entrecruzado. Blanda y liviana.

Anillos de crecimiento no definidos. Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, solitarios y múltiples radiales de 2-3 (-6), 2-4 poros/mm<sup>2</sup>, diámetro tangencial de (145-) 170-279 (-400)  $\mu\text{m}$ . Longitud de elementos vasculares de (250-) 385-512 (-770)  $\mu\text{m}$ . Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas y poligonales, grandes, con diámetro de 11,25-16,25  $\mu\text{m}$ , no ornadas. Punteaduras radiovasculares con areola reducida o aparentemente simples, de forma redondeada o alargada. Tílides presente, abundante. Fibras septadas y no septadas, paredes delgadas, longitud de (1000-) 1213-1380 (-1780)  $\mu\text{m}$ , punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima predominantemente paratraqueal aliforme de ala corta, ocasionalmente confluyente, en series de 2-4 (-6) células. Radios homocelulares de células procumbentes y heterocelulares con una ruta de células marginales, 4-8 radios por mm, 1-2 células de ancho, predominantemente biseriados; algunas veces hasta 3 células de ancho, altura de (350-) 470-591 (-800)  $\mu\text{m}$ . Cristales prismáticos en células procumbentes y células cuadradas, ocasionalmente en cámaras, 1 (-2) cristales por célula o cámara.

#### **Caracteres de diagnóstico**

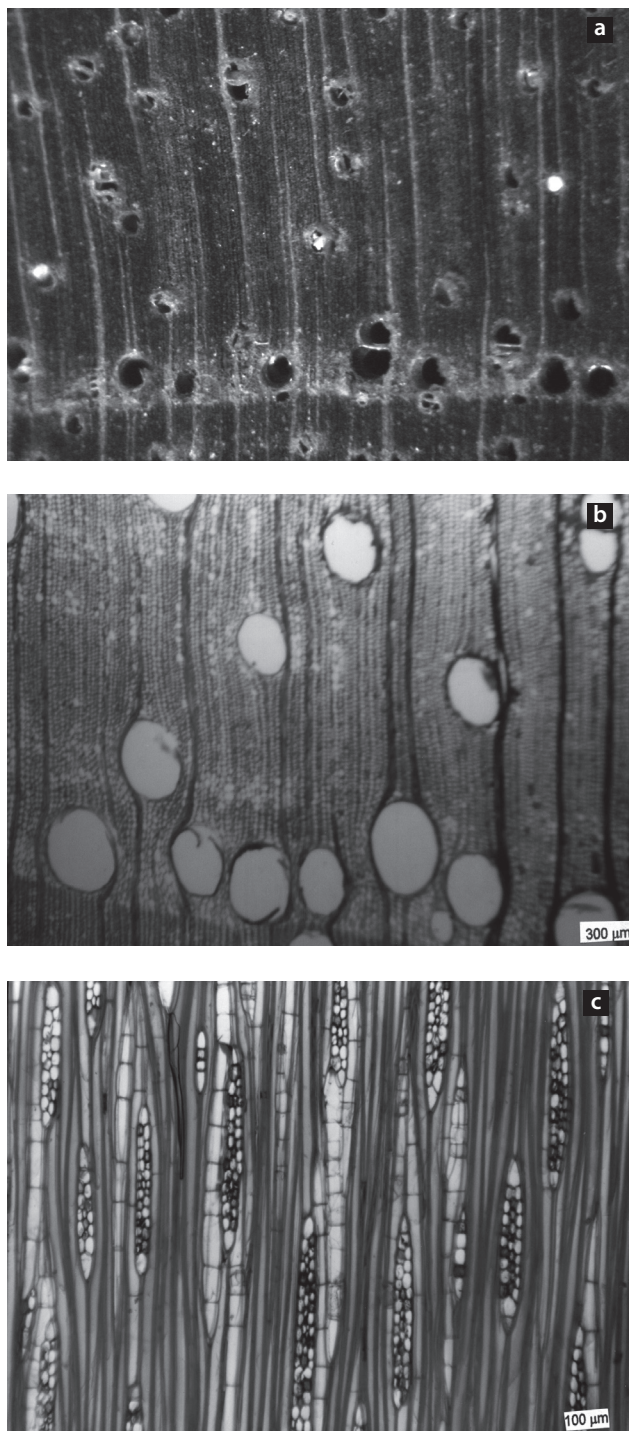
**Macroscópicos:** poros medianos a grandes, predominantemente solitarios, tílides abundante, radios finos, madera con duramen amarillo oliva, blanda y liviana.

**Microscópicos:** poros grandes (mayor de 150  $\mu\text{m}$  en promedio), tílides abundantes, punteaduras intervasculares grandes (mayor de 15  $\mu\text{m}$  en promedio), alternas, poligonales; punteaduras radiovasculares distintas a las intervasculares. Radios heterocelulares con una ruta de células marginales, predominantemente biseriados. Fibras septadas, de paredes delgadas. Cristales prismáticos en células parenquimáticas radiales.

#### ***Cedrela odorata* L. (Figura 2)**

***Cedrela adenophylla* Mart.;** ***C. brachystachya*** (C. DC.) C. DC.; ***C. brownii*** Loefl. ex Kuntze; ***C. ciliolata*** S.F. Blake; ***C. cubensis*** Bisse; ***C. dugesii*** S. Watson; ***C. glaziovii*** C. DC.; ***C. guianensis*** A. Juss.; ***C. hassleri*** (C. DC.) C. DC.; ***C. longipes*** S.F. Blake; ***C. longipetiolulata*** Harms; ***C. mexicana*** M. Roem.; ***C. mexicana*** var. ***puberula*** C. DC.; ***C. mourae*** C. DC.; ***C. occidentalis*** C. DC. & Rose; ***C. odorata*** var. ***xerogeiton*** Rizzini & Heringer; ***C. palustris*** Handro; ***C. paraguariensis*** Mart.; ***C. paraguariensis*** var. ***brachystachya*** C. DC.; ***C. paraguariensis*** var. ***hassleri*** C. DC.; ***C. paraguariensis*** var. ***multijuga*** C. DC.; ***C. rotunda*** S.F. Blake; ***C. sintenisii*** C. DC.; ***C. velloziana*** M. Roem.; ***C. whitfordii*** S.F. Blake; ***C. yucatanana*** S.F. Blake; ***Surenus brownii*** Kuntze; ***S. glaziovii*** (C. DC.) Kuntze; ***S. guianensis*** (A. Juss.) Kuntze; ***S. mexicana*** (M. Roem.) Kuntze; ***S. velloziana*** (M. Roem.) Kuntze.

Distribución geográfica en Venezuela: estados Aragua, Barinas, Bolívar, Carabobo, Cojedes, Delta Amacuro, Distrito Capital, Falcón, Mérida, Miranda, Monagas, Táchira, Yaracuy y Zulia (Hocke *et al.*, 2008).



**Figura 2. *Cedrela odorata*.** (a) Vista macroscópica; anillo definido por porosidad semicircular y parénquima marginal. (b) Vista microscópica; anillo definido por porosidad semicircular y parénquima marginal. (c) Parénquima en serie; radios de 1-3 células de ancho.

Madera con albura de color rosáceo (7.5YR 8/4) y duramen amarillo a marrón rojizo (5YR 7/6), transición abrupta entre albura y duramen. Olor

penetrante. Sabor amargo. Lustre mediano a alto. Grano recto a inclinado, predominantemente recto. Textura mediana. Blanda y liviana a moderadamente dura y pesada.

Anillos de crecimiento definidos por porosidad semicircular y parénquima marginal. Porosidad semicircular. Poros sin patrón definido de disposición, solitarios y múltiples radiales de 2-3 (-4), ocasionalmente arracimados, 3-4 poros/mm<sup>2</sup>, diámetro tangencial de (80-) 161-231 (-370) µm. Longitud de elementos vasculares de (190-) 360-373 (-580) µm. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, ocasionalmente poligonales, pequeñas a medianas, con diámetro de (5-) 6,25-8,75 µm, no ornadas. Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares. Depósitos de goma presentes. Fibras septadas y no septadas, paredes delgadas a medianas, longitud de (1025-) 1285-1362 (-1695) µm, punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima apotraqueal difuso, paratraqueal vasicéntrico, aliforme de ala corta, ocasionalmente confluyente, marginal; en series de 4-8 (-9) células. Radios homocelulares de células procumbentes y heterocelulares con una ruta de células marginales, (2-) 3-5 radios por mm, 1-4 células de ancho, predominantemente 3-4 células, altura (255-) 337-443 (-560) µm. Cristales prismáticos en células procumbentes y cuadradas de los radios, ocasionalmente en cámaras, y en el parénquima axial; 1 (-2) cristales por célula o cámara.

#### *Caracteres de diagnóstico*

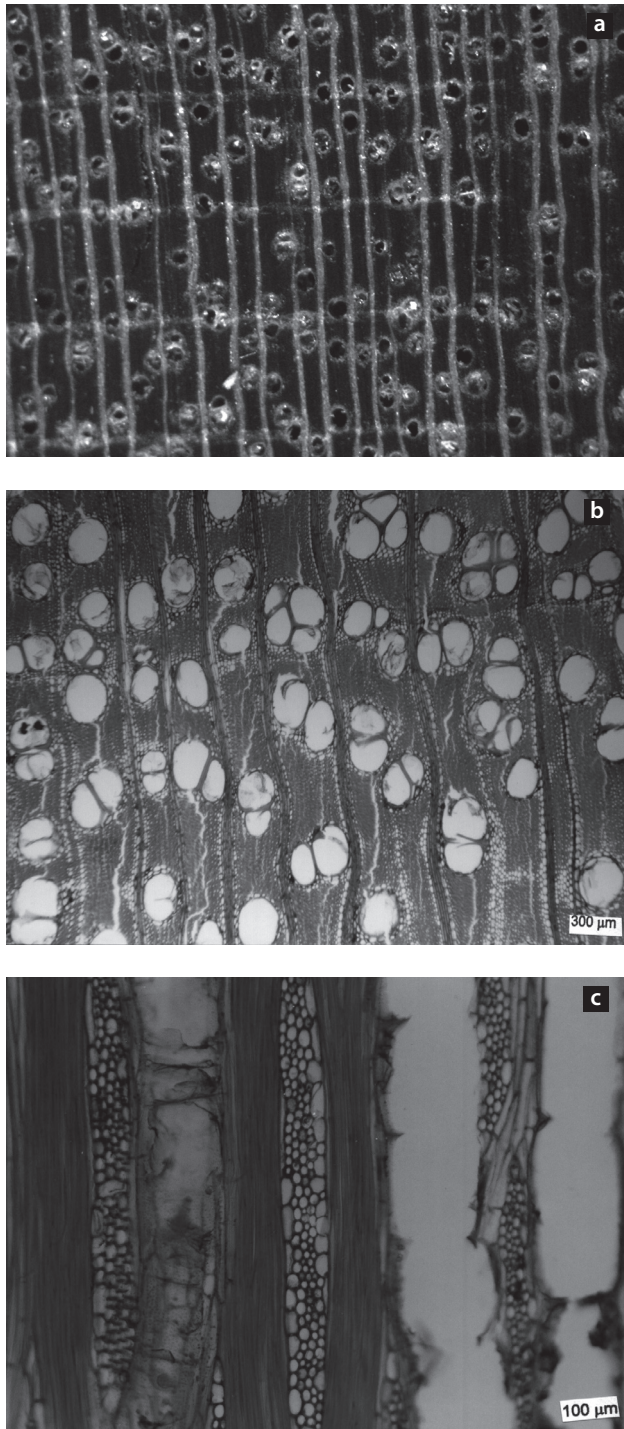
**Macroscópicos:** anillos de crecimiento claramente definidos. Porosidad semicircular. Poros con goma. Parénquima marginal. Radios finos a medianos. Lustre alto. Olor penetrante. Sabor amargo.

**Microscópicos:** Porosidad semicircular. Poros con goma, baja frecuencia (menos de 5 poros/mm<sup>2</sup>), punteaduras intervasculares pequeñas a medianas. Parénquima marginal combinado con paratraqueal vasicéntrico y apotraqueal difuso; en series hasta de 8(-9) células. Radios predominantemente de 3-4 células de ancho. Cristales prismáticos en parénquima axial y/o radial, pocos.

#### *Cordia thaisiana* Agostini (Figura 3)

Distribución geográfica en Venezuela: estados Barinas, Falcón, Lara y Zulia (Hocke *et al.*, 2008).

Madera con albura de color blancuzco a amarillo pálido (2.5Y8/2; 5Y 8/4) y duramen marrón



**Figura 3. *Cordia thaisiana*.** (a) Vista macroscópica; poros con tílides; solitarios y múltiples (radiales cortos y arracimados). (b) Vista microscópica; poros arracimados presentes; fibras de paredes gruesas. (c) Radios altos, con células envolventes.

oscuro (7.5YR 5/4; 7.5YR 4/2); transición abrupta entre albura y duramen. Olor y sabor no distintivos. Lustre mediano a alto. Grano recto a entrecruzado. Textura fina a mediana. Dura y pesada.

Anillos de crecimiento definidos por estrechas bandas de parénquima marginal. Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, solitarios y múltiples radiales de 2-3 (-4), arracimados, 10-15 poros/mm<sup>2</sup>, diámetro tangencial de (90-) 137-183 (-245)  $\mu\text{m}$ . Longitud de elementos vasculares de (150-) 237-293 (-420)  $\mu\text{m}$ . Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, diminutas a medianas, con diámetro de 3,75-7,5  $\mu\text{m}$ , no ornadas. Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares. Tílides presente, abundante. Fibras no septadas, paredes gruesas a muy gruesas, longitud de (935-) 1347-1601 (-1950)  $\mu\text{m}$ , punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima paratraqueal vasicéntrico delgado, aliforme de ala corta, confluyente, bandas marginales de una célula de ancho; fusiforme (poco) y en series de 2-4 células. Radios heterocelulares con 1-4 rutas de células marginales y heterocelulares con mezcla de células procumbentes y cuadradas o erectas en el cuerpo del radio, 3-6 radios por mm, (1-) 4-5 (-7) células de ancho, con altura de (375-) 630-1038 (-1730)  $\mu\text{m}$ . Células envolventes presentes. Células radiales perforadas presentes (X5616). Cristales prismáticos en células cuadradas o erectas de los radios, algunas veces en células procumbentes 1-3 cristales por célula; ocasionalmente estiloides en parénquima axial o radial (X3659).

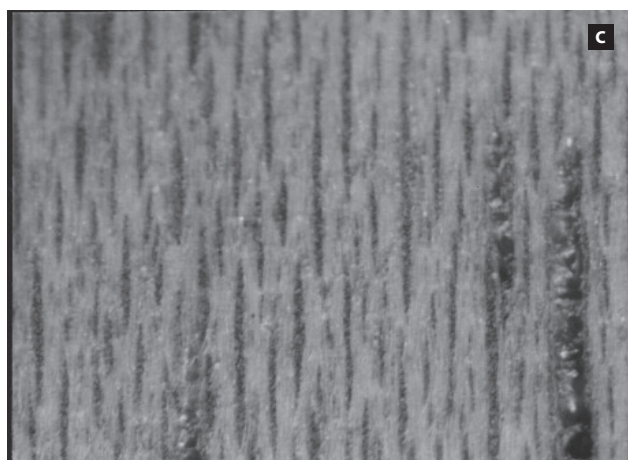
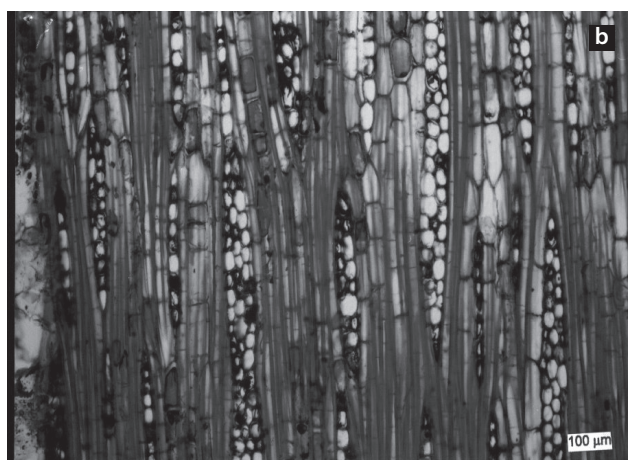
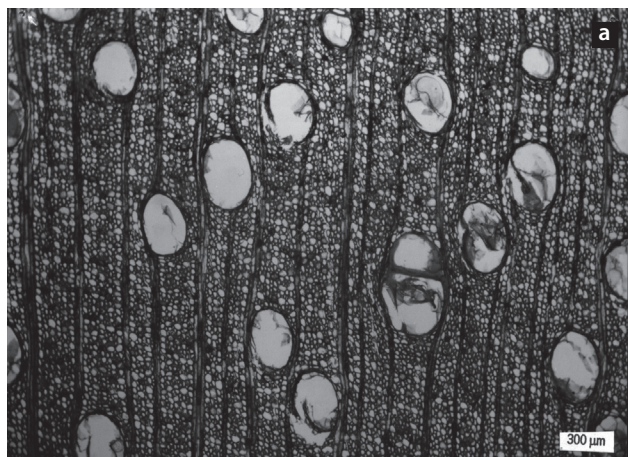
#### *Caracteres de diagnóstico*

**Macroscópicos:** poros pequeños, arracimados, con tílides. Radios medianos con notable contraste de color con respecto al tejido de fondo. Madera de color marrón intenso, dura y pesada.

**Microscópicos:** poros arracimados, con tílides. Parénquima fusiforme y en series de 2-4 células. Radios heterocelulares con mezcla de células procumbentes y cuadradas o erectas en el cuerpo del radio, con células envolventes.

***Pachira quinata*** (Jacq.) W. S. Alverson (Figura 4). ***Bombacopsis fendleri*** (Seem.) Pittier; ***B. jaris*** Pittier; ***B. pachiroides*** Pittier; ***B. quinata*** (Jacq.) Dugand; ***B. sepium*** Pittier; ***Bombax fendleri*** (Seem.) Pittier; ***B. quinatum*** Jacq.; ***Pachira fendleri*** Seem.; ***Pochota quinata*** (Jacq.) W. D. Stevens; ***P. vulgaris*** Ram. Goyena.

Distribución geográfica en Venezuela: estados Amazonas, Anzoátegui, Aragua, Barinas, Bolívar, Carabobo, Cojedes, Falcón, Guárico, Miranda, Yaracuy y Zulia (Hocke *et al.*, 2008).



**Figura 4. *Pachira quinata*.** (a) Poros grandes, con tílides; parénquima apotraqueal difuso en agregados. (b) Fibras septadas; radios de dos tamaños. (c) Vista macroscópica: radios de dos tamaños.

Madera con albura de color amarillo (2.5Y 8/6) y duramen amarillo rojizo (5YR 7/6), transición abrupta entre albura y duramen. Olor y sabor no distintivos. Lustre mediano. Grano recto a inclinado. Textura mediana. Blanda y liviana.

Anillos de crecimiento no definidos Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, solitarios y múltiples radiales de 2-3 (-4), ocasionalmente arracimados, 2-4 poros/mm<sup>2</sup>, diámetro tangencial de (140-) 163-325 (-395) µm. Longitud de elementos vasculares de (240-) 338-420 (-550) µm. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, ocasionalmente poligonales, grandes, con diámetro de 12,5-18,75 µm, no ornadas. Punteaduras radiovasculares con areola reducida o aparentemente simples, de forma redondeada o alargada. Tílides presente, abundante. Fibras septadas, paredes delgadas, longitud de (1000-) 1833-2313 (-2980) µm, punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima predominantemente apotraqueal difuso y en agregados, combinado con paratraqueal escaso y vasicéntrico delgado; en series de (3-) 4 (-6) células. Radios heterocelulares con 1-3 rutas de células marginales, 3-6 (-7) radios por mm, 1-5 células de ancho, de dos tamaño, con altura en radios bajos de (265-) 307-483 (-710) y radios altos de (-680) 941-1701 (-3340) µm. Células envolventes ocasionalmente presentes (X2619) sin llegar a formar envolturas completas en los radios. Estructura estratificada en parénquima axial y, algunas veces, en radios bajos. Cristales prismáticos en parénquima axial; un cristal por célula.

#### **Caracteres de diagnóstico**

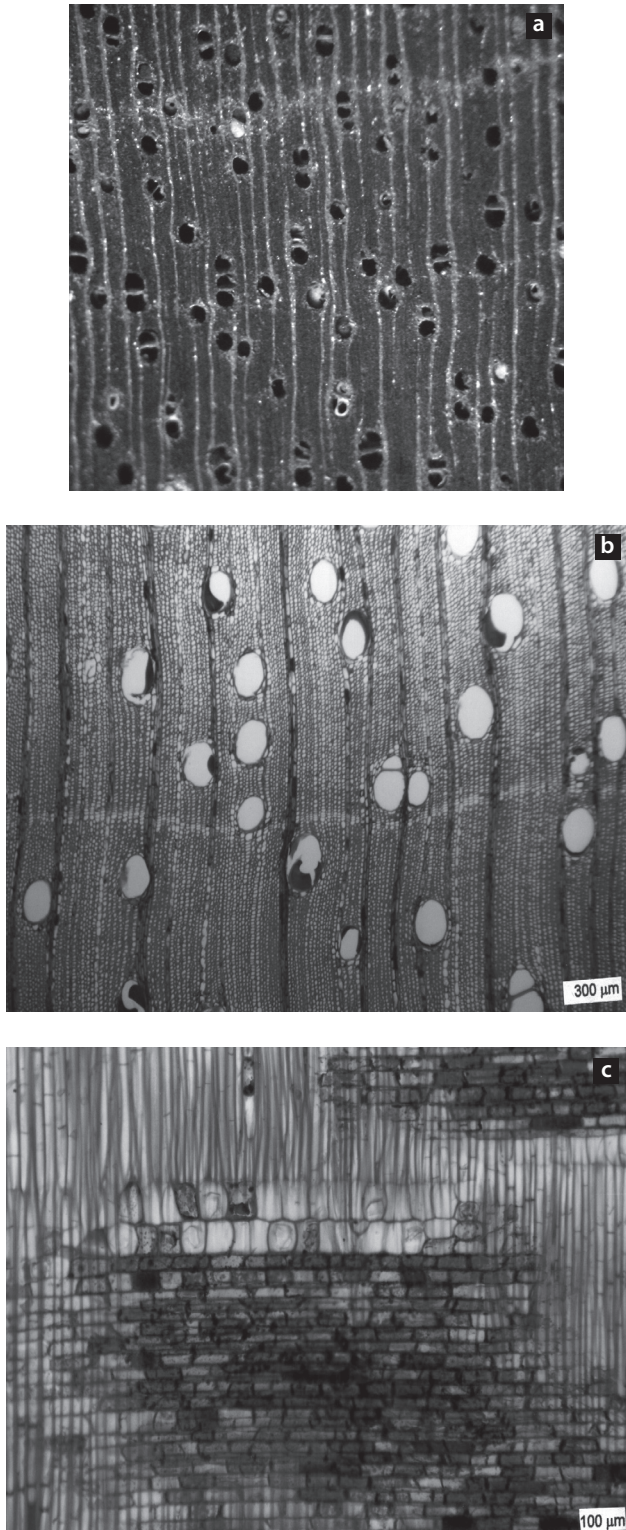
**Macroscópicos:** poros medianos a grandes, abundantes múltiples radiales de 2-3, tílides abundante. Parénquima apotraqueal difuso en agregados, observable en muestra humedecida. Radios de dos tamaños.

**Microscópicos:** Tílides abundante. Punteaduras intervasculares grandes. Punteaduras radiovasculares distintas a las intervasculares. Fibras septadas, paredes delgadas. Parénquima apotraqueal difuso en agregados, predominantemente en series de 4 células. Radios heterocelulares, de dos tamaños. Estructura estratificada en parénquima axial, ocasionalmente en radios bajos.

***Swietenia macrophylla* King** (Figura 5).

***Swietenia belizensis* Lundell; *S. candollei* Pittier; *S. krukovii* Gleason; *S. macrophylla* var. *marabaensis* Ledoux & Lobato; *S. tessmannii* Harms.**

Distribución geográfica en Venezuela: estados Aragua, Barinas, Carabobo, Cojedes, Distrito Capi-



**Figura 5. *Swietenia macrophylla*.** (a) Vista macroscópica: poros múltiples radiales cortos; parénquima marginal. (b) Banda de parénquima marginal; poros con goma. (c) Radio heterocelular; fibras septadas; cristales prismáticos en los radios.

tal, Lara, Mérida, Miranda, Nueva Esparta, Portuguesa y Zulia (Hocke *et al.*, 2008).

Madera con albura de color rosáceo (5YR 8/4) y duramen marrón rojizo (5YR 5/4), transición gradual a abrupta entre albura y duramen. Olor y sabor no distintivo. Lustre alto. Grano recto. Textura mediana. Moderadamente dura y pesada.

Anillos de crecimiento definidos por andas de parénquima marginal. Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, solitarios y múltiples radiales de 2-3 (-6), ocasionalmente arracimados, 4-11 poros/mm<sup>2</sup>, diámetro tangencial de (120-) 144-200 (-265) µm. Longitud de elementos vasculares de (215-) 379-450 (-580) µm. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovoides, diminutas, con diámetro de 2,5-3,75 µm, no ornadas. Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares. Depósitos de goma presentes, abundantes. Fibras septadas y no septadas, paredes delgadas a medianas, predominantemente medianas, longitud de (1040-) 1217-1464 (-1800) µm, punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima apotraqueal difuso, paratraqueal escaso, vasicéntrico delgado, bandas marginales; fusiforme (poco) y en series de (3-) 4-9 (-10) células. Radios heterocelulares con 1(-2) rutas de células marginales, 3-6 (-9) radios por mm, (1-) 4-5 (-6) células de ancho, con altura de (250-) 348-753 (-1190) µm. Tendencia a estratificación en parénquima axial (X3174). Cristales prismáticos en células cuadradas o erectas de los radios pudiendo formar cámaras, en parénquima axial, algunas veces en células procumbentes; un cristal por célula o cámara. Conductos gomíferos traumáticos presentes.

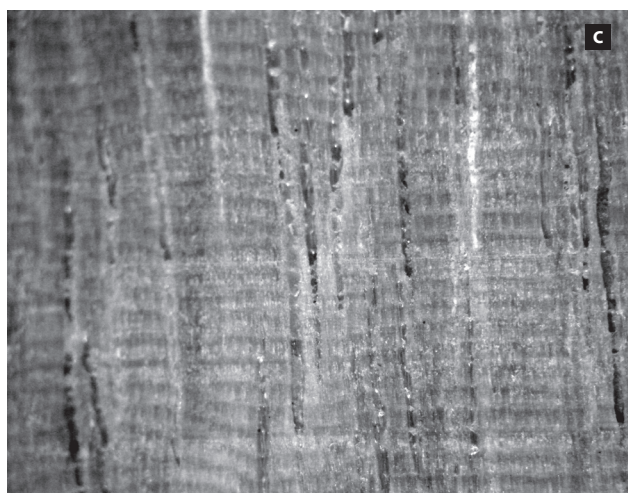
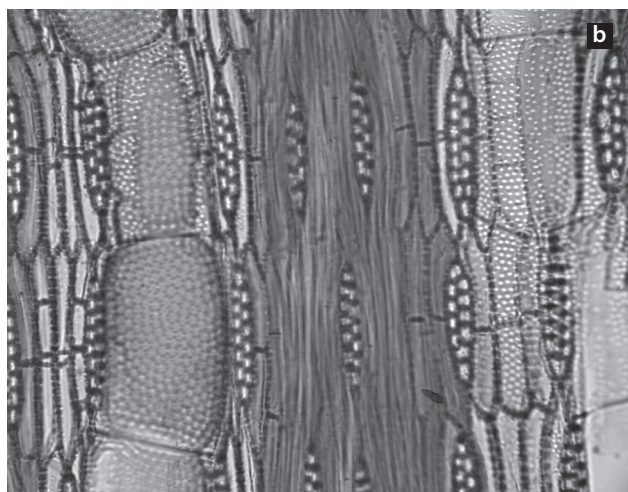
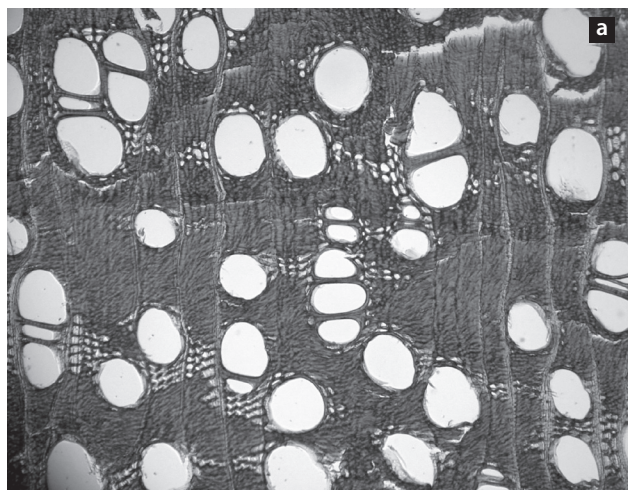
#### ***Caracteres de diagnóstico***

**Macroscópicos:** anillos de crecimiento claramente definidos por parénquima marginal. Poros medianos, con depósitos de goma, ocasionalmente calcio. Parénquima marginal, paratraqueal vasicéntrico delgado. Radios medianos.

**Microscópicos:** punteaduras intervasculares diminutas. Fibras septadas, paredes delgadas a medianas. Cristales prismáticos en células parenquimáticas axiales y radiales.

***Tabebuia serratifolia*** (Vahl) Nicholson (Figura 6).  
***Bignonia araliacea*** Cham.; ***B. conspicua*** Rich. ex DC.; ***B. flavescens*** Velloso; ***B. serratifolia*** Vahl; ***Gelsemium araliaceum*** (Cham.) Kuntze; ***G. speciosum***





**Figura 6. *Tabebuia serratifolia*.** (a) Poros abundantes, solitarios y múltiples radiales; fibras de paredes muy gruesas. (b) Radios predominantemente biseriados; estructura estratificada en radios y parénquima axial. (c) Vista macroscópica: rizos.

(A. DC.) Kuntze; *Handroanthus araliaceus* (Cham.) Mattos; *H. attractocarpus* (Bureau & K. Schum.) Mattos; *H. flavescens* (Velloso) Mattos; *T. araliacea* (Cham.) Morong & Britton; *T. monticola* Pittier; *Tecoma araliacea* (Cham.) A. DC.; *T. attractocarpa* Bureau & K. Schum.; *T. conspicua* A. DC.; *T. flavescens* (Velloso) Mart. Ex A. DC.; *T. nigricans* Klotzsch; *T. patrisiana* DC.; *T. serratifolia* (Vahl) G. Don; *T. speciosa* A. DC.; *Vitex moronensis* Moldenke.

Distribución geográfica en Venezuela: estados Amazonas, Anzoátegui, Apure, Bolívar, Carabobo, Cojedes, Delta Amacuro, Distrito Federal, Falcón, Guárico, Lara, Mérida, Miranda, Nueva Esparta, Sucre, Táchira, Trujillo, Yaracuy y Zulia (Hocke *et al.*, 2008).

Madera con albura de color amarillo (2.5Y 8/6) y duramen marrón oliva claro (2.5Y 5/4), transición abrupta entre albura y duramen. Olor y sabor no distintivos. Lustre mediano. Grano recto 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 2-3 (-4), 13-22 poros/mm<sup>2</sup>, diámetro tangencial de (90-) 118-136 (-170)  $\mu\text{m}$ . Longitud de elementos vasculares de (190-) 235-312 (-360)  $\mu\text{m}$ . Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, medianas a grandes, con diámetro de 8-75-11,25  $\mu\text{m}$ , no ornadas. Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares. Tíldes presente, poco. Fibras no septadas, paredes muy gruesas, longitud de (850-) 1019-1193 (-1480)  $\mu\text{m}$ , punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima paratraqueal escaso, aliforme de ala corta, confluyente, unilateral, ocasionalmente apotraqueal difuso en baja proporción; en series de 2-4 células. Radios homocelulares de células procumbentes, (4-) 5-12 radios por mm, 1-3 (-4) células de ancho, predominantemente biseriados o triseriados, altura de (130-) 152-243 (-290)  $\mu\text{m}$ . Estructura estratificada en radios y parénquima axial, 3-4 (-5) estratos de radios por mm.

#### **Caracteres de diagnóstico**

**Macroscópicos:** madera con duramen de color marrón oliva claro. Poros con depósitos de lapachol. Rizos presentes.

**Microscópicos:** poros numerosos. Punteaduras intervasculares medianas a grandes. Radios homocelulares de células procumbentes, altura prome-

dio menor de 250 µm. Estructura estratificada en radios y parénquima axial.

### 3.2 Clave de identificación macroscópica

- 1a. Anillos de crecimiento claramente definidos, poros con goma ..... 2
- b. Anillos no definidos o difíciles de distinguir a nivel macroscópico, poros sin depósitos o con depósitos de tílides ..... 3
- 2a. Porosidad semicircular ..... *Cedrela odorata*
- b. Porosidad difusa ..... *Swietenia macrophylla*
- 3a. Poros grandes, madera blanda y liviana ..... 4
- b. Poros pequeños a medianos, madera dura y pesada ..... 5
- 4a. Parénquima apotraqueal difuso en agregados .. ..... *Pachira quinata*
- b. Parénquima predominantemente aliforme de ala corta ..... *Anacardium excelsum*
- 5a. Rizos presentes, radios finos, duramen de color marrón verdoso, poros con lapachol ..... *Tabebuia serratifolia*
- b. Rizos ausentes, radios medianos, duramen marrón negruzco, poros con tílides ..... *Cordia thaisiana*

### 3.3 Clave de identificación microscópica

- 1a. Fibras septadas presentes ..... 2
- b. Fibras exclusivamente no septadas ..... 5
- 2a. Parénquima marginal presente, poros con goma ..... 3
- b. Parénquima marginal ausente, poros con tílides ..... 4
- 3a. Porosidad semicircular, punteaduras intervasculares medianas ..... *Cedrela odorata*
- b. Porosidad difusa, punteaduras intervasculares diminutas ..... *Swietenia macrophylla*
- 4a. Parénquima predominantemente apotraqueal difuso en agregados, radios de 3-5 células de ancho ..... *Pachira quinata*
- b. Parénquima predominantemente paratraqueal aliforme de ala corta, radios predominantemente biseriados .... *Anacardium excelsum*
- 5a. Radios y parénquima estratificados, radios exclusivamente homocelulares, cristales ausentes, células envolventes ausentes ..... *Tabebuia serratifolia*

- b. Estructura estratificada ausente, radios exclusivamente heterocelulares, cristales presentes, células envolventes presentes ..... *Cordia thaisiana*

Desde el punto de vista de características de la madera, las seis especies vedadas muestran grandes diferencias entre sí, incluyendo las que presentan mayor afinidad taxonómica como lo son *Cedrela odorata* y *Swietenia macrophylla*, ambas pertenecientes a la familia Meliaceae. Esto hace que, de acuerdo a los objetivos planteados en el presente trabajo, se torne importante determinar características de especies que puedan tener similitud con las especies en veda. Desde este punto de vista, tal vez las mayores dificultades se presenten en el caso de *Tabebuia serratifolia*; especie que pertenece al llamado grupo lapachol de la familia Bignoniaceae; grupo en el cual también se encuentra el árbol emblemático nacional: *T. chrysantha*.

Las características principales de las maderas de este grupo, según Dos Santos y Miller (1992) y León (2007), son la alta densidad (peso específico superior a 0,74), transición abrupta albura-duramen con una albura de color amarillenta y duramen predominantemente marrón oliva y abundantes depósitos de lapachol en los vasos del duramen. Microscópicamente se caracterizan por presentar estructura estratificada, punteaduras intervasculares grandes y fibras de paredes gruesas a muy gruesas. De acuerdo al nuevo catálogo de la flora venezolana (Hocke *et al.*, 2008); en nuestros bosques se encuentran siete especies pertenecientes a este grupo y las principales diferencias entre ellas se remiten a caracteres cuantitativos, precisamente los menos confiables en cualquier proceso de identificación con maderas.

De acuerdo a esto, para que se considere efectiva la veda impuesta a *T. serratifolia*, se requiere un fuerte control en las zonas de explotación, para garantizar que en realidad se evita la extracción de esta última especie. Una vez que la madera sale del bosque, donde ya no se dispone de muestras botánicas propiamente dichas, es muy difícil garantizar que la madera corresponda a alguna de las especies de este grupo no consideradas en el decreto de veda o a la especie bajo protección. Con respecto a *Swietenia macrophylla*; las mayores similitudes de esta especie se corresponden con otra especie de la familia Meliaceae: *Carapa guianensis*; es difícil

establecer elementos que garanticen una clara separación entre ambas especies.

Según la revisión de material existente en la Xiloteca MERw, ambas especies presentan anillos claramente definidos por bandas de parénquima marginal, pero a nivel macroscópico son más fáciles de distinguir en *Swietenia* que en *Carapa*; sin embargo esto no es una diferencia lo suficientemente confiable como para darle mucho peso. Si hay un buen control en la movilización de madera, tal vez se subsane la dificultad de diferenciar ambas especies ya que cada una de ellas posee una distribución geográfica completamente diferente: mientras que *Swietenia macrophylla* posee con rango de distribución geográfica en Venezuela los estados de los llanos occidentales (SEFORVEN, 1991), *Carapa guianensis* se desarrolla en los estados Bolívar y Delta Amacuro (SEFORVEN, 1992). En el caso de *Cordia thaisiana*, su madera presenta notables similitudes con la de *Cordia alliodora*; pero las diferencias en cuanto a dureza y color del duramen permiten una buena diferenciación.

León (2003) en un estudio de nueve especies del género *Cordia* que crecen en Venezuela, sólo *C. alliodora* y *C. thaisiana* presentaron transición abrupta entre albura y duramen, pero las diferencias en cuanto a grado de dureza, color de duramen y la tendencia a desarrollo de porosidad semicircular en *C. alliodora* permiten la separación de las dos especies. En el caso de *Cedrela odorata*, se presenta una situación donde las principales dificultades se remiten a diferencia esta especie de otras del mismo género: en Venezuela, según Hocke *et al.* (2008), se presentan tres especies de *Cedrela* (*C. fissilis*, *C. montana*, *C. odorata*) y de acuerdo a Espinoza de P. (1987), es difícil encontrar características confiables que permitan separar estas especies con base a la anatomía xilemática. En relación a *Anacardium excelsum* y *Pachira quinata*, tal vez son las especies vedadas que menos problemas ofrecen en cuanto a su identificación.

#### 4. Conclusiones y recomendaciones

La necesidad de proteger algunas especies sobre explotadas ha llevado a tomar medidas especiales como lo son el decreto de veda; sin embargo para poder dar cumplimiento adecuado a dicho decreto en las especies incluidas en la resolución 217 del

Ministerio del Poder Popular Para el Ambiente requiere el conocimiento de las características anatómicas de la madera por parte de los funcionarios encargados de garantizar el cumplimiento de lo indicado en dicha resolución.

Las seis especies declaradas en veda en el año 2006 guardan notables diferencias entre sí por lo que se hace fácil su separación entre ellas. Estas diferencias están justificadas porque las especies en cuestión pertenecen a familias taxonómicas diferentes (Anacardiaceae, Bignoniaceae, Bombacaceae, Boraginaceae y Meliaceae). Sólo dos especies (*Cedrela odorata*, *Swietenia macrophylla*) pertenecen a una misma familia (Meliaceae), pero las características de su madera difieren notablemente lo cual facilita su identificación.

El principal problema que se presenta para dar cumplimiento a la resolución 217 es la similitud que guardan algunas especies vedadas con otras especies no incluidas en la resolución mencionada. Casos particulares lo representan *Swietenia macrophylla*, con notable semejanza con *Carapa guianensis*; *Cedrela odorata* con otras especies del mismo género (*C. fissilis*, *C. montana*) y *Tabebuia serratifolia* con las especies del grupo lapachol de ese mismo género.

Se recomienda incluir en el decreto de veda a las especies que sean difíciles de separar de las especies vedadas con el fin de evitar que se explote una especie prohibida utilizando el nombre de una similar pero que mantenga la legalidad en cuanto a explotación. Las posibles especies recomendadas para incluir en el decreto de veda (*Carapa guianensis*, *Cedrela fissilis*, *C. montana*, *Tabebuia* spp. (grupo lapachol)) no afectaría la producción forestal nacional ya que su aporte al mercado venezolano es de muy reducido a nulo.

#### 5. Referencias bibliográficas

- 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. 123 p.
- DOS SANTOS, G. y R. MILLER. 1992. Wood anatomy of Tecomae. In: *Flora Neotropica: Bignoniaceae*. Part II. A. Gentry (ed.). New York Botanical Garden. New York. 336-359 pp.

- ESPINOZA DE P., N. 1987. Cristales y sílice en maderas dicotiledóneas de Latinoamérica. *Pittieria* 15: 13-65.
- HOCKE, O., P. BERRY y O. HUBER. 2008. *Nuevo catálogo de la flora vascular de Venezuela*. Fundación Instituto Botánico de Venezuela. Caracas. 859 p.
- IAWA COMMITTEE. 1989. List of microscopic features for hardwood identification. *IAWA Bull. n.s.* 10: 219-332.
- LEÓN H., W. 2007. Anatomía del xilema secundario de diez especies de la familia Bignoniaceae de Venezuela. *Acta Botánica Venezuelica* 30: 361-384.
- LEÓN H., W. 2003a. Anatomía de la madera de 9 especies del género *Cordia* (Boraginaceae-Cordioideae) que crecen en Venezuela. *Revista Forestal Venezolana* 47: 83-94.
- LEÓN H., W. 2003b. Estudio anatómico del xilema secundario de 17 especies de la familia Anacardiaceae en Venezuela. *Acta Botánica Venezuelica* 26: 1-30.
- LEÓN H., W. y N. ESPINOZA DE P. 1996. Variación del espesor de albura en árboles de *Cordia thaisiana* Agostini. *Pittieria* 26: 7-20.
- LLAMOZAS, S., R. DUNO, W. MEIER, R. RIINA, F. STAUFFER, G. AYMARD, O. HUBER y R. ORTIZ. 2003. *Libro rojo de la flora venezolana*. Provita-Fundación Polar. Caracas. 345 p.
- LOZADA, J. 2007. Situación actual y perspectivas del manejo de recursos forestales en Venezuela. *Revista Forestal Venezolana* 51: 195-218.
- 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. 233 p.
- SEFORVEN. 1992. *Carapa*. Servicio Autónomo Forestal Venezolano. Caracas. 30 p.
- SEFORVEN. 1992. *Caoba*. Servicio Autónomo Forestal Venezolano. Caracas. 21 p.