

Estudio anatómico de la madera de cinco especies del género *Vitex* L. (Lamiaceae) en Venezuela

Wood anatomy of five species of genus Vitex L. (Lamiaceae) from Venezuela

WILLIAMS J. LEÓN H.

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

Recibido: 06-03-11 / Aceptado: 20-09-11

Resumen

Se presenta el estudio anatómico de la madera de cinco de las once especies del género *Vitex* L. que crecen en Venezuela: *V. compressa*, *V. cymosa*, *V. divaricata*, *V. orinocensis*, *V. stahelii*. La preparación de material se hizo utilizando las técnicas convencionales de microtecnia xilemática y se describieron siguiendo lo pautado por IAWA Committee (1989). Las especies estudiadas se pueden incluir en dos grupos de acuerdo a la presencia o ausencia de parénquima marginal. Fue común la presencia de sustancias minerales como sílice (*V. compressa*) o cristales generalmente pequeños (*V. cymosa*, *V. divaricata*, *V. orinocensis*, *V. stahelii*). En todas las especies se encontraron platinas escalariformes con más de diez barras, pero en muy baja proporción, y las fibras se caracterizaron por ser exclusivamente septadas. Se elaboró una clave dicotómica para identificación pero no fue posible separar *V. orinocensis* y *V. stahelii*.

Palabras clave: anatomía, fibras septadas, identificación, sílice, taxonomía, Verbenaceae.

Abstract

The main objective of this research was to describe the wood anatomy of five species of *Vitex* L. genus in Venezuela: *V. compressa*, *V. cymosa*, *V. divaricata*, *V. orinocensis*, *V. stahelii*. Wood samples were prepared using conventional techniques for xylem microtechnique and were described according to IAWA Committee (1989). Species studied were included in two groups according to the presence or absence of marginal parenchyma. Mineral substances such as silica (*V. compressa*) or small crystals (*V. cymosa*, *V. divaricata*, *V. orinocensis*, *V. stahelii*) were observed. All species studied present scalariform perforation plates with more often bars but in low proportion and fibres exclusively septates. A dichotomous key is presented but it is not possible to separate *V. orinocensis* and *V. stahelii*.

Key words: anatomy, septates fibres, identification, silica, taxonomy, Verbenaceae.

1. Introducción

El género *Vitex* L. forma parte de la familia Lamiaceae, de acuerdo al sistema APG (2003); mientras que según el sistema de Cronquist (1981) se incluye en la familia Verbenaceae. Mabberley (1997) señala que está conformado por unas 250 especies de árboles y arbustos distribuidas en la zona tropical y templada. La madera de algunas especies ha mostrado aptitud para usos como carpintería, producción de chapas y contraenchapados, mangos para herramientas, artículos deportivos, instrumentos musicales, parquet, tableros aglomerados, artículos tallados, postes para cercas, vigas (CATIE, 2003; Kribs, 1968). En Venezuela se encuentra representado por once especies, siendo *V. orinocensis* la que muestra mayor rango de distribución (Hokche *et al.*, 2008). Desde el punto de

vista de estudios de anatomía de maderas, se tiene información para las especies *V. agnus-castus* (Dogan *et al.*, 2008, García y Guindeo, 1990; Fahn *et al.*, 1986), *V. altissima* (Pearson y Brown, 1932), *V. cooperi* (Kribs, 1968), *V. gaumeri* (Sosa, 1973; Kribs, 1968), *V. giganteum* (Richter, 1969), *V. krukovii* (Détienne y Jacquet, 1983), *V. kuylentii* (Kribs, 1968), *V. lucens* (Meylan y Butterfield, 1978; Pattel, 1974), *V. orinocensis* (Détienne *et al.*, 1982), *V. pachyphylla* (Kribs, 1968), *V. peduncularis* (Pearson y Brown, 1932), *V. pseudo-negundo* (Fahn *et al.*, 1986), *V. stahelii* (Miller y Détienne, 2001). También se tiene información de características de los vasos (Baas y Schweingruber, 1987; Baas *et al.*, 1983) y fibras (Baas y Schweingruber, 1987) para *V. agnus-castus*. Espinoza (1987) y Welle (1976) reportan la presencia de sustancias minerales (cristales o sílice) en algunas especies del género *Vitex*. En Venezuela sólo

se tiene información, a nivel macroscópico, para la especie *V. stahelii* (Pérez, 1977). Tomando en consideración la poca información que existe, desde el punto de vista de anatomía de maderas, el objetivo del presente trabajo es describir la estructura de la madera de cinco especies de *Vitex* L. que se encuentran en Venezuela.

2. Materiales y métodos

El material de estudio está representado por muestras de madera de cinco especies del género *Vitex* L. (Cuadro 1) colectadas en diferentes regiones geográficas de Venezuela y pertenecientes a la xiloteca MERw del Laboratorio de Anatomía de Maderas de la Universidad de Los Andes. Cada muestra de madera posee su respectiva muestra botánica accesada al Herbario "Carlos Liscano" (MER) de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad de Los Andes. El número de especies estudiadas representa el 45,45 % de las presentes en Venezuela según lo indicado por Hokche *et al.* (2008). De cada muestra se extrajeron pequeños cubos de, aproximadamente, 1 cm³, los cuales fueron sometidos a un proceso de ablandamiento en agua hirviendo durante 2-3 horas para luego ser seccionados en un micrótopo de deslizamiento y obtener secciones transversales, tangenciales y radiales de 25 µm de espesor, las cuales fueron sometidas a un proceso de tinción con safranina, deshidratación en baños sucesivos de alcohol al 50, 70, 75 y 95 % y aclaramiento con xilol. Finalmente, fueron montadas haciendo uso de resina sintética. Para la medición de longitudes de fibras y elementos de los vasos, se preparó tejido macerado su-

mergiendo astillas en una solución de ácido acético glacial y peróxido de hidrógeno (1:1) las cuales fueron llevadas a estufa (50 °C) durante 12 horas. Posteriormente, se realizó la disociación de elementos celulares mediante fricción mecánica, se hizo la tinción con safranina y el montaje final con bálsamo de Canadá. Para la descripción se utilizó la lista de IAWA Committee (1989) y se tomaron en consideración todas las características allí incluidas, aunque en las descripciones no se mencionan las que se manifiestan en condición de ausente. Para la obtención de las características cuantitativas se trabajó siguiendo las recomendaciones de IAWA Committee (1989) en cuanto a procedimiento y número de mediciones a realizar. En la determinación de colores se utilizó la Tabla de Munsell (1990). Finalmente, se hizo un análisis comparativo entre las especies estudiadas para determinar los caracteres más confiables para su separación.

3. Resultados y discusión

Vitex compressa Turcz. (Figura 1)

Vitex brittoniana Moldenke

Madera de color amarillo pálido (2.5Y 8/4), 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 estrechas bandas de parénquima marginal. Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, solitarios y múltiples radiales de 2-3 (-4), 33-82 poros/mm², diámetro de (40-) 59-73 (-100) µm. Longitud de elementos vasculares de (215-) 294-322 (-505) µm. Platinas de perforación simples, ocasionalmente escalariformes de ocho barras. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, pequeñas a medianas, diámetro de 5-7,5 µm. Punteaduras radiovasculares con areola reducida o aparentemente simples, de forma redondeada. Fibras septadas, paredes medianas a gruesas, longitud de (770-) 939-1065 (-1330) µm. Parénquima paratraqueal escaso, vasicéntrico delgado, aliforme de ala corta, confluyente, marginal, fusiforme y en series de 2-4 células. Radios heterocelulares con una ruta de células marginales, 7-10 radios por mm, 1-3 células de ancho, predominantemente biseriados, altura de (230-) 321-354 (-500) µm. Sílice en células parenquimáticas radiales, abundante.

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

Especie	Muestra madera y botánica
<i>V. compressa</i> Moldenke	X1104, 467 Ruíz Terán X2683; 358 Ruíz Terán
<i>V. cymosa</i> Bertero ex Spreng.	X5721; E114P
<i>V. divaricata</i> Sw.	X1101; 461 Ruíz Terán X5147; 1467 Rollet
<i>V. orinocensis</i> Kunth	X137; 1205 Bernardi X3651; PE 17 X3721; PE 87
<i>V. stahelii</i> Moldenke	X1763; 97 Conejos

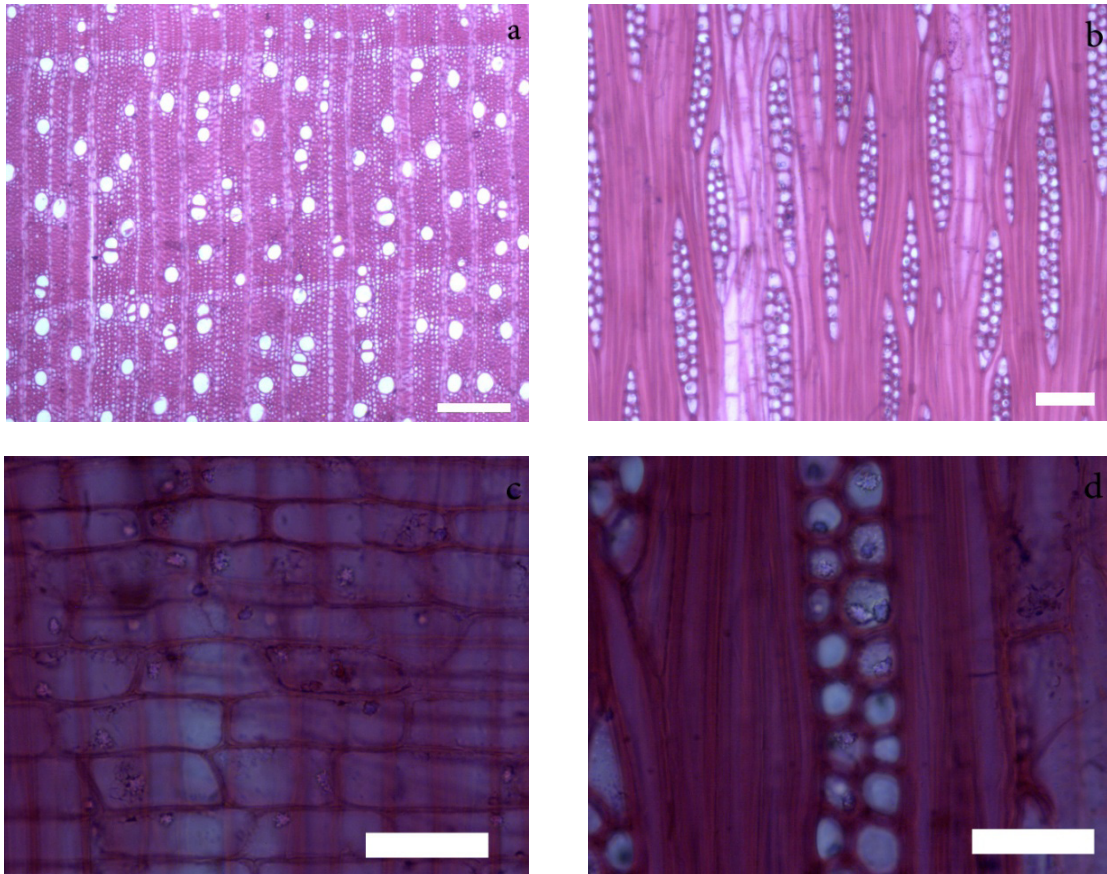


Figura 1. *Vitex compressa*. (a) Anillos de crecimiento definidos por parénquima marginal (Barra = 300 μm). (b) Radios predominantemente biseriados (Barra = 300 μm). (c,d) Sílice en células parenquimáticas radiales (Barra = 50 μm).

Vitex cymosa Bertero ex Spreng. (Figura 2)

Jatropha tomentosa Spreng.; *V. cujabensis* Mart. ex Benth.; *V. discolor* Glaz.

Madera de color marrón claro (7.5YR 6/4), 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 definidos por estrechas bandas de parénquima marginal. Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, solitarios, múltiples radiales de 2-3, arracimados, 11 poros/ mm^2 , diámetro de (110-) 149 (-210) μm . Longitud de elementos vasculares de (210-) 341 (-620) μm . Platinas de perforación simples; ocasionalmente escalariformes con más de diez barras. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, pequeñas a medianas, diámetro de 6,25-8,75 μm . Punteaduras radiovasculares con areola reducida o aparentemente simples, de forma redondeada o alargada. Tíldes presente, abundante. Fibras septadas, paredes medianas a gruesas, longitud de

(950-) 1200 (-1445) μm . Parénquima paratraqueal escaso, vasicéntrico delgado, estrechas bandas marginales, en series de 3-7 células. Radios homocelulares de células procumbentes y heterocelulares con una ruta de células marginales, 4-6 radios por μm , 3-4 células de ancho, altura de (340-) 691 (-1060) μm . Cristales isodiamétricos pequeños en las células radiales.

Vitex divaricata Sw. (Figura 3)

Madera de color marrón amarillento claro (10YR 6/4), sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor no distintivos. Lustre bajo. Grano inclinado. Textura fina. Moderadamente dura y pesada.

Anillos de crecimiento definidos por reducción del diámetro radial de las fibras. Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, solitarios y múltiples radiales de 2-3, 11-15 poros/ mm^2 , diámetro de (80-) 111-112 (-160) μm . Longitud de elementos vasculares de (205-) 311-443 (-570) μm . Platinas de perforación simples. Punteadu-

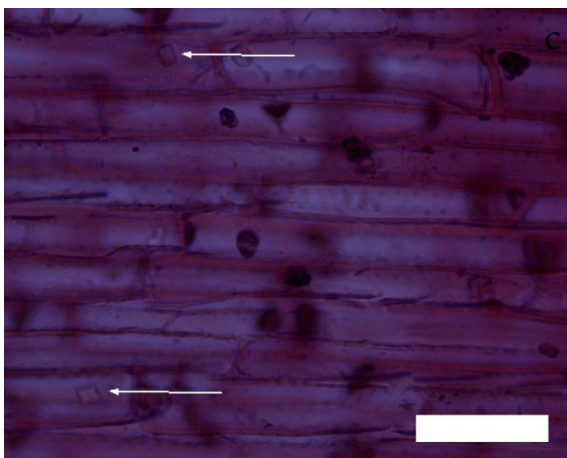
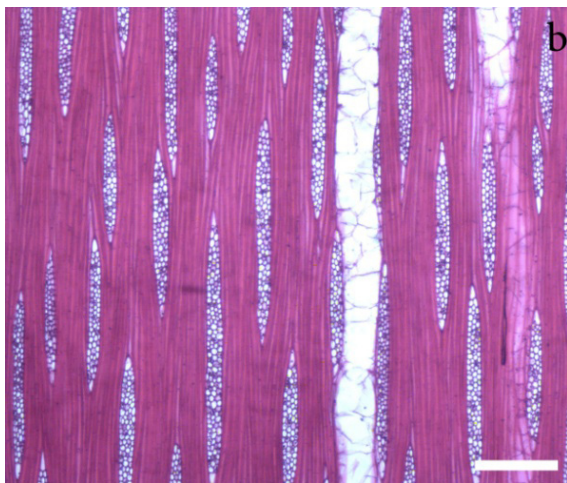
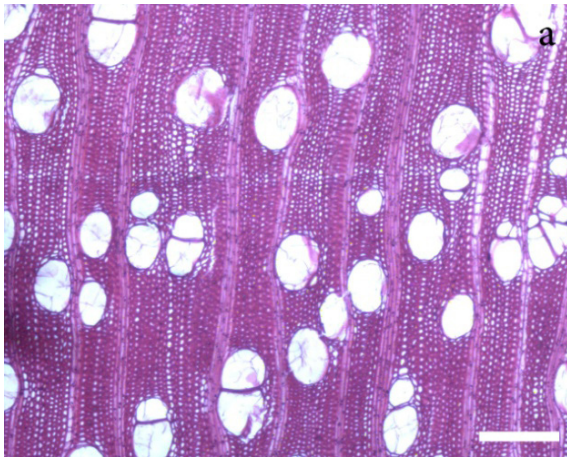


Figura 2. *Vitex cymosa*. (a) Anillo de crecimiento definido por parénquima marginal (Barra = 300 μ m). (b) Radios predominantemente de 3-4 células de ancho (Barra = 300 μ m). (c) Cristal isodiamétrico en los radios (Barra = 50 μ m).

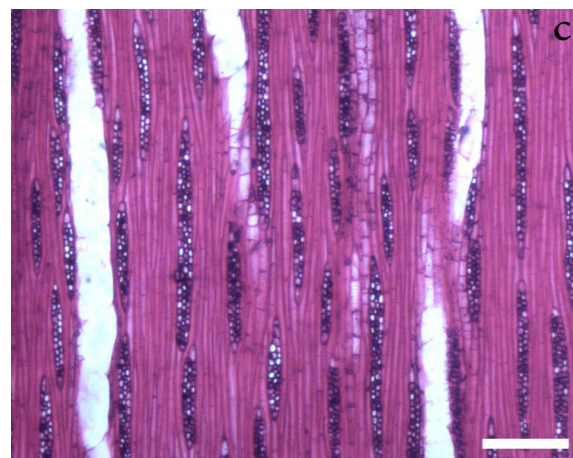
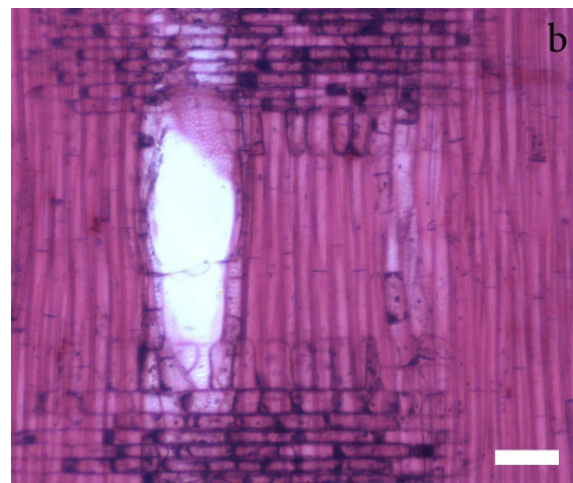
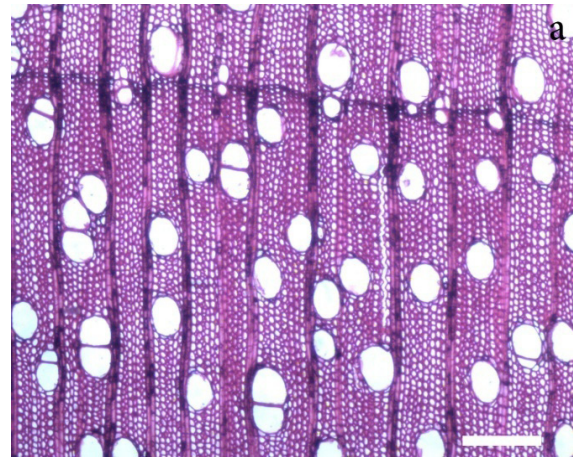


Figura 3. *Vitex divaricata*. (a) Anillo de crecimiento definido por reducción de diámetro de las fibras (Barra = 300 μ m). (b) Radios heterocelulares con una ruta de células marginales; fibras septadas (Barra = 100 μ m). (c) Radios predominantemente de tres células de ancho (Barra = 300 μ m).

ras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, pequeñas a medianas, diámetro de 5-7,5 μm . Punteaduras radiovasculares con areola reducida o aparentemente simples, de forma redondeada y alargada. Fibras septadas, paredes delgadas, longitud de (890-) 1102-1221 (-1445) μm . Parénquima paratraqueal escaso, vasicéntrico delgado, en series de 3-5 (-7) células. Radios heterocelulares con una ruta de células marginales, ocasionalmente dos rutas, 3-6 radios por mm, 1-5 células de ancho, predominantemente 3-4, altura de (235-) 362-621 (-960) μm . Ocasionalmente cristales prismáticos en parénquima radial (X5147).

Vitex orinocensis Kunth (Figura 4)

Madera con albura de color marrón muy pálido (10YR 7/4) y duramen marrón amarillento claro (10 YR 6/4), transición abrupta entre albura y dura-

men. Olor y sabor no distintivos. Lustre bajo. Grano inclinado a entrecruzado. Textura fina. Moderadamente dura y pesada.

Anillos de crecimiento definidos a ligeramen- te definidos por reducción del diámetro radial y engrosamiento de las paredes de las fibras. Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposi- ción, solitarios y múltiples radiales de 2-3, algunos arracimados, 12-13 poros/ mm^2 , diámetro de (100-) 130-154 (-200) μm . Longitud de elemen- tos vas- culares de (200-) 322-351 (-590) μm . Platinas de perforación simples; ocasionalmente escalariformes. Punteaduras intervasculares alternas, circu- lares a ovaladas, pequeñas a medianas, diámetro de 6,25-7,5 μm . Punteaduras radiovasculares con areola reducida o aparentemente simples, de for- ma redondeada y alargada; en algunas zonas simi- lares a las intervasculares. Tíldes presente. Fibras

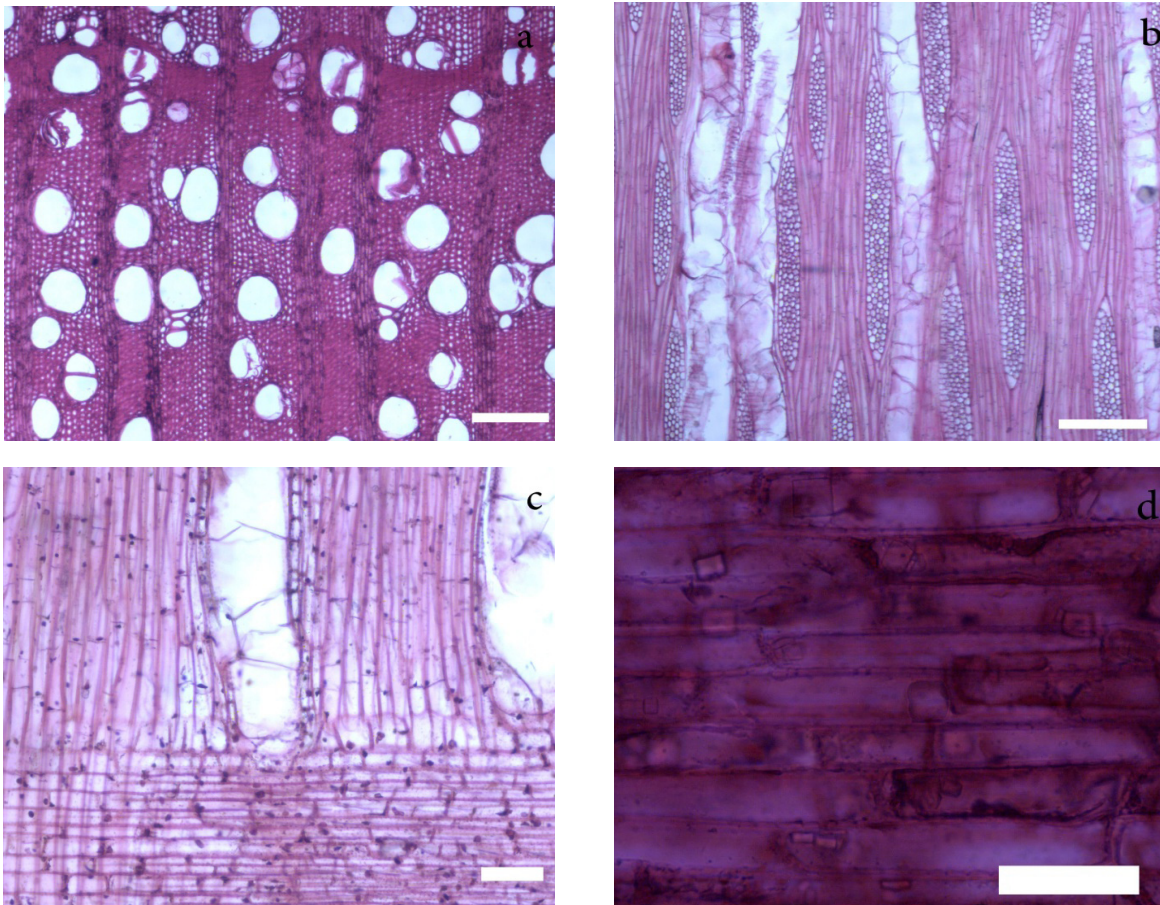


Figura 4. *Vitex orinocensis*. (a) Anillo de crecimiento definido por reducción de diámetro radial y engrosamiento de las paredes de las fibras (Barra = 300 μm). (b) Radios predominantemente de 3-5 células de ancho; vasos con tíldes (Barra = 300 μm). (c) Radio heterocelular con una ruta de células marginales; fibras septadas (Barra = 100 μm). (d) Cristales isodiamétricos en células radiales (Barra = 50 μm).

septadas, paredes delgadas a medianas, longitud de (885-) 1081-1187 (-1490) μm . Parénquima paratraqueal escaso, vasicéntrico delgado, en series de 3-7 células. Radios heterocelulares con una ruta de células marginales, ocasionalmente dos rutas y homocelulares de células procumbentes, 2-6 radios por mm, 1-6 células de ancho, predominantemente 3-5, altura de (425-) 698-842 (-1400) μm . Cristales prismáticos e isodiamétricos en parénquima radial; ocasionalmente en parénquima axial (X3721).

Vitex stahelii Moldenke (Figura 5)

Madera de color marrón amarillento claro (2.5Y 6/4), 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 ligeramente definidos por reducción de diámetro radial de las fibras. Po-

rosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, solitarios, múltiples radiales de 2 (-3), algunos arracimados, 8-9 poros/ mm^2 , diámetro de (120-) 164-196 (-235) μm . Longitud de elementos vasculares de (250-) 396-399 (-620) μm . Platinas de perforación simples; ocasionalmente escalariiformes con más de diez barras. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, medianas, diámetro de 7,5-8,75 (-10) μm . Punteaduras radiovasculares con areola reducida o aparentemente simples, de forma redondeada o alargada; en algunas zonas similares en forma y tamaño a las punteaduras intervasculares. Tíldes presente, abundante. Fibras septadas, paredes medianas a gruesas, longitud de (1050-) 1367-1439 (-1850) μm . Parénquima paratraqueal escaso, vasicéntrico delgado, en series de 3-7 células. Radios heterocelulares con una ruta de células marginales, (3-

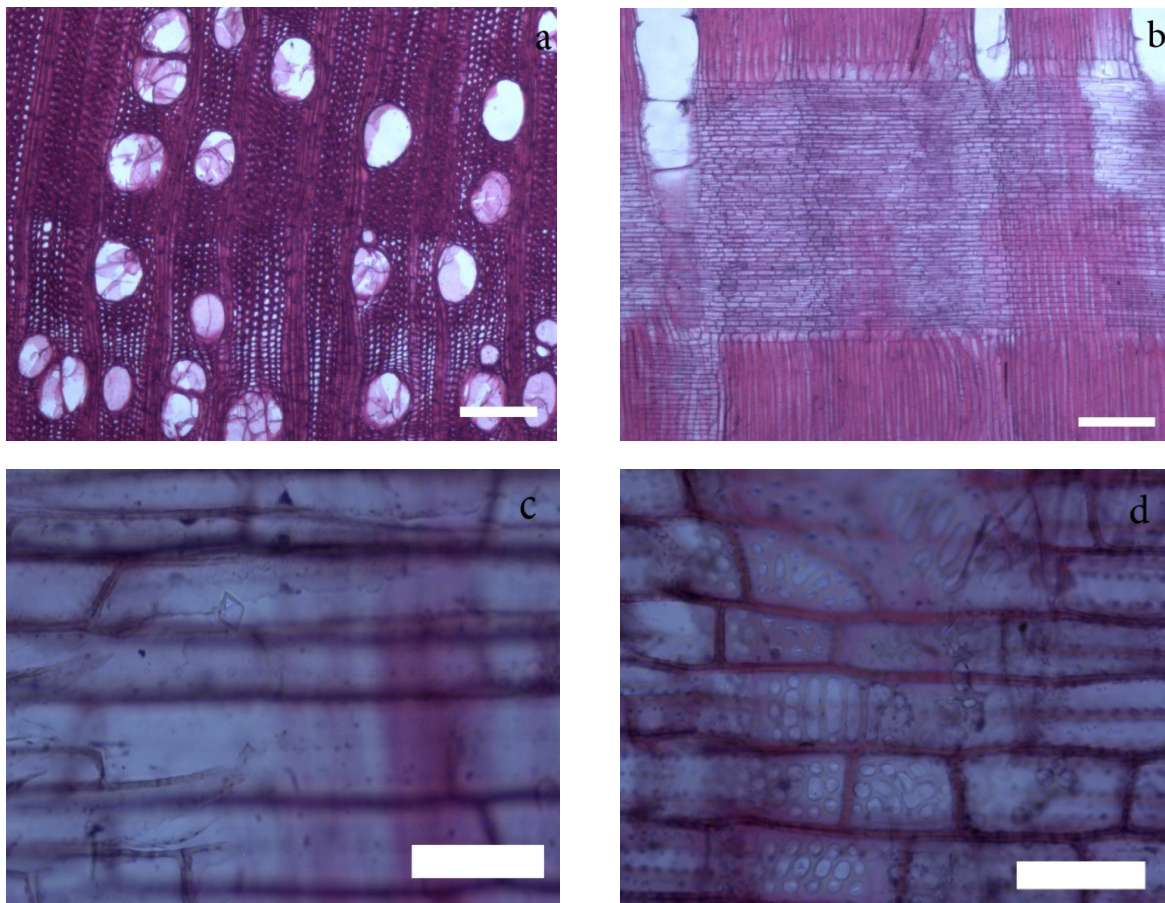


Figura 5. *Vitex stahelii*. (a) Anillo de crecimiento ligeramente definido por reducción del diámetro radial de las fibras; tíldes abundante (Barra = 300 μm). (b) Radio heterocelular con una ruta de células marginales (Barra = 300 μm). (c) Cristal isodiamétrico en célula parenquimática radial (Barra = 50 μm). (d) Punteaduras radiovasculares aparentemente simples, de forma redondeada o alargada (Barra = 50 μm).

4-5 radios por mm, 2-6 células de ancho, predominantemente 4, altura de (410-) 681-970 (-1670) μm . Cristales isodiamétricos pequeños en las células radiales, pocos.

Las especies estudiadas mantienen similitud en características como porosidad, agrupación y disposición de los poros, platinas de perforación, tipo y forma de punteaduras intervasculares y radiovasculares y caracteres generales de las fibras. También hubo similitud en cuanto a la presencia de anillos de crecimiento, pero diferencias en cuanto a la característica que permite su delimitación (parénquima marginal en *V. compressa*, *V. cymosa*; reducción de diámetro radial de las fibras en *V. divaricata*, *V. orinocensis*, *V. stahelii*). El parénquima predominantemente fue de tipo paratraqueal escaso y vasicéntrico delgado, aunque también se observó marginal (*V. compressa*, *V. cymosa*) y una baja proporción de aliforme de ala corta y confluyente (*V. compressa*). En cuanto a los radios, en todas las especies estudiadas predominaron los heterocelulares con una ruta de células marginales, siendo exclusivamente de este tipo en *V. compressa* y *V. stahelii*. En algunos casos se presentaron acompañados con una baja proporción de radios heterocelulares con dos rutas de células (*V. divaricata*) o con radios homocelulares de células procumbentes (*V. cymosa*, *V. orinocensis*). El caso más resaltante es el de *V. cymosa* donde los radios fueron exclusivamente homocelulares de células procumbentes. El ancho de los radios también mostró una amplia variación, pudiendo ser predominantemente biseriados (*V. compressa*), 3-4 células (*V. cymosa*, *V. divaricata*, *V. stahelii*) o predominantemente 3-5 células de ancho (*V. orinocensis*). En todas las especies estudiadas se observaron sustancias minerales, pero varió el tipo de sustancia y la ubicación. En *V. compressa* se presentó sílice en las células parenquimáticas radiales, mientras que el resto de las especies presentó pequeños cristales isodiamétricos en las células radiales, excepto en *V. divaricata* donde los cristales se observaron en un solo espécimen y en el parénquima axial y en *V. orinocensis* donde además de presentarse en parénquima radial, ocasionalmente también se desarrollaron en el parénquima axial.

Con respecto a las características cuantitativas y tomando como referencia las categorías dimensionales establecidas por IAWA Committee (1989) se encontró lo siguiente:

- Frecuencia de vasos: todas las especies estudiadas se ubican en la categoría II (5-20 poros/ mm^2) con la excepción de *V. compressa* en donde un individuo se ubicó en la categoría III (20-40 poros/ mm^2) y otro en la IV (40-100 poros/ mm^2). En general, el valor mínimo lo presentó *V. stahelii* (9 poros/ mm^2) y el máximo se encontró en *V. compressa* (33-82 poros/ mm^2).
- Diámetro de vasos: el comportamiento observado fue similar al correspondiente al de frecuencia de poros en el sentido que todas las especies se ubican en una misma categoría (poros medianos, 100-200 μm), excepto en el caso de *V. compressa* la cual se encuentra en la categoría de poros pequeños (50-100 μm). En general, el menor diámetro se presentó en *V. compressa* (59 μm) y el mayor en *V. stahelii* (196 μm).
- Longitud de elementos de los vasos: el comportamiento más frecuente fue el desarrollo de elementos vasculares de cortos (categoría I: < 350 μm) a medianos (categoría II: 350-800 μm). En general, *V. compressa*, *V. cymosa* y un individuo de *V. divaricata* y *V. orinocensis* mostraron elementos vasculares cortos, mientras que el resto de los individuos de estas dos últimas especies y *V. stahelii* presentaron elementos vasculares medianos.
- Diámetro de punteaduras: todas las especies presentaron punteaduras intervasculares que de acuerdo a las categorías de IAWA Committee (1989) se corresponden de pequeñas a medianas. Los mayores valores se observaron en *V. cymosa* y *V. stahelii* donde se alcanzaron valores de 8,75 μm .
- Longitud de fibras: el 100% de las especies se caracterizaron por presentar fibras medianas de acuerdo a las categorías de IAWA Committee (1989). El valor mínimo promedio lo presentó *V. compressa* (939 μm) y el máximo se observó en *V. stahelii* (1439 μm).
- Altura de radios: en todas las especies, la altura promedio de los radios fue inferior a 1 mm. Los valores oscilaron desde un mínimo promedio de 321 μm en un individuo de *V. compressa* y un máximo de 970 μm en un individuo de *V. stahelii*.

Es importante notar que a pesar de existir cierto grado de variación en las características cuantita-

tivas, éste no se considera lo suficientemente significativo como para darle valor de diagnóstico.

Clave para la separación de las especies estudiadas

- 1a. Parénquima marginal presente 2
 b. Parénquima marginal ausente 3
 2a. Sílice presente en células radiales; cristales ausentes; radios heterocelulares con una ruta de células marginales *V. compressa*
 b. Sílice ausente; cristales presentes en células radiales *V. cymosa*
 3a. Cristales ausentes a ocasionalmente presentes en parénquima axial *V. divaricata*
 b. Cristales presentes en parénquima radial
 *V. orinocensis*, *V. stahelii*

Tomando en consideración lo reportado por otros autores, la presencia de sílice ha sido mencionada para algunas especies del género *Vitex*; Espinoza (1987) y Welle (1976) incluyen a *V. compressa* entre las que desarrollan este tipo de depósitos. Por otra parte, lo observado en *V. orinocensis* y *V. stahelii* coincide con lo reportado por Détienne *et al.* (1982) y Miller y Détienne (2001), respectivamente.

4. Conclusiones

Las especies estudiadas muestran una gran homogeneidad entre sí y se pueden separar en dos grupos de acuerdo a la presencia o ausencia de parénquima marginal. En *V. compressa* y *V. cymosa* se presentó parénquima marginal y estas especies pueden ser separadas por la presencia de radios predominantemente biseriados, sílice y ausencia de cristales en *V. compressa*, mientras que *V. cymosa* presentó radios predominantemente de 3-5 células de ancho, pequeños cristales isodiamétricos en los radios y no desarrolla depósitos de sílice. En relación al grupo de especies sin parénquima marginal, se hace difícil su separación y se pueden establecer dos subgrupos de acuerdo a las características de los cristales: uno donde no se desarrollan cristales o, en caso de estar presentes, son ocasionales en el parénquima axial (*V. divaricata*) y otro donde se encuentran cristales, de manera constante, en el parénquima radial (*V. orinocensis*, *V. stahelii*). Anatómicamente no es posible separar *V. orinocensis* y *V. stahelii*.

5. Referencias bibliográficas

- APG. 2003. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. *Bot. J. Linn. Soc.* 141: 399-436.
- BAAS, P. y F. SCHWEINGRUBER. 1987. Ecological trends in the wood anatomy of trees, shrubs and climbers from Europe. *IAWA Bull. n.s.* 8: 245-274.
- BAAS, P., E. WERKER y A. FAHN. 1983. Some ecological trends in vessel characters. *IAWA Bull. n.s.* 4: 141-178.
- CATIE. 2003. Árboles de Centroamérica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica. 1079 p.
- CRONQUIST, A. 1981. *An integrated system of classification of flowering plants*. Columbia University Press. New York, USA. 1262 p.
- DETIENNE, P. y P. JACQUET. 1983. *Atlas d'identification des bois de l'amazonie et des regions voisines*. Centre Technique Forestier Tropical. Nogent s/Marne, France. 640 p.
- DETIENNE, P., P. JACQUET y A. MARIAUX. 1982. *Manuel d'identification des bois tropicaux*. Tome 3. Centre Technique Forestier Tropical. Marne, France. 315 p.
- DOGAN, Y., A. GUNGOR y E. KOZUHAROVA. 2008. A study on the anatomical characteristics of *Vitex agnus-castus* (Verbenaceae). *Phytologia Balcanica* 14: 97-101.
- ESPINOZA DE P., N. 1987. Cristales y sílice en maderas dicotiledóneas de Latinoamérica. *Pittieria* 15: 13-65.
- FAHN, A., E. WERKER y P. BAAS. 1986. *Wood anatomy and identification of trees and shrubs from Israel and adjacent regions*. The Israel Academy of Sciences and Humanities. Jerusalem, Israel. 221 p.
- GARCÍA, L. y A. GUINDEO. 1990. *Anatomía de frondosas españolas*. Asociación de Investigación Técnica de las Industrias de la Madera y el Corcho. Madrid, España. 618 p.
- HOKCHE, O., P. BERRY y O. HUBER. 2008. *Nuevo catálogo de la flora vascular de Venezuela*. Fundación Instituto Botánico de Venezuela Dr. Tobías Lasser. Caracas, Venezuela. 859 p.
- IAWA COMMITTEE. 1989. List of microscopic features for hardwood identification. *IAWA Bull. n.s.* 10: 219-332.
- KRIBS, D. 1968. *Comercial foreign woods in the American market*. Dover Publications Inc. New York, USA. 241 p.
- MABBERLEY, D. 1997. *The plant-book*. Cambridge University Press. 2nd edition. Cambridge, England. 858 p.

- MEYLAN, B. y B. BUTTERFIELD. 1978. The structure of New Zealand woods. *N.Z. Dept. Sci. Ind. Res. Bull.* 222: 1-250.
- MILLER, R. y P. DÉTIENNE. 2001. *Major timbers trees of Guyana. Wood anatomy*. Tropenbos International. Wageningen, Netherlands. 218 p.
- MUNSELL COLOR COMPANY. 1990. *Munsell soil color charts*. Baltimore, Maryland, USA. 17 p.
- PATEL, R. 1974. Wood anatomy of dicotyledons indigenous to New Zealand. 5. Verbenaceae. *New Zealand Journal of Botany* 12: 33-44.
- PEARSON, R. y H. BROWN. 1932. *Commercial Timbers of India. Their Distribution, Supplies, Anatomical Structure, Physical and Mechanical Properties and Uses. Volume I*. Government of India, Central Publication Branch. Calcutta, India. 548 p.
- PEREZ, A. 1977. *Identificación macroscópica de algunas maderas de la Guayana venezolana*. (Trabajo de ascenso). Universidad de Los Andes. Facultad de Ciencias Forestales. Escuela de Ingeniería Forestal. Mérida, Venezuela. 56 p.
- RICHTER, H. 1969. *General, macro- and microscopic characteristics of 113 panamian species*. Wood Technology Laboratory of the Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Turrialba, Costa Rica. 233 p.
- SOSA, J. 1973. *Estudio de la estructura anatómica y características dimensionales de 50 especies forestales del Petén*. Ministerio de Agricultura. Centro Técnico de Evaluación Forestal. Guatemala. 84 p.
- WELLE, B. TER. 1976. Silica grains in woody plants of the neotropics, especially in Surinam. In: *Wood structure in biological and technological research*. P. Baas, A. Bolton y D. Catling (eds.). Leiden Botanical Series N° 3. Leiden University Press. Leiden, Holanda. 107-142 pp.