

Anatomía xilemática de lianas de la familia bignoniaceae en la reserva forestal de Caparo (Barinas, Venezuela)

Wood anatomy of lianas of the bignoniaceae family in Caparo forest Reserve (Barinas state, Venezuela)

Osmary Z. ARAQUE¹, Williams J. LEÓN H.² y Clemente HERNÁNDEZ P.³

¹Centro de Estudios Forestales y Ambientales de Postgrado. oaraque@cantv.net

²Laboratorio de Anatomía de Maderas. wleon@ula.ve

³Laboratorio de Botánica Sistemática. Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Mérida, Venezuela. clemente@ula.ve

RESUMEN

Se presenta el estudio anatómico del xilema de 11 especies de lianas de la familia Bignoniaceae, reportadas para la Reserva Forestal de Caparo (estado Barinas, Venezuela): *Anemopaegma chrysoleucum*, *Arrabidaea candicans*, *A. verrucosa*, *Ceratophytum tetragonolobum*, *Cydista aequinoctialis*, *Macfadyena uncata*, *M. unguis-cati*, *Paragonia pyramidata*, *Pithecoctenium crucigerum*, *Phryganocydia corymbosa* y *Xylophragma seemannianum*; éstas se pueden separar en dos grupos: especies con radios de dos tamaños y especies sin radios de dos tamaños. En todas las muestras se observa la presencia de poros de dos tamaños, platinas de perforación simple, punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas; punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares; parénquima paratraqueal vasocéntrico y variantes cambiales (estructura anómala). Se presenta una clave de identificación.

Palabras clave: Anatomía, Bignoniaceae, Caparo, Lianas, Variantes cambiales, Xilema

ABSTRACT

The wood anatomy study of eleven lianas species from Bignoniaceae family reported in the Caparo Forest Reserve (Barinas state, Venezuela) is presented: *Anemopaegma chrysoleucum*, *Arrabidaea candicans*, *A. verrucosa*, *Ceratophytum tetragonolobum*, *Cydista aequinoctialis*, *Macfadyena uncata*, *M. unguis-cati*, *Paragonia pyramidata*, *Pithecoctenium crucigerum*, *Phryganocydia corymbosa* and *Xylophragma seemannianum*. The species were included in two groups: species with two-sized rays and species without two-sized rays. All the species have two-sized pores, simple perforation plates, alternate intervessel pits, circular to oval, ray-vessel pits similar to intervessel pits in size and shape, paratraqueal vasocentric parenchyma and cambial variants (anomalous structure). A dichotomous key for identification is presented.

Key words: Anatomy, Bignoniaceae, Cambial variants, Caparo, Lianas, Wood

INTRODUCCIÓN

El estudio del bosque tropical resulta interesante por su gran complejidad, además de ser necesario para el uso adecuado del mismo. El manejo exitoso de este tipo de bosque surgirá del entendimiento global de su dinámica y del conocimiento de todas las formas de vida que habitan en él. En una masa boscosa el principal componente lo constituyen las especies de porte arbóreo; sin embargo, también se puede encontrar alta diversidad dentro de la forma de vida vegetal y animal. Con respecto a la fitodiversidad, se tienen plantas herbáceas, plantas de porte arbustivo y un componente de gran importancia que se presenta en algunas masas boscosas que corresponde a las lianas. Gentry (1991) señala que la presencia de lianas es una de las características fisionómicas más notables que diferencian los bosques de la zona tropical de los bosques de zona templada.

Las lianas son un tipo de forma de vida que se desarrolla en comunidades boscosas, especialmente de la zona tropical. La abundancia de lianas depende del tipo de bosque y bajo ciertas condiciones de humedad y temperatura se puede presentar alta incidencia de las mismas. En bosques de tierras bajas suele haber abundancia de lianas; mientras que en zonas montañosas tienden a disminuir. La presencia de lianas puede afectar notablemente el crecimiento de los árboles y las faenas de manejo del bosque; este efecto es más acentuado mientras mayor sea la abundancia de este tipo de forma de vida. Desde el punto de vista florístico, Gentry (1991) indica que en los bosques de tierras bajas del Neotrópico, las familias con mayor número de especies de lianas son Bignoniaceae y Leguminosae.

La anatomía de plantas trepadoras, entre las cuales se incluyen las lianas, es el resultado de un proceso de selección para el desarrollo de estructuras específicas que faciliten el transporte eficiente y seguro de agua y sales minerales a largas distancias; flexibilidad y resistencia para soportar cualquier tipo de daño ocasionado por caídas de árboles, acción de animales u otro factor (Lev-Yadun 1999).

Al comparar la estructura anatómica de la madera de lianas con respecto a la de árboles, se observa que en una liana se encuentran los mismos tejidos xilemáticos que en el tallo de un árbol o arbusto: tejidos de conducción (vasos, traqueidas), almacenamiento (parénquima axial, parénquima radial) y soporte (fibras). Sin embargo, existen diferencias notables en cuanto a las dimensiones y proporción de cada uno de esos elementos, así como también una mayor incidencia de variantes cambiales. Carlquist (1991) hace un análisis de la dimensión y morfología de los vasos, la frecuencia de traqueidas vasicéntricas o vasculares y elementos relacionados con el parénquima axial y radial de lianas, incluyendo una lista de los tipos de variantes cambiales que han sido reportados para diferentes grupos taxonómicos en donde existen representantes de plantas del grupo de las lianas. Fisher & Ewers (1991) presentan un análisis del significado funcional que tiene la presencia de estructuras anómalas en el tallo de lianas, incluyendo un estudio de su anatomía y distribución taxonómica.

A pesar de la importancia de las lianas en la dinámica del bosque tropical, la información correspondiente al estudio de la estructura anatómica xilemática es escasa y la mayor parte de los reportes se han presentado a nivel de familia o género. Entre las descripciones correspondientes a familias, géneros o especies que incluyen lianas se encuentran las realizadas por Hess (1936), Chalk & Chattaway (1937), Record (1938a, b), Record & Hess (1949), Metcalfe & Chalk (1950, 1983), Mennega (1997), Araque *et al.* (2000), Watson & Dallwitz (2000). También se han realizado algunos estudios orientados a conocer aspectos de anatomía comparativa del tallo de árboles o arbustos y lianas (Gasson & Dobbins 1991; Bamber & Welle 1994; Ewers *et al.* 1990, 1997). Específicamente en la familia Bignoniaceae, entre los estudios anatómicos del leño de lianas se encuentran los realizados por Record & Hess (1949), Metcalfe & Chalk (1950), Dobbins (1969, 1971), Gentry (1977),

Dobbins & Fisher (1986), Carlquist (1988), Gasson & Dobbins (1991), Dos Santos & Miller (1992) y Dos Santos (1996).

El objetivo del presente trabajo es realizar el estudio de la estructura anatómica del xilema de 11 especies de lianas de la familia Bignoniaceae, reportadas para la Reserva Forestal de Caparo, y elaborar una clave de identificación con características microscópicas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El material de estudio corresponde a 11 especies de lianas de la familia Bignoniaceae ([Tabla 1](#)) colectadas en la Reserva Forestal de Caparo, estado Barinas. Por cada especie se colectaron 2 ó 3 individuos, dependiendo del grado de abundancia en el área de estudio.

Tabla 1. Especies estudiadas, número de colector y de xiloteca.

Especie	Colector y número	Nº de xiloteca
<i>Anemopaegma chrysoleucum</i>	Hernández 1759, 1755, 1761	X6021, X6029, X6031
<i>Arrabidaea candicans</i>	Hernández 1738, 1762, 1765	X6027, X6030, X6048
<i>Arrabidaea verrucosa</i>	Hernández 1753, 1757	X6040, X6047
<i>Ceratophytum tetragonolobum</i>	Hernández 1745, 1741, 1752	X6016, X6017, X6025
<i>Cydista aequinoctialis</i>	Hernández 1760, 1734	X6019, X6022
<i>Macfadyena uncata</i>	Araque/Gámez 0001, Hernández 1750, 1771	X 6133, X6134, 6156
<i>Macfadyena unguis-cati</i>	Hernández 1768, 1747	X6066, X6135
<i>Paragonia pyramidata</i>	Hernández 1735, 1764	X6012, X6023
<i>Phryganocydia corymbosa</i>	Hernández 1742, 1756	X6013, X6026
<i>Pithecoctenium crucigerum</i>	Hernández 1748, 1749	X6018, X6064
<i>Xylophragma seemannianum</i>	Hernández 1744, 1754	X6015, X6065

Las muestras botánicas y de madera fueron procesadas e incorporadas, respectivamente, al Herbario MER y a la Xiloteca MERw de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad de Los Andes.

Las muestras de madera fueron preparadas para su estudio microscópico de acuerdo a la metodología utilizada en el Laboratorio de Anatomía de Maderas (Corothie 1967) de la Universidad de Los Andes. Para la determinación de la longitud de elementos vasculares y fibras se prepararon macerados siguiendo la metodología de Franklin (1937) la cual consiste en la colocación de astillas de

madera en una mezcla de peróxido de hidrógeno y ácido acético glacial (2:1), para luego llevarlas a una estufa a 50°C durante 12 h. Las muestras fueron descritas de acuerdo a lo establecido por IAWA Committee (1989), tomando en consideración todas las características establecidas, aún cuando en las descripciones individuales no se mencionan las que están ausentes. En la presentación de resultados de características cuantitativas se incluyen los valores máximo y mínimo observados, así como el valor promedio. Como se utilizó más de una muestra para cada descripción, se presentan dos valores promedio: el mayor y el menor de los individuos estudiados. En la determinación del color se utilizó la tabla de colores de Munsell (2000). Se tomaron fotomicrografías de las secciones transversal, radial y

tangencial para cada especie estudiada, con una cámara Pentax SFXn acoplada a un microscopio binocular marca Kyowa.

La información taxonómica relacionada con la sinonimia de cada especie fue extraída de la base de datos del Missouri Botanical Garden (MBG 2004).

RESULTADOS

Anemopaegma chrysoleucum (Kunth) Sandwith ([Fig. 1](#))

Anemopaegma *belizeanum* S.F.Blake, *Anemopaegma*
grandiflorum Sprague, *Anemopaegma* *macrocarpa* Standl., *Anemopaegma*
*paraense*Bureau & K.Schum., *Anemopaegma* *punctulatum* Pittier &
Standl., *Bignonia chrysoleuca* Kunth

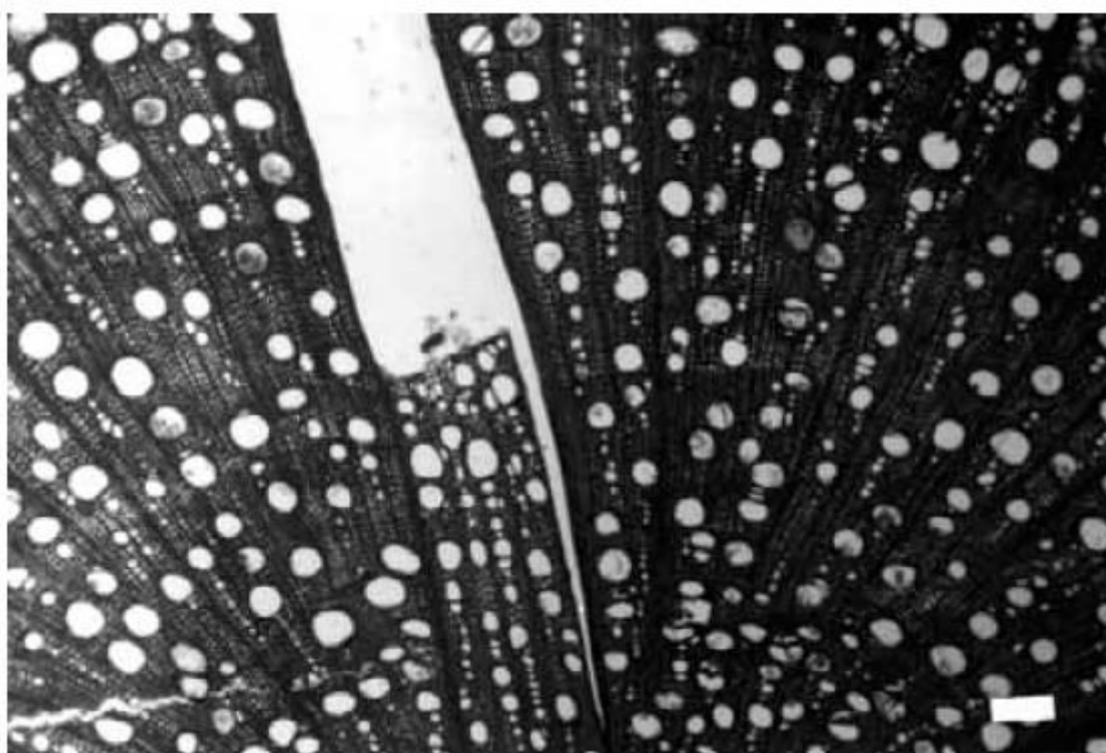


Fig. 1. *Anemopaegma chrysoleucum*. Sección transversal: anillos de crecimiento definidos por engrosamiento de las paredes de las fibras. Poros de dos tamaños. Penetración de zonas de floema. Escala = 200 μ m

Madera de color amarillo pálido (5Y 8/4) a rosado (5YR 8/4), sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor ausentes. Lustre bajo. Grano recto. Textura mediana. Moderadamente dura y pesada.

Anillos de crecimiento definidos por reducción del diámetro radial y engrosamiento de las paredes de las fibras (X6029). Porosidad difusa, en algunas zonas con tendencia a semicircular (X6021). Poros sin patrón de disposición definido, solitarios, múltiples radiales cortos y largos (-10), algunos arracimados, 625-764 poros por mm^2 , de dos clases de tamaño, diámetro tangencial de (90-) 113-118 (-150) μ m en los grandes y de (25-) 48-49 (-70) μ m en los pequeños. Longitud de elementos de los vasos de (110-) 212-247 (-300) μ m. Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, diminutas a

pequeñas, diámetro de 3,75-6,25 μm . Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares. Tíldes (X6021, X6029), depósitos gomosos y depósitos diferentes a gomas y tíldes (X6031). Fibras no septadas, de paredes medianas, longitud de (385-) 506-520 (-600) μm , punteaduras aparentemente simples o con areolas reducidas. Parénquima paratraqueal escaso y vasicéntrico delgado, fusiforme y en series de 2 (-3) células, predominantemente fusiforme. Radios homocelulares de células procumbentes (X6021, X6029) y heterocelulares con 1 (-3) rutas de células marginales, 3- 8 por mm lineal, 1-4 células de ancho, de dos tamaños, altos de (1000-) 1929-1948 (-6120) μm y bajos de (250-) 545-622 (-990) μm de altura. Estructura estratificada en parénquima axial, vasos estrechos y fibras. Se observa la penetración de 8 zonas o rayos de floema hacia áreas xilemáticas que se presentan más como prolongaciones de floema que como floema incluso. En sección transversal se observan 8 pares de radios anchos, de los cuales 4 parten desde la médula y se extienden hasta la zona cambial formando una estructura similar a una cruz; el área xilemática presente entre cada par de radios anchos muestra diferencia en cuanto al aumento de la frecuencia de poros arracimados. Se observan abundantes cristales pequeños en células de la médula, principalmente cristales isodiamétricos y fusiformes.

Arrabidaea candicans (Rich.) DC. ([Fig. 2](#))

Arrabidaea calodictos Sprague, *Arrabidaea candicans* var. *latifolia* DC., *Arrabidaea orbignyana* DC., *Arrabidaea pachycalyx* Sprague, *Arrabidaea pruinosa* Klotzsch ex Bureau & K.Schum., *Arrabidaea quinquenervis* Bureau & K.Schum., *Arrabidaea rhodothyrsus* Kraenzl., *Arrabidaea schomburgkii* Klotzsch ex Bureau & K.Schum., *Arrabidaea subincana* Seem., *Arrabidaea zulianensis* Pittier, *Bignonia candicans* Rich., *Bignonia colorata* Poir.

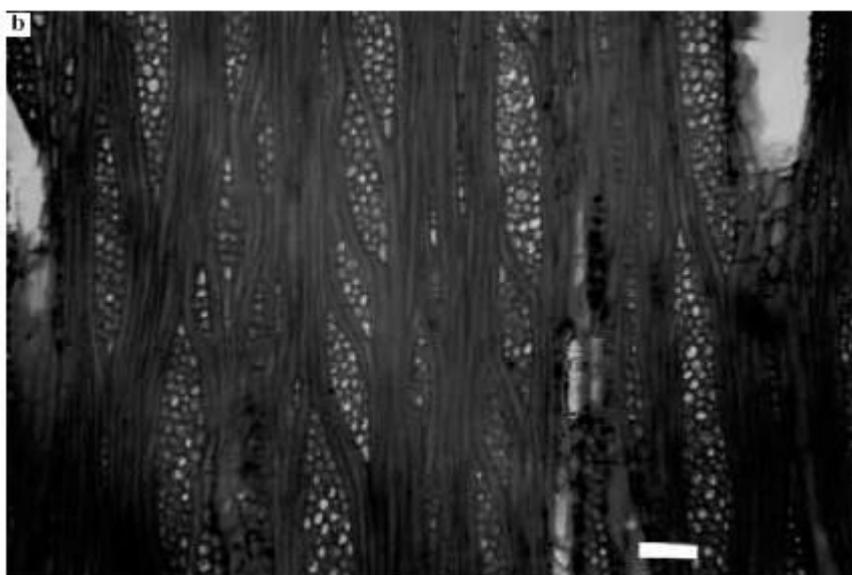
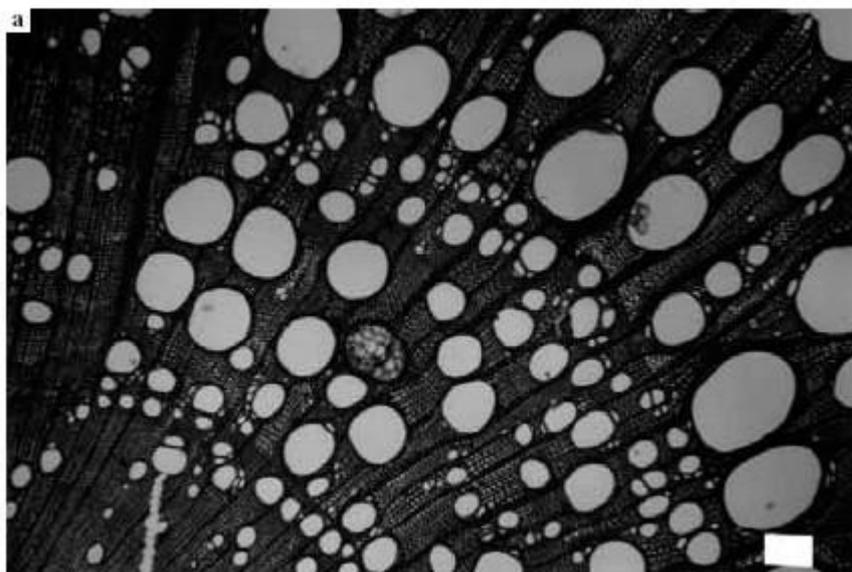


Fig. 2. *Arrabidaea candicans*. **a.** Sección transversal: anillos de crecimiento definidos por porosidad semicircular. Poros de dos tamaños, con tílides presentes en los poros grandes. Escala = 200 μm . **b.** Sección tangencial: radios con tendencia a agregados. Escala = 100 μm

Madera de color marrón muy pálido (10YR7/3, 10YR 8/3), sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor ausentes. Lustre bajo. Grano recto. Textura mediana a gruesa. Moderadamente dura y pesada.

Anillos de crecimiento definidos por porosidad semicircular, bandas de parénquima marginal y engrosamiento de las paredes de las fibras (X6048). Porosidad semicircular; difusa en las cercanías de la médula (X6027). Poros sin patrón de disposición definido, solitarios, múltiples radiales cortos y largos (-8), algunos arracimados, 238-345 poros por mm^2 , de dos clases de tamaño, diámetro tangencial de (175-) 235-284 (-320) μm en los grandes y de (40-) 81-109 (-165) μm en los pequeños. Longitud de elementos de los vasos de (85-) 176-249 (-350) μm . Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas,

circulares a ovaladas, grandes, diámetro tangencial de 10-12,5 µm. Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares, en algunas zonas con areola reducida o aparentemente simples (X6027, X6030). Tíldes (X6030) y depósitos diferentes a gomas y tíldes (X6027, X6048). Fibras no septadas, de paredes medianas a gruesas, longitud de (640-) 872- 942 (-1160) µm, punteaduras aparentemente simples o con areola reducida. Parénquima paratraqueal escaso (X6027), vasicéntrico, unilateral, aliforme de ala ancha (X6030) y en bandas marginales, en series de 2-5 células. Radios homocelulares de células procumbentes (X6027, X6048), homocelulares de células erectas (X6030) y heterocelulares con una ruta de células marginales (X6027, X6030), 4-12 por mm lineal, 1-3 (-6) células de ancho, de dos tamaños, altos de (1000-) 1150-1771 (-3910) µm y bajos de (150-) 224-553 (-960) µm de altura. Radios agregados presentes. Células perforadas del radio presentes (X6027, X6048). Parénquima radial disyuntivo (X6030). Estructura estratificada en vasos estrechos (X6027, X6048). Se observa la penetración de 4 zonas o rayos de floema hacia áreas xilemáticas, que se presentan más como prolongaciones de floema que como floema incluso, estas áreas se unen con las zonas xilemáticas en forma de cruz delimitadas por radios anchos. En sección transversal se observan 4 pares de radios anchos que parten desde la médula y se extienden hasta la zona cambial formando una estructura similar a una cruz; el área xilemática presente entre cada par de radios anchos muestra diferencias en cuanto a disposición, contenido, tamaño y densidad de los poros; además, no se observa continuidad de los anillos de crecimiento en el área interna de la cruz.

Arrabidaea verrucosa (Standl.) A.H.Gentry

Adenocalymma verrucosum Standl., *Arrabidaea belizensis* Standl., *Martinella verrucosa* (Standl.) Standl., *Paragonia schumanniana* Loes., *Scobinaria amethystina* Dugand, *Scobinaria verrucosa* (Standl.) Seibert

Madera de color marrón muy pálido (10YR7/3, 10YR 8/3), sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor ausentes. Lustre bajo. Grano recto a inclinado. Textura mediana a gruesa. Moderadamente dura y pesada.

Anillos de crecimiento definidos por porosidad semicircular, bandas de parénquima marginal y engrosamiento de las paredes de las fibras (X6047). Porosidad semicircular, difusa hacia las cercanías de la médula (X6040). Poros sin patrón de disposición definido, grandes solitarios y pequeños en múltiples radiales cortos y largos (-7), arracimados, 187-395 poros por mm², de dos clases de tamaño, diámetro tangencial de (155-) 210-241 (-315) µm en los grandes y de (25-) 63-69 (-125) µm en los pequeños. Longitud de elementos de los vasos de (150-) 219-253 (-400) µm. Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, medianas a grandes, diámetro tangencial de 8,75-12,50 µm. Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares. Engrosamientos espiralados presentes en vasos estrechos cercanos a la médula en X6040. Tíldes abundantes y depósitos distintos a tíldes y goma en los vasos. Fibras septadas y no septadas, paredes medianas a gruesas, longitud de (720-) 1000-1082 (-1360) µm, punteaduras aparentemente simples o con areola reducida. Parénquima paratraqueal vasicéntrico, confluyente y en bandas marginales, series de 2-8 células. Radios homocelulares de células procumbentes y heterocelulares con una ruta de células marginales (X6047), 4-8 por mm lineal, 1-4 células de ancho, de dos tamaños, altos de (510-) 646-821 (-2060) µm y bajos de (160-) 274-277 (-420) µm de altura. Células perforadas de los radios presentes. Parénquima radial y axial disyuntivo presente. Estructura irregularmente estratificada en los vasos estrechos (X6040) y en parénquima axial (X6047). Se observa la penetración de 4 zonas o rayos de floema hacia áreas xilemáticas que se presentan más como prolongaciones de floema que como floema incluso; estas áreas se unen con las

zonas xilemáticas en forma de cruz delimitadas por radios anchos. En sección transversal se observan 4 pares de radios anchos que parten desde la médula y se extienden hasta la zona cambial formando una estructura similar a una cruz; el área xilemática presente entre cada par de radios anchos muestra diferencias en cuanto a disposición, contenido, tamaño y densidad de los poros, además no se observa continuidad de los anillos de crecimiento en el área interna de la cruz.

Ceratophytum tetragonolobum (Jacq.) Sprague & Sandwith ([Fig. 3](#))

Adenocalymna heterophyllum Standl., *Adenocalymma standleyanum* Lundell, *Anemopaegma tobagense* Urb., *Bignonia tetragonoloba* Jacq., *Ceratophytum brachycarpum* Pittier, *Ceratophytum capricorne* Pittier, *Ceratophytum tobagense* (Urb.) Sprague & Sandwith

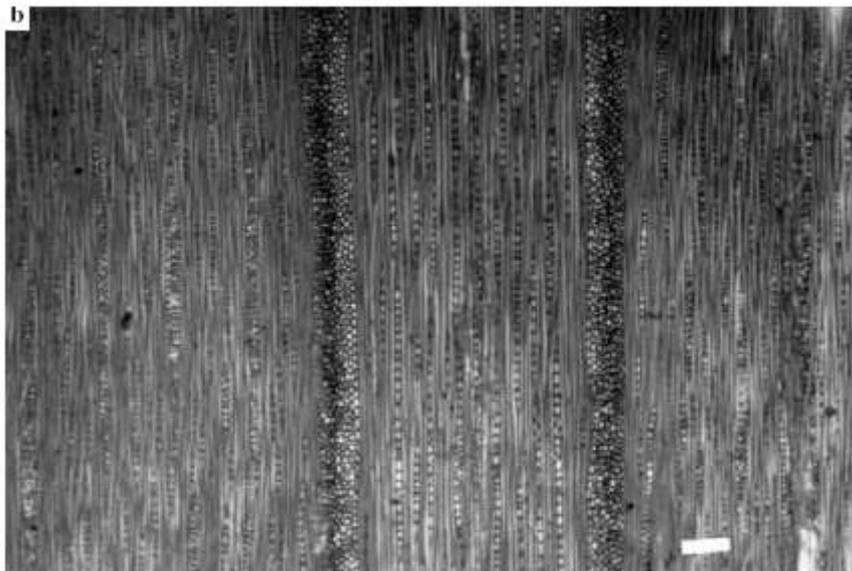
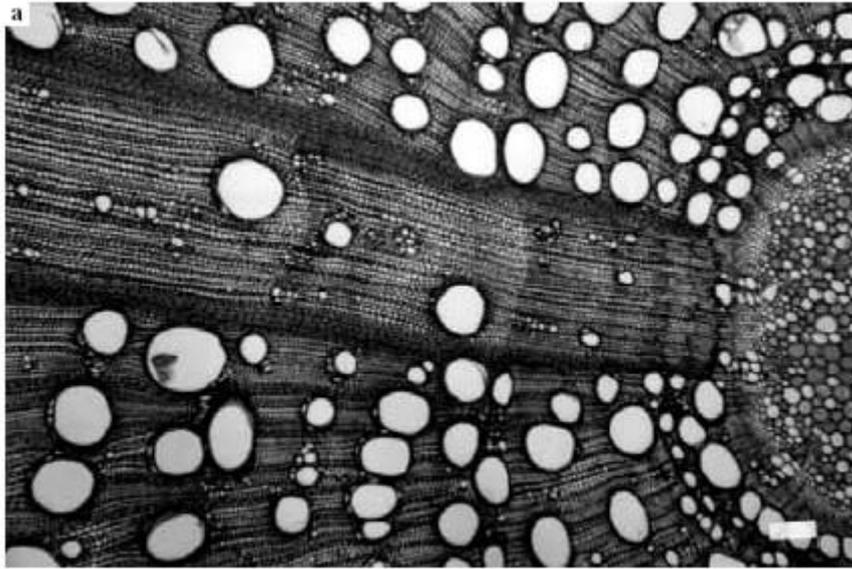


Fig. 3. *Ceratophytum tetragonolobum*. **a.** Sección transversal: penetración de rayo de floema delimitado por radios anchos, mostrando diferencias en cuanto a

disposición y densidad de poros respecto al resto de las áreas. Escala = 200 µm. **b.** Sección tangencial: radios de dos tamaños. Escala = 200 µm.

Madera de color amarillo pálido (2.5Y 8/3) a marrón muy pálido (10YR 8/4), sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor ausentes. Lustre bajo a mediano. Grano recto a inclinado. Textura mediana. Moderadamente dura y pesada.

Anillos de crecimiento definidos por reducción del diámetro radial y engrosamiento de las paredes de las fibras (X6017). Porosidad difusa. Poros con tendencia a la disposición tangencial cerca de la médula y de la zona cambial; radial oblicua en la parte media. Poros grandes predominantemente solitarios y pequeños arracimados y múltiples radiales hasta de 10 poros, 130-159 poros por mm², de dos clases de tamaño, diámetro de (110-) 184-241 (-320) µm en los grandes y de (30-) 58-74 (-110) µm en los pequeños. Longitud de elementos de los vasos de (180-) 281-336 (-440) µm. Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, algunas poligonales, medianas, diámetro tangencial de 7,5-10 µm. Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares, en algunos casos con areola reducida, aparentemente simple de forma redondeada (X6025). Tíldes presentes sólo en los poros grandes. Fibras no septadas, paredes medianas, longitud de (540-) 759-773 (-1390) µm, punteaduras aparentemente simples o con areola reducida; predominantemente en las paredes radiales. Parénquima paratraqueal escaso, vasicéntrico delgado, bandas con menos de 3 células de ancho y bandas marginales (X6017), en series de 3-5 células. Radios heterocelulares con 1(-4) rutas de células marginales, algunos homocelulares de células cuadradas o erectas (X6016, X6025), 5-15 por mm lineal, 1-10 células de ancho, de dos tamaños, altos de (1010-) 1324-1388 (-2260) µm y bajos de (160-) 511-658 (-980) µm. Células perforadas de los radios presentes (X6017, X6025). Cristales isodiamétricos (X6017), aciculares, alargados y fusiformes, abundantes, en células cuadradas y erectas de los radios, en algunas zonas del parénquima axial y en la zona medular, cantidad variable por célula; fusiformes y alargados en las tíldes (X6017, X6025). Se observa la penetración de 4 zonas o rayos de floema hacia áreas xilemáticas que se presentan más como prolongaciones de floema que como floema incluso; estas áreas se unen con las zonas xilemáticas en forma de cruz delimitadas por radios anchos. En sección transversal se observan 4 pares de radios anchos que parten desde la médula y se extienden hasta la zona cambial formando una estructura similar a una cruz; el área xilemática presente entre cada par de radios anchos muestra diferencias en cuanto a disposición, contenido, tamaño y densidad de los poros; además no se observa continuidad de los anillos de crecimiento en el área interna de la cruz.

Cydista aequinoctialis (L.) Miers

Anemopaegma tonduzianum Kraenzl., *Arrabidaea guatemalensis* Lues., *Arrabidaea isthmica* Standl., *Arrabidaea pseudochica* Kraenzl., *Bignonia aequinoctialis* L., *Bignonia hostmannii* E.Mey., *Bignonia incarnata* Aubl. sec. Splitg., *Bignonia niticlissima* A.DC., *Bignonia picta* Kunth, *Bignonia sarmentosa* Bertol., *Bignonia sarmentosa* var. *hirtella* Benth., *Bignonia spectabilis* Vahl, *Bignonia variabilis* Jacq., *Bignonia villosa* Vahl, *Cydista aequinoctialis* var. *hirtella* (Benth.) A.H.Gentry, *Cydista amoena* Miers, *Cydista pubescens* S.F.Blake, *Cydista sarmentosa* (Bertol.) Miers, *Cydista seemannii* Miers, *Cydista spectabilis* (Vahl) Miers, *Levyia nicaraguensis* Bureau ex Baill., *Temnocydia aequinoctialis* (L.) Mart. ex DC., *Temnocydia spectabilis* (Vahl) Mart. ex DC.

Madera de color marrón muy pálido (10YR 8/4) a rosado (7.5YR 7/4), sin Araque, León y Hernández transición entre albura y duramen. Olor y sabor

ausentes. Lustre bajo. Grano recto. Textura mediana a gruesa. Ligeramente dura y pesada.

Anillos de crecimiento definidos por reducción del diámetro radial de las paredes de las fibras y parénquima marginal en las adyacencias de la médula (X6022). Porosidad difusa. Poros con disposición radial oblicua en algunas zonas (X6022) y sin patrón definido. Poros solitarios, múltiples radiales cortos y largos (-15), arracimados, 245-325 poros por mm², de dos clases de tamaños, diámetro tangencial de (110-) 157-165 (-210) µm en los grandes y de (40-) 63-70 (-100) µm en los pequeños. Longitud de elementos de los vasos de (175-) 245-250 (-340) µm. Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas y poligonales (X6019), medianas a grandes, diámetro tangencial de 8,75-13,75 µm. Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares. Engrosamientos espiralados en vasos estrechos cercanos a la médula. Depósitos de goma y tálides en baja proporción (X6019). Fibras septadas, paredes medianas, longitud de (520-) 750-799 (-1080) µm, punteaduras aparentemente simples o con areola reducida. Parénquima paratraqueal escaso (X6022), vasicéntrico delgado y en bandas marginales, en series de 2-4 células. Radios homocelulares de células procumbentes (X6019), heterocelulares con una ruta de células marginales, 3-7 radios por mm lineal, 2-4 (-10) células de ancho, altura (1010-) 2053-2247 (-6515) µm. Células envolventes presentes en baja proporción. Parénquima axial disyuntivo presente. Estructura irregularmente estratificada en el parénquima axial, vasos estrechos y fibras. Se observa la penetración de 8 a 10 zonas o rayos de floema hacia áreas xilemáticas que se presentan más como prolongaciones de floema que como floema incluso. En sección transversal se observan 8 a 10 pares de radios anchos, de los cuales 4 pares parten desde la médula y se extienden hasta la zona cambial formando una estructura similar a una cruz; el área xilemática presente entre cada par de radios anchos muestra algunas diferencias en cuanto a la proporción de poros múltiples largos.

Macfadyena uncata (Andrews) Sprague & Sandwith

Bignonia pachyptera DC., *Bignonia uncata* Andrews, *Bignonia uncinata* G.Mey., *Dolichandra fenzliana* Miq., *Macfadyena fenzliana* (Miq.) Miq., *Macfadyena guatemalensis* S.F.Blake, *Macfadyena hispida* (DC.) Seem., *Macfadyena pubescens* S.Moore, *Macfadyena uncinata* (G.Mey.) A.DC., *Pachyptera puberula* DC., *Spathodea hispida* DC., *Spathodea uncata* (Andrews) Spreng., *Spathodea uncinata* (G.Mey.) Spreng.

Madera de color gris ligero (10YR 7/2) a marrón muy pálido (10YR 7/3), sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor ausentes. Lustre bajo. Grano recto a inclinado. Textura mediana. Moderadamente dura y pesada.

Anillos de crecimiento definidos por engrosamiento de las paredes de las fibras (X6156). Porosidad difusa. Poros dispuestos en bandas tangenciales en algunas zonas y en otras sin patrón de disposición definido, solitarios, múltiples radiales cortos y arracimados, 398-713 poros por mm², de dos clases de tamaños, diámetro tangencial de (90-) 130-143 (-185) µm en los grandes y de (20-) 43-55 (-80) µm en los pequeños. Longitud de elementos de los vasos de (135-) 200-221 (-330) µm. Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, algunas poligonales (X6134), pequeñas a medianas, diámetro tangencial de 5-10 µm. Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares. Tálides y depósitos gomosos (X6156) presentes. Fibras no septadas, paredes medianas a gruesas, longitud de (500-) 634-660 (-820) µm, punteaduras aparentemente simples o con areolas reducidas. Parénquima paratraqueal

vasicéntrico, aliforme de ala ancha (X6133), confluyente (X6133, X6156) y en bandas estrechas (X6134), en series de 2-4 células. Radios homocelulares de células procumbentes y heterocelulares con una ruta de células marginales (X6133, X6134), 6-11 por mm lineal, 1-3 células de ancho, con altura de (120-) 211-241 (-550) μm . Radios agregados (X6156). Células perforadas de los radios (X6156). Canales intercelulares en cortas líneas tangenciales (X6133, X6134). Se observa la penetración de abundantes zonas o rayos de floema hacia áreas xilemáticas que se presentan más como prolongaciones de floema que como floema incluso. Porciones de floema con abundantes esclereidas y células pétreas.

Macfadyena unguis-cati (L.) A.H.Gentry ([Fig. 4](#))

Batocydia exoleta (Vell.) C.Mart. ex DC., *Batocydia unguis* (L. ex DC.) Mart. ex DC., *Bignonia acustitipula* Schltld., *Bignonia californica* Brandegee, *Bignonia dasyonyx* S.F.Blake, *Bignonia exoleta* Vell., *Bignonia gracilis* G.Lodd., *Bignonia inflata* Griseb., *Bignonia lanuginosa* Hemsl., *Bignoniapseudounguis* Desf., *Bignonia rodigasiana* L.Lindley, *Bignonia trianta* DC., *Bignonia tweediana* Lindl., *Bignonia unguis-cati* L., *Bignonia unguis-cati* var. *exoleta* (Vell.) Sprague, *Bignonia unguis-cati* var. *guatemalensis* K.Schum. & Loes., *Bignonia unguis-cati* var. *serrata* Bureau & K.Schum., *Bignonia unguis* L. ex DC., *Bignonia unguis* var. *gracilis* (G.Lodd.) DC., *Bignonia unguis* var. *guatemalensis* K.Schum. & Loes., *Doxantha acustitipula* (Schltld.) Miers, *Doxantha adunca* Miers, *Doxantha dasyonyx* (S.F.Blake) S.F.Blake, *Doxantha exoleta* (Vell.) Miers, *Doxantha lanuginosa* Miers, *Doxantha mexicana* Miers, *Doxantha praesignis* Miers, *Doxantha serrulata* Miers, *Doxantha tenuicula* Miers, *Doxantha unguis-cati* (L.) Miers ex Rehder, *Doxantha unguis-cati* var. *dasyonyx* (S.F.Blake) Seibert, *Doxantha unguis-cati* var. *exoleta* (Vell.) Fabris, *Doxantha unguis* (L.) Miers, *Microbignonia auristellae* Kraenzl.

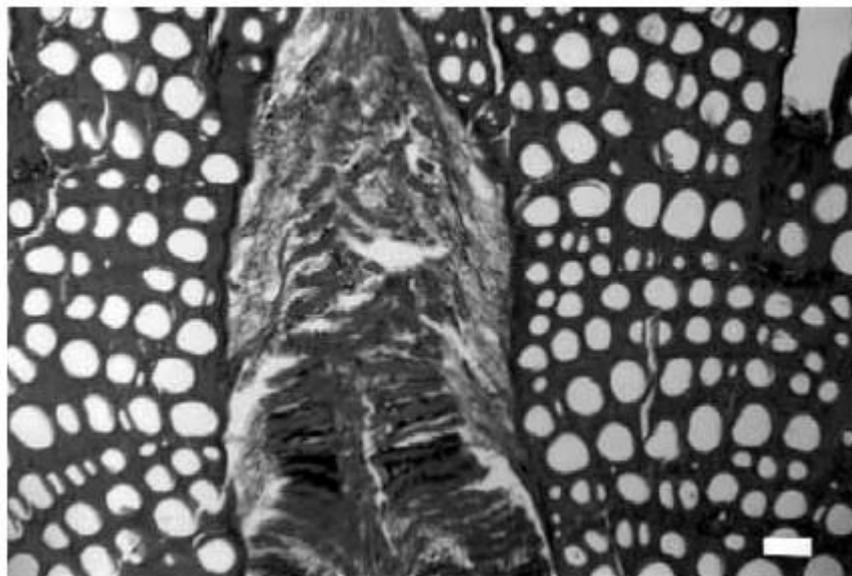


Fig. 4. *Macfadyena unguis-cati*. Sección transversal: poros con disposición en bandas tangenciales. Penetración de zonas de floema con abundantes células pétreas. Escala = 200 μm .

Madera de color marrón muy pálido (10YR 7/3), sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor ausentes. Lustre bajo. Grano recto. Textura mediana. Moderadamente dura y pesada.

Anillos de crecimiento no definidos. Porosidad difusa. Poros dispuestos en bandas tangenciales y en algunas zonas sin patrón de disposición definido, solitarios, múltiples radiales cortos y arracimados, 352-368 poros por mm², de dos clases de tamaños, diámetro tangencial de (80-) 126-128 (-180) µm en los grandes y de (20-) 40-52 (-65) µm en los pequeños. Longitud de elementos de los vasos de (140-) 221-222 (-280) µm. Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, pequeñas a medianas, con diámetro tangencial de 6,25-8,75 µm. Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares. Depósitos diferentes a gomas y tílides (X6066). Fibras septadas (X6066) y no septadas, paredes medianas, longitud de (510-) 654-976 (-1130) µm, punteaduras aparentemente simples o con areolas reducidas. Parénquima paratraqueal escaso (X6135), vasicéntrico y confluyente (X6066) fusiforme y en series de 2-3 células. Radios homocelulares de células procumbentes y heterocelulares con una ruta de células marginales, 5-10 por mm lineal, 1-3 células de ancho, altura de (150-) 237-246 (-350) µm. Células perforadas de los radios presentes. Parénquima radial disyuntivo presente. Estructura estratificada en radios (X6066) y en parénquima axial (X6135), 3-5 estratos de radios por mm axial. Se observa la penetración de abundantes rayos de floema hacia áreas xilemáticas que se presentan más como prolongaciones de floema que como floema incluso. Abundantes esclereidas y células pétreas en porciones floemáticas.

Paragonia pyramidata (Rich.) Bureau

Adenocalymma densiflora Rugby, *Arrabidaea dichasia* Donn.Sm., *Bignonia brachiata* Sessé & Mçç., *Bignonia ehretioides* Cham., *Bignonia laurifolia* Vahl, *Bignonia lenta* Mart. ex DC., *Bignonia martiusana* A.DC., *Bignonia pyramidata* Rich., *Bignonia ruprestis* Gardner, *Bignonia sinclairii* Benth., *Bignonia striata* DC., *Pachyptera dasyantha* A.DC., *Pachyptera perrottetii* A.DC., *Pachyptera striata* A.DC., *Pachyptera umbelliformis* A.DC., *Petastoma leiophyllum* Kraenzl., *Petastoma macrocalyx* Kraenzl., *Pithecoctenium reticulare* DC., *Tabebuia pyramidata* (Rich.) A.DC., *Temnocydia elliptica* Mart. ex DC., *Temnocydia lenta* Mart. ex DC., *Zeyheria surinamensis* Mig.

Madera de color marrón muy pálido (10YR 7/3), sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor ausentes. Lustre bajo. Grano recto. Textura mediana. Moderadamente dura y pesada.

Anillos de crecimiento definidos hacia la periferia por engrosamiento de las paredes de las fibras y bandas de parénquima marginal (X6023). Porosidad difusa. Poros sin patrón de disposición definido, solitarios, múltiples radiales cortos y arracimados, 110-214 poros por mm², de dos clases de tamaños, diámetro tangencial de (150-) 218-275(-360) µm en los grandes y de (40-) 72-95 (-150) µm en los pequeños. Longitud de elementos de los vasos de (150-) 212-239 (-340) µm. Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, medianas, diámetro tangencial de 7,5-10 µm. Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares. Tílides presentes. Fibras septadas, paredes delgadas a medianas, longitud de (630-) 807-901 (-1045) µm, punteaduras aparentemente simples a indistintamente areoladas, abundantes en las caras radiales. Parénquima paratraqueal escaso, vasicéntrico delgado y en bandas tangenciales (X6023), fusiforme y en series de 2-4 (-5) células. Radios heterocelulares con 1-3 rutas de células marginales, 5-12 por mm lineal, 1-7 células de ancho, de dos tamaños, altos de (860-) 1112-1300 (-2420) µm y bajos de (190-) 402-436 (-780) µm de altura. Células perforadas de los radios presentes, abundantes. Estructura irregularmente estratificada en el parénquima axial (X6023). Se observa la penetración de 4 zonas o rayos de floema hacia áreas xilemáticas, pero éstas se presentan más como prolongaciones de floema que como floema incluso; estas áreas se unen con las zonas xilemáticas en forma de cruz delimitadas por radios

anchos. En sección transversal se observan 4 pares de radios anchos, los cuales parten desde la médula y se extienden hasta la zona cambial formando una estructura similar a una cruz; el área xilemática presente entre cada par de radios anchos muestra diferencias en cuanto a disposición, contenido, tamaño y densidad de los poros; además, no se observa continuidad de los anillos de crecimiento en el área interna de la cruz.

Phryganocydia corymbosa (Vent.) Bureau ex K.Schum. *Bignonia coito* Vell., *Macfadyena amazonica* Miers, *Macfadyena bangui* Rugby, *Macfadyena coito* (Vell.) Miers, *Macfadyena corymbosa* (Vent.) Griseb., *Macfadyena laurifolia* (Kunth) Miers, *Macfadyena lepidota* Seem. ex Miers, *Macfadyena orinocensis* (Kunth) Miers, *Macfadyena ovata* Miers, *Macfadyena platypoda* (DC.) Miers, *Macfadyena riparia* S.Moore, *Phryganocydia coito* (Vent.) Bureau ex K.Baill., *Phryganocydia dipleroupus* C.Mart. ex DC., *Phryganocydia orinocensis* (Kunth) Schnee, *Spathodea coito* (Vell.) DC., *Spathodea corymbosa* Vent., *Spathodea laurifolia* Kunth, *Spathodea orinocensis* Kunth, *Spathodea platypoda* DC.

Madera de color marrón muy pálido (10 YR 7/3) a amarillo pálido (2.5 Y 8/4), sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor ausentes. Lustre bajo. Grano recto a inclinado. Textura mediana a gruesa. Moderadamente dura y pesada.

Anillos de crecimiento definidos o ligeramente definidos por reducción del diámetro radial y engrosamiento de las paredes de las fibras. Porosidad difusa. Poros sin patrón de disposición definido. Poros grandes solitarios y múltiples radiales de 2-3, algunos arracimados y poros pequeños solitarios y múltiples radiales de 2-10, 351-435 poros por mm², de dos clases de tamaños, con diámetro de (90-) 142-168 (-280) µm en los grandes y de (25-) 48-49 (-80) µm en los pequeños. Longitud de elementos de los vasos de (175-) 287-302 (-370) µm. Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, medianas a grandes, con diámetro tangencial de 8,75-12,50 µm. Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares. Punteaduras ornadas en X6026. Tíldes y depósitos gomosos presentes, escasos. Fibras septadas, de paredes medianas, longitud de (420-) 648-780 (-1100) µm, con punteaduras aparentemente simples o con areola reducida. Parénquima apotraqueal difuso (X6026), paratraqueal escaso, vasicéntrico delgado, en series de 2-4 células. Radios homocelulares de células procumbentes o cuadradas (X6026), 3-6 por mm lineal, 1-7 células de ancho, de dos tamaños, altos de (1020-) 2028-2356 (-5020) µm y bajos de (180-) 525-598 (-950) µm. Parénquima axial disyuntivo presente. Estructura estratificada en el parénquima axial y elementos vasculares (X6026). Se observa la penetración de 8 zonas o rayos de floema hacia áreas xilemáticas que se presentan más como prolongaciones de floema que como floema incluso, estas áreas están delimitadas por radios anchos. En sección transversal se observan 8 pares de radios anchos, de los cuales 4 parten desde la médula y se extienden hasta la zona cambial, formando una estructura similar a una cruz, no se observa continuidad de los anillos de crecimiento en el área interna delimitada por radios anchos.

Pithecoctenium crucigerum (L.) A.H.Gentry ([Fig. 5](#))

Bignonia crucigera L., *Bignonia echinata* Jacq., *Bignonia hexagona* DC., *Bignonia muricata* Mçc. ex DC., *Bignonia muricata* Sessé & Mçc., *Bignonia phaseoloides* Cham., *Bignonia squalus* Vell., *Bignonia tiliifolia* Kunth, *Pithecoctenium aubletii* Splitg., *Pithecoctenium cordifolium* Mart., *Pithecoctenium echinatum* (Jacq.) Baill., *Pithecoctenium echinatum* (Jacq.) K.Schum., *Pithecoctenium glaucum* Rusby, *Pithecoctenium hexagonum* DC., *Pithecoctenium lundii* DC., *Pithecoctenium muricatum* Mçc. ex DC., *Pithecoctenium*

phaseoloides(Cham.) Schenck, *Pithecoctenium squalus* (Vell.) DC., *Pithecoctenium tribrachiatum* Loes.

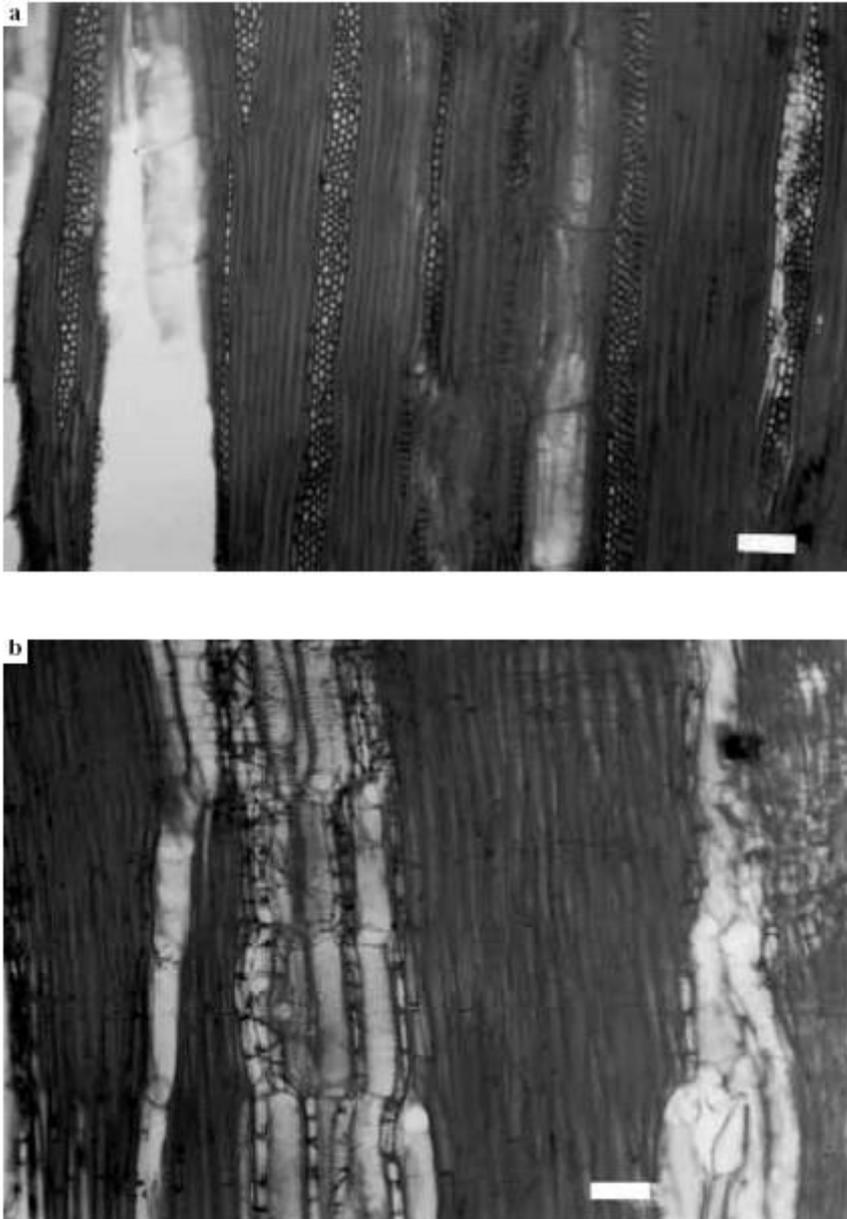


Fig. 5. *Pithecoctenium crucigerum*. **a.** Sección tangencial: radios de 1-4 células de ancho. Estructura estratificada presente en las fibras. Escala = 100 μm . **b.** Sección radial: estructura estratificada en los elementos vasculares. Escala = 100 μm .

Madera de color marrón muy pálido (10YR 7/3, 10YR 7/4), sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor ausentes. Lustre bajo a mediano. Grano recto. Textura mediana a gruesa. Moderadamente dura y pesada.

Anillos de crecimiento definidos por porosidad semicircular, bandas de parénquima marginal (cerca del cambium vascular) y reducción del diámetro radial de las paredes de las fibras (adyacencias de la médula). Porosidad semicircular (cerca del cambium vascular) y difusa (adyacencias de la médula). Poros sin patrón de disposición definido, grandes solitarios y pequeños múltiples radiales cortos y largos (-5), arracimados, 385-582 poros por mm^2 , de dos clases de tamaños, diámetro

tangencial de (130-) 258-287 (-410) μm en los grandes y de (20-) 55-64 (-105) μm en los pequeños. Longitud de elementos vasculares de (160-) 211-217 (-260) μm . Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, medianas a grandes, diámetro tangencial de 7,50-11,25 μm . Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares. Fibras septadas (X6064) y no septadas (X6018), paredes medianas, longitud de (540-) 628-676 (-810) μm , punteaduras claramente areoladas, comunes tanto en paredes radiales como en paredes tangenciales. Parénquima paratraqueal escaso, vasicéntrico delgado y en bandas marginales, en series de 2-6 células. Radios homocelulares de células procumbentes y heterocelulares con una ruta de células marginales, 3-5 por mm lineal, 1-8 células de ancho, de dos tamaños, altos de (1030-) 1857-2046 (-5550) y bajos de (150-) 522-527 (-870) μm . Células perforadas de los radios presentes. Estructura estratificada en elementos vasculares, fibras y parénquima axial. Se observa la penetración de 4 a 6 zonas o rayos de floema hacia áreas xilemáticas que se presentan más como prolongaciones de floema que como floema incluso. En sección transversal se observan de 4 a 6 pares de radios anchos, de los cuales 4 pares parten desde la médula y se extienden hasta la zona cambial formando una estructura similar a una cruz; el área xilemática presente entre cada par de radios anchos muestra diferencias en cuanto a disposición, contenido, tamaño y densidad de los poros, además no se observa continuidad de los anillos de crecimiento en el área interna de la cruz.

Xylophragma seemannianum (Kuntze) Sandwith ([Fig. 6](#))

Adenocalymma cocleense Pittier, *Distictis rovirosana* Donn.Sm., *Saldanhaea seemanniana* Kuntze, *Tabebuia floccosa* (Klotzsch ex Bureau & K.Schum.) Sprague & Sandwith, *Tecoma floccosa* Klotzsch ex Bureau & K.Schum.

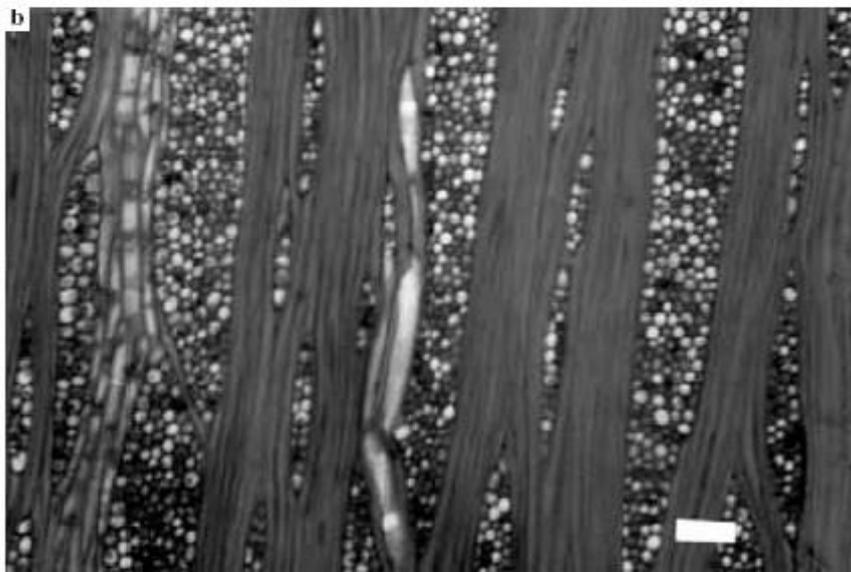
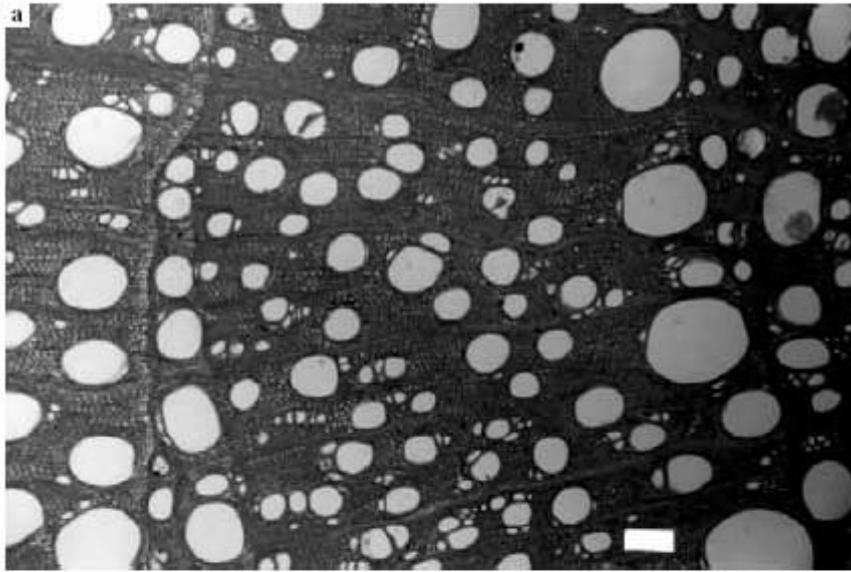


Fig. 6. *Xylophragma seemannianum*. **a.** Sección transversal: anillos de crecimiento definidos por porosidad semicircular. Escala = 200 μm . **b.** Sección tangencial: radios de dos tamaños. Células radiales perforadas. Estructura estratificada en el parénquima axial. Escala = 100 μm .

Madera de color marrón muy pálido (10YR 7/3) a rosado (7.5YR 7/4), sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor ausentes. Lustre bajo. Grano recto a inclinado. Textura mediana a gruesa. Moderadamente dura y pesada.

Anillos de crecimiento definidos por bandas de parénquima marginal y porosidad semicircular. Porosidad semicircular y difusa (X6015). Poros sin patrón de disposición definido, solitarios, múltiples radiales cortos y largos (-9), arracimados, 138-220 poros por mm^2 , de dos clases de tamaños, diámetro tangencial de (120-) 156-188 (-255) μm en los grandes y de (20-) 51-61 (-90) μm en los pequeños. Longitud de elementos de los vasos de (160-) 278-281 (-350) μm . Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, medianas, diámetro tangencial de 7,5-10 μm . Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares. Punteaduras ornadas presentes (X6065). Tíldes y

depósitos diferentes a gomas y tálides (X6065). Fibras septadas (X6065) y no septadas, paredes medianas a gruesas, longitud de (780-) 886-1111 (-1280) μm , punteaduras aparentemente simples o con areola reducida. Parénquima paratraqueal vasicéntrico, aliforme de ala ancha, confluyente, unilateral (X6015) y en bandas marginales, en series de 2-4 células. Radios homocelulares de células procumbentes y heterocelulares con 1 (-4) rutas de células marginales, 4-8 radios por mm lineal, 1-4 células de ancho, de dos tamaños, altos de (540-) 728-810 (-1640) μm y bajos de (180-) 292-311 (-495) μm . Radios agregados (X6065). Células perforadas de los radios presentes. Estructura irregularmente estratificada en el parénquima axial y en los elementos vasculares (X6015). Cristales aciculares, alargados y fusiformes en la zona medular (X6015). Se observa la penetración de 4 zonas o rayos de floema hacia áreas xilemáticas que se presentan más como prolongaciones de floema que como floema incluso, estas áreas se unen con las zonas xilemáticas en forma de cruz delimitadas por radios anchos. En sección transversal se observan 4 pares de radios anchos los cuales parten desde la médula y se extienden hasta la zona cambial formando una estructura similar a una cruz; el área xilemática presente entre cada par de radios anchos muestra diferencias en cuanto a disposición, contenido, tamaño y densidad de los poros, además no se observa continuidad de los anillos de crecimiento en el área interna de la cruz. Dentro de estas zonas los anillos de crecimiento están definidos por bandas de parénquima marginal.

Clave de identificación para once especies de lianas de la familia Bignoniaceae en la Reserva Forestal Caparo

- 1a. Radios de dos tamaños presentes 2
- 1b. Radios de dos tamaños ausentes 9
- 2a. Porosidad semicircular hacia las cercanías del cambium vascular y difusa en las adyacencias de la médula 3
- 2b. Porosidad exclusivamente difusa 7
- 3a. Fibras septadas presentes 4
- 3b. Fibras septadas ausentes 6
- 4a. Fibras con punteaduras aparentemente simples o con aréola reducida, tálides presentes 5
- 4b. Fibras con punteaduras claramente areoladas, tálides ausentes *Pithecoctenium crucigerum*
- 5a. Radios agregados presentes, punteaduras ornadas, radios heterocelulares con 1-4 rutas de células marginales *Xylophragma seemannianum*
- 5b. Radios agregados ausentes, punteaduras no ornadas, radios heterocelulares con una ruta de células marginales *Arrabidaea verrucosa*
- 6a. Células perforadas de los radios presentes, parénquima marginal presente, parénquima de células fusiformes ausente *Arrabidaea candicans*

- 6b. Células perforadas de los radios ausentes, parénquima marginal ausente, parénquima de células fusiformes presente
. *Anemopaegma chrysoleucum*
- 7a. Fibras septadas presentes, estructura estratificada presente, cristales ausentes
. 8
- 7b. Fibras septadas ausentes, estructura estratificada ausente, cristales presentes .
. *Ceratophytum tetragonolobum*
- 8a. Punteaduras ornadas presentes, parénquima apotraqueal presente, radios exclusivamente homocelulares de células procumbentes, células perforadas de los radios ausentes
. *Phryganocydia corymbosa*
- 8b. Punteaduras ornadas ausentes, parénquima apotraqueal ausente, radios exclusivamente heterocelulares, células perforadas de los radios presentes
. *Paragonia pyramidata*
- 9a. Células perforadas de los radios presentes, radios de 1-3 células de ancho, menores de 1 mm, fibras no septadas presentes 10
- 9b. Células perforadas de los radios ausentes, radios de 2-4 (-10) células de ancho, mayores de 1 mm, fibras no septadas ausentes
. *Cydistia aequinoctialis*
- 10a. Anillos de crecimiento distinguibles, canales intercelulares longitudinales presentes, parénquima de células fusiformes ausente
. *Macfadyena uncata*
- 10b. Anillos de crecimiento no distinguibles, canales intercelulares longitudinales ausentes, parénquima de células fusiformes presente
. *Macfadyena unguis-cati*

En relación con las características cuantitativas, se observó lo siguiente:

a. Diámetro y densidad de poros: es importante mencionar que en todas las especies se encontraron poros de dos clases de tamaño. La especie con mayor diámetro promedio de poros grandes fue *Pithecoctenium crucigerum*, y para poros pequeños fue *Arrabidaea candicans*. En cuanto a los menores valores encontramos a *Anemopaegma chrysoleucum* y *Macfadyena unguiscati* con los promedios más bajos de poros grandes y poros pequeños, respectivamente. Al tomar en consideración las categorías establecidas por IAWA Committee (1989) y sobre la base de sólo el tamaño promedio de los poros grandes, todas las especies se ubican en la categoría III (100-200 μm). En cuanto a la densidad de vasos y tomando en cuenta lo indicado por IAWA Committee (1989), todas las especies se ubican en la categoría IV (> 100 poros por mm^2).

b. Longitud de elementos de los vasos: considerando los promedios de la longitud de elementos de los vasos y de acuerdo a IAWA Committee (1989), el 100% de las especies estudiadas poseen elementos vasculares cortos (< 350 μm).

c. Longitud de fibras: el valor promedio para la longitud de fibras osciló entre 647 μm y 1040 μm (*Macfadyena uncata* y *Arrabidaea verrucosa*, respectivamente). IAWA Committee (1989), establece tres categorías para la longitud de fibras: cortas (< 900 μm), medianas (900-1600 μm) y largas (>1600 μm); de acuerdo a los

valores obtenidos para la longitud promedio de las fibras, el 81,81 % de las especies se ubican en la categoría de fibras cortas, mientras que el resto se ubica en la categoría de fibras medianas.

d. Altura de radios: se notó un comportamiento similar a lo observado en el diámetro de poros en cuanto a la presencia de dos tamaños. En ocho especies (72,72%) se presentaron radios con dos tamaños y en el resto sólo un tamaño. De las ocho especies con radios de dos tamaños, seis exhibieron radios altos mayores de 1 mm, mientras que los radios bajos midieron entre 367 μm y 691 μm (*Arrabidaea candicans* y *Ceratophytum tetragonolobum*, respectivamente). Las especies *Arrabidaea verrucosa* y *Xylophragma seemannianum* presentaron radios de dos tamaños, los altos con valores entre 734-769 μm en la primera y los bajos entre 276-302 μm en la segunda. De las tres especies con un solo tamaño de radios, *Cydista aequinoctialis* presentó radios mayores de 1 mm, y *Macfadyena uncata* y *M. unguis-cati*, menores de 1mm.

DISCUSIÓN

Las especies estudiadas presentaron características comunes en los elementos de conducción: desarrollo de poros de dos tamaños, platinas de perforación simples y punteaduras intervasculares alternas; ésto coincide con lo reportado por Metcalfe & Chalk (1950, 1983), Carlquist (1991) y Gasson & Dobbins (1991). Estas características indican las tendencias de las lianas a desarrollar sistemas de conducción donde se combinen elementos que garanticen la eficiencia y la seguridad en el movimiento de líquidos. Los poros grandes tienen dimensiones que se adaptan a una conducción orientada hacia la eficiencia, mientras que los pequeños buscan garantizar aspectos relacionados con la seguridad de la conducción. Este último aspecto se ve reforzado por la presencia de poros múltiples de diferentes tipos, principalmente en los poros pequeños. El alto número de poros por unidad de superficie se debe principalmente a las dimensiones reducidas de los poros pequeños y al alto número de componentes de los grupos. Combinado con las características dimensionales de los poros se observa el desarrollo de platinas de perforación simples y punteaduras intervasculares alternas; estos tipos de aberturas son los más adecuados para la conducción a través de los vasos. Como sistema subsidiario de conducción no se observó el desarrollo de traqueidas, aún cuando Gasson & Dobbins (1991) señalan la presencia de traqueidas vasicéntricas en asociación con vasos estrechos en *Macfadyena unguis-cati*. En todas las especies se observaron depósitos en los poros, excepto en *Pithecoctenium crucigerum*. Además de la presencia de tílides y/o gomas, en algunos individuos de *Anemopaegna chrysoleucum*, *Arrabidaea candicans*, *A. verrucosa*, *Macfadyena uncata* y *Xylophragma seemannianum* se encontraron depósitos cuya apariencia no corresponde a tílides ni a gomas.

En cuanto a las fibras, Metcalfe & Chalk (1950) señalan que en las bignoniáceas trepadoras son típicamente septadas. En este trabajo se encontraron cuatro especies con fibras exclusivamente septadas, tres con fibras exclusivamente no septadas y cuatro con una combinación de fibras septadas y no septadas, coincidiendo con lo encontrado por Gasson & Dobbins (1991). A pesar de no haberse determinado la proporción ocupada por cada tipo de tejido xilemático, se observó que las fibras tienen menor espacio que el tejido de conducción y, en algunos casos, que el de almacenamiento, especialmente el tejido de almacenamiento transversal (radios). Esto difiere de lo observado en especies arbóreas y arbustivas donde, por lo general, más de la mitad del tejido leñoso corresponde a fibras.

La presencia de parénquima paratraqueal escaso y vasicéntrico delgado observada en este estudio también ha sido reportada por Metcalfe & Chalk (1950, 1983), Carlquist (1991) y Gasson & Dobbins (1991) en lianas de bignoniáceas.

Con respecto a los radios, las especies estudiadas pueden separarse en dos grupos: especies con radios de dos tamaños: *Anemopaegma chrysoleucum*, *Arrabidaea candicans*, *A. verrucosa*, *Ceratophytum tetragonolobum*, *Paragonia pyramidata*, *Phryganocydia corymbosa*, *Pithecoctenium crucigerum* y *Xylophragma seemannianum*; y especies con un solo tamaño de radios: *Cydista aequinoctialis*, *Macfadyena uncatay* M. *unguis-cati*. Gasson & Dobbins (1991), señalan la presencia de radios de dos tamaños en las especies *Cydista aequinoctialis*, *Macfadyena unguis-cati*, *Paragonia pyramidata*, *Pithecoctenium crucigerum* y *Phryganocydia corymbosa*; sin embargo, en las muestras observadas en el presente estudio se encontraron radios de un solo tamaño en *Cydista aequinoctialis* y *Macfadyena unguis-cati*.

Metcalfe & Chalk (1950) señalan que las bignoniáceas trepadoras poseen radios de 5-13 células de ancho. En el material estudiado se encuentran radios entre 1-12 células de ancho, coincidiendo esto con lo indicado por Gasson & Dobbins (1991), excepto en el caso de *Pithecoctenium crucigerum* donde reportan anchos hasta de 16 células. Los radios más anchos se observaron en *Arrabidaea candicans*, *Cydista aequinoctialis* y *Ceratophytum tetragonolobum*.

Gasson & Dobbins (1991) y Metcalfe & Chalk (1950) señalan que en las trepadoras pertenecientes a la familia Bignoniaceae siempre se presenta la combinación de radios homocelulares de células procumbentes y heterocelulares de 1-4 células de rutas de células marginales. En nueve de las especies estudiadas (81,81%) se observó esta combinación, mientras que *Phryganocydia corymbosa* presentó radios exclusivamente homocelulares de células procumbentes, y *Paragonia pyramidata* radios exclusivamente heterocelulares. Según Carlquist (1988) la presencia de grandes radios heterocelulares es una característica juvenil o pedomórfica. Tomando en cuenta que la mayoría de las lianas estudiadas en esta investigación tenían diámetros hasta de 5 cm, existe la posibilidad de que aun presenten ciertos caracteres juveniles y esto influya sobre la presencia de radios heterocelulares con más de una ruta de células marginales. Otra teoría indica que las lianas pueden desarrollar grandes radios ya que no requieren de gran cantidad de tejido de soporte y los radios grandes pueden ayudar en aspectos de flexibilidad y esfuerzo.

Una de las características que se manifestó en todas las especies estudiadas fue la presencia de variantes cambiales o estructura anómala. En Bignoniaceae este patrón es distinguible macroscópicamente, observándose en el corte transversal una cruz; en algunos géneros el número de rayos o zonas de floema aumenta, llegando a presentarse hasta más de 15 rayos en una sección transversal. Según Gasson & Dobbins (1991) y Gentry (1977, 1980), todas las especies de la tribu Bignonieae presentan variante cambial en forma de rayos o cuñas de floema, con cuatro cuñas en *Arrabidaea* y *Pithecoctenium*; ocho o más cuñas en *Cydista*, *Macfadyena*, *Paragonia* y *Phryganocydia*.

AGRADECIMIENTOS

A la Organización Internacional de Maderas Tropicales (OIMT) por el financiamiento para la realización de este trabajo. Al personal de la Estación Cachicamo en la Reserva Forestal de Caparo, especialmente al baquiano Chucho, por su valiosa colaboración en las actividades de campo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Araque, O., N. Espinoza & W. León. 2000. Estudio anatómico del leño de seis especies de lianas. *Revista Forest. Venez.* 44(2): 39-48.
2. Bamber, R. & B. ter Welle. 1994. Adaptative trends in the wood anatomy of lianas. In: *Growth patterns in vascular plants* (Iqbal, M., ed.). Dioscorides Press, Portland, Oregon.
3. Carlquist, S. 1988. *Comparative wood anatomy*. Springer Series in Wood Science. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.
4. Carlquist, S. 1991. Anatomy of vine and liana stems: A review and synthesis. In: *The biology of vines* (Putz, F. & H. Mooney, eds.), pp. 53-71. Cambridge University Press, Cambridge.
5. Chalk, L. & M. Chattaway. 1937. Identification of woods with included phloem. *Trop. Woods* 50: 1-31.
6. 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.
7. Dobbins, D. 1969. Studies on the anomalous cambial activity in the Bignoniaceae. I. Development of the vascular pattern. *Canad. J. Bot.* 47: 2101-2106.
8. Dobbins, D. 1971. Studies on the anomalous cambial activity in the Bignoniaceae. II. A case of differential production of vascular tissues. *Amer. J. Bot.* 58: 697-705.
9. Dobbins, D. & J. Fisher. 1986. Wound responses in girdled stems of lianas. *Bot. Gaz.* 147(3): 278-289.
10. Dos Santos, G. 1996. Systematic wood anatomy of lianas in Bignoniaceae. *Amer. J. Bot.* 83: 152 (Abstract).
11. Dos Santos, G. & R. Miller. 1992. Wood anatomy of Tecomeae. In: *Fl. Neotrop.* 25. Bignoniaceae Part 2 (Tribu Tecomeae) (Gentry, A., ed.), pp. 336-358. The New York Botanical Garden.
12. Ewers, F., J. Fisher & S. Chiu. 1990. A survey of vessel dimensions in stems of tropical lianas and other growth forms. *Oecologia* 84: 544-552.
13. Ewers, F., M. Carlton, J. Fisher, K. Kolb & M. Tyre. 1997. Vessel diameters in roots versus stems of tropical lianas and other growth forms. *IAWA J.* 18: 261-279.
14. Fisher, J. & F. Ewers. 1991. Structural responses to stem injury in vines. In: *The biology of vines* (Putz, F.E. & N.M. Holbrook, eds.), pp. 99-124. Cambridge University Press, Cambridge.
15. Franklin, G. 1937. Permanent preparations of macerated wood fibres. *Trop. Woods* 49: 21-22.

16. Gasson, P. & D. Dobbins. 1991. Wood anatomy of the Bignoniaceae with comparison of trees and lianes. *IAWA Bull. n.s.* 12(4): 389-417.
17. Gentry, A. 1977. Bignoniaceae. In: *Flora del Ecuador* (Harling, G. & B. Sparre, eds.) 7: 3-137.
18. Gentry, A. 1980. Bignoniaceae. Part I. (Crescentiatae and Tourrettiae). *Fl. Neotrop. Monogr.* 25(1): 1-130.
19. Gentry, A. 1991. The distribution and evolution of climbing plants. In: *The biology of vines* (Putz, F. & H. Mooney, eds.), pp. 3-49. Cambridge University Press, Cambridge.
20. Hess, R. 1936. Occurrence of raphides in wood. *Trop. Woods* 46: 22-31.
21. IAWA Committee. 1989. IAWA List of microscopic features for hardwood identification. *IAWA Bull. n.s.* 10: 219-332.
22. Lev-Yadun, S. 1999. Eccentric deposition of secondary xylem in stems of the climber *Ephedra campylopoda* (Gnetales). *IAWA J.* 20: 165-170.
23. MBG. 2004. Missouri Botanical Garden. W3 Tropicos. <http://robot.mobot.org/W3T/Search/vast.html> (consultado marzo 2005).
24. Mennega, A. 1997. Wood anatomy of Hippocrateoideae (Celastraceae). *IAWA J.* 18: 331-368.
25. Metcalfe, C. & L. Chalk. 1950. *Anatomy of dicotyledons*. Vol. I. Clarendon Press, Oxford, England.
26. Metcalfe, C. & L. Chalk. 1983. *Anatomy of dicotyledons*. Vol. II. Clarendon Press, London, England.
27. Munsell Soil Color Charts. 2000. MacBenth Division of Kollmorgan Corporation, Baltimore.
28. Record, S. 1938a. The american woods of the order Celastrales, Olacales and Santalales. *Trop. Woods* 53: 11-53.
29. Record, S. 1938b. Woods of the family Loganiaceae. *Trop. Woods* 56: 9-13.
30. Record, S. & R. Hess. 1949. *Timbers of the new world*. Yale University Press, New Haven.
31. Watson, L. & M. Dallwitz. 2000. The families of flowering plants: descriptions, illustrations, identification, and information retrieval. <http://biodiversity.uno.edu/delta/> (consultada abril 2005)
32. Wheeler, E. 1986. Vessels per square millimetre or vessel groups per square millimeter. *IAWA Bull. n.s.* 7: 73-74.