

ANATOMÍA DE LA MADERA E IDENTIFICACIÓN DE 11 ESPECIES DE POLYGONACEAE EN VENEZUELA

Wood anatomy and identification of 11 species of Polygonaceae in Venezuela

Williams J. León H.

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

Resumen

Se presenta el estudio anatómico de la madera de once especies de la familia Polygonaceae que crecen en Venezuela. Las especies estudiadas son *Coccoloba acuminata*, *C. caracasana*, *C. excelsa*, *C. fallax*, *C. marginata*, *C. padiformis*, *C. uvifera*, *Ruprechtia ramiflora*, *Triplaris caracasana*, *T. felipensis* y *T. weigeltiana*. La estructura anatómica de la madera muestra cierto grado de homogeneidad; sin embargo caracteres como ornamentos en punteaduras intervasculares, tipo de punteaduras radiovasculares, ancho de radios, composición de radios y la presencia de inclusiones minerales presentan un suficiente grado de variación como para ser considerados elementos de diferenciación entre las especies estudiadas. En el caso de las especies de *Triplaris*; no es posible diferenciarlas entre sí con base en la anatomía de la madera. La presencia de inclusiones minerales (cristales o sílice) fue común en todas las especies, excepto en *C. uvifera*. Se presenta una clave para la separación de las once especies estudiadas. Éstas podrían ser las primeras descripciones completas de anatomía de la madera para las siguientes especies: *Coccoloba excelsa*, *C. fallax*, *C. marginata*, *C. padiformis*, *Ruprechtia ramiflora*, *Triplaris caracasana* y *T. felipensis*.

Palabras clave: xilema secundario, anatomía de la madera, Polygonaceae, cristales en la madera.

Abstract

Wood anatomy of eleven species from Polygonaceae family that grow in Venezuela is presented. The studied species are *Coccoloba acuminata*, *C. caracasana*, *C. excelsa*, *C. fallax*, *C. marginata*, *C. padiformis*, *C. uvifera*, *Ruprechtia ramiflora*, *Triplaris caracasana*, *T. felipensis* and *T. weigeltiana*. The anatomical structure of the wood shows certain degree of homogeneity; nevertheless characters like vestures pits, radio-vessels pits, width and composition rays, and mineral inclusions present a sufficient degree of variation as to be considered like elements of differentiation between the studied species. For *Triplaris* species it is not possible to differentiate them with base to the wood anatomy. Mineral substances were common in all species studied, except in *C. uvifera*. Also, a dichotomous key for identification of species studied is presented. This could be the first wood anatomical descriptions for the following species: *Coccoloba excelsa*, *C. fallax*, *C. marginata*, *C. padiformis*, *Ruprechtia ramiflora*, *Triplaris caracasana* and *T. felipensis*.

Key words: secondary xylem, wood anatomy, Polygonaceae, crystals in wood.

Introducción

La familia Polygonaceae se encuentra constituida por 45 géneros y aproximadamente 800 especies que incluyen hierbas (principalmente), árboles, arbustos y lianas (Watson & Dallwitz 2008). En Venezuela se han reportado 68 especies, pertenecientes a siete géneros nativos y uno introducido; cerca del 50 % de las especies pertenecen al género *Coccoloba*. Del total de especies reportadas, siete son endémicas (*Coccoloba llewelynii*, *C. yaracuyensis*, *C. zuliana*, *Ruprechtia apurensis*, *R. coriacea*, *R. howardiana*, *Triplaris caracasana*) (Hokche *et al.* 2008). Algunas de las especies pertenecientes a esta familia han sido utilizadas como árboles ornamentales. Desde el punto de vista de estructura de la madera, para la familia Polygonaceae existe información a nivel de familia (Record & Hess 1949; Metcalfe & Chalk 1950) y de algunas de sus especies como *Calligonum comosum* (Fahn *et al.* 1986), *C. mongolicum* (Yang 2006), *Coccoloba barbadensis* (De la Paz Pérez *et al.* 1980), *C. cozumelensis* (Rebollar & Quintana 2000), *C. diversifolia* (Carreras & Dechamps 1995), *C. hondurensis* (Barajas *et al.* 1997), *C. liebmanii* (Barajas & León 1989), *C. mollis* (Détienne *et al.* 1982), *C. spicata* (Rebollar & Quintana 2000), *C. uvifera* (Carreras & Dechamps 1995), *Ruprechtia fusca* (Barajas & León 1989), *R. polystachya* (Tortorelli 1956), *Symmeria paniculata* (Détienne & Jacquet 1983), *Triplaris americana* (Kribs 1968), *T. guayaquilensis* (JUNAC 1981), *T. surinamensis* (Pérez 1969; Détienne *et al.* 1982). Adicionalmente, se han presentado datos cuantitativos de algunas características anatómicas para *Calligo-*

num comosum (Baas *et al.* 1983), *Coccoloba barbadensis*, *C. liebmanii* (Barajas 1985), *Eriogonum fasciculatum* y *E. giganteum* (Carlquist & Hoekman 1985); así como las características de los elementos de conducción para *Ruprechtia apetala* y *R. laxiflora* (Moglia & Giménez 1998). Tal vez el único estudio en donde se toma en cuenta un amplio número de especies es el presentado por Carlquist (2003) donde se incluyen descripciones para 32 especies distribuidas entre los siguientes géneros: *Antigonon* (1), *Atraphaxis* (1), *Bilderdykia* (1), *Calligonum* (2), *Coccoloba* (7), *Dedeckera* (1), *Eriogonum* (6), *Gymnopodium* (1), *Harfordia* (1), *Muehlenbeckii* (1), *Neomillspaughia* (1), *Polygonum* (1), *Rumex* (2), *Ruprechtia* (1), *Symmeria* (1) y *Triplaris* (4). Sobre la presencia de inclusiones minerales en la madera, Welle (1976), menciona la presencia de sílice en las células parenquimáticas radiales en 13 especies de la familia Polygonaceae pertenecientes a los géneros *Neomillspaughia*, *Ruprechtia*, *Symmeria* y *Triplaris*; y Espinoza de P. (1987), quien indica que en *Coccoloba excelsa* y *Triplaris surinamensis* se presentan cristales prismáticos en el parénquima axial mientras que en *Ruprechtia hamannii* éstos se encuentran en las fibras; este autor también menciona la presencia de sílice en los radios de *R. laxiflora*, *R. marowijnensis*, *R. ramiflora*, *Symmeria paniculata*, *Triplaris boliviana*, *T. caracasana*, *T. cuminghiana*, *T. guayaquilensis*, *T. melaenodendron*, *T. pavonii*, *T. punctata* y *T. surinamensis*. Castro (2001) reporta la presencia de cristales en las fibras de *Triplaris surinamensis*. Con respecto a la anatomía xilemática de especies que crecen

en Venezuela, es poca la información que existe, a pesar de que algunas son endémicas de este país, por lo que el objetivo del presente trabajo es realizar la descripción anatómica de la madera de once especies, pertenecientes a los géneros *Coccoloba*, *Ruprechtia* y *Triplaris*, de la familia Polygonaceae presentes en Venezuela y elaborar una clave para su identificación.

Materiales y Métodos

El material de estudio corresponde a muestras de madera de once especies de la familia Polygonaceae colectadas en diferentes regiones de Venezuela (Cuadro 1). Se incluyen especies de porte arbóreo, arbustivo y lianas. El número de individuos por especie varió entre uno y seis. Las muestras de madera y su respectivo voucher se encuentran en el Laboratorio de Anatomía de Maderas (Xiloteca MERw) y en el Herbario MER, respectivamente, de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad de Los Andes (Mérida, Venezuela). La preparación del material histológico se realizó sobre cubos de madera de 1,5 cm³ los cuales se ablandaron en agua caliente (4-8 horas) para realizar cortes de secciones (transversal, radial y tangencial) de 20-30 µm de espesor utilizando un microtomo de deslizamiento. El proceso de tinción se realizó sumergiendo las secciones en una mezcla de alcohol al 50 % con safranina durante 12 horas. Finalmente se hizo la deshidratación con baños sucesivos de alcohol (70 %, 75 % 95 %) y aclaración en xilol. Para el montaje se utilizó resina sintética. La descripción de características

generales y físicas (color, olor, sabor, lustre, textura, grano, peso, dureza) se hizo utilizando los criterios indicados por Tortorelli (1956) y León (2002). Para la determinación de color se utilizó la tabla de colores de Munsell (Munsell Color Company 1990). La descripción anatómica se realizó de acuerdo a lo estipulado por IAWA Committee (1989), tomando en consideración todas las características y criterios allí indicados; así como también lo pautado en cuanto al número y procedimiento de mediciones en el caso de características cuantitativas. Para la determinación de la longitud de fibras y de elementos de los vasos se preparó tejido macerado sumergiendo astillas de madera en una solución de ácido acético y peróxido de hidrógeno (1:1) durante 12 horas en estufa (60 °C) para luego proceder a la individualización de elementos celulares mediante método de fricción. Para las características diámetro de vasos, longitud de elementos de los vasos, diámetro de punteaduras, longitud de fibras y altura de radios se hizo un análisis de varianza y prueba de medias (Tukey, $\alpha = 0,05$), utilizando el paquete estadístico SPSS® 13.0 bajo Windows, para conocer si existen diferencias estadísticamente significativas entre las especies estudiadas y así determinar su grado de confiabilidad como carácter que pueda ser utilizado para la separación de especies. Finalmente, se elaboró una clave dicotómica de tipo paralela para la identificación de las once especies estudiadas.

Cuadro 1: Lista de especies estudiadas

Especie	Muestra Xiloteca	Muestra Herbario	Procedencia
<i>Coccoloba acuminata</i>	X4248 Breteler	B3451 Breteler	Barinas
<i>C. caracasana</i>	X6572 León		Barinas
	X6575 Gámez		Barinas
<i>C. excelsa</i>	X6429 Hernández	53709 Hernández	Bolívar
<i>C. fallax</i>	X2866 Williams	W11366	
	X4266 Breteler	B3801 Breteler	Bolívar
<i>C. marginata</i>	X6438 Hernández	53752 Hernández	Bolívar
<i>C. padiformis</i>	X6571 León		Barinas
	X6576 Gámez		Barinas
<i>C. uvifera</i>	X6530 Ruíz Terán	2848 Ruíz Terán	Sucre
<i>Ruprechtia ramiflora</i>	X88 Lamprecht	1096 Bernardi	Barinas
	X2685 Ruíz Terán	364 Ruíz Terán	Anzoátegui
	X2837	W12344	
	X3712	PE 78	Barinas
	X6068 Uzcátegui	236 Uzcátegui	Barinas
	X6573 León		Barinas
<i>Triplaris caracasana</i>	X1072 Ruíz Terán	411 Ruíz Terán	Falcón
	X4265 Breteler	B3653 Breteler	Barinas
	X3576 Rodríguez	1575 Rodríguez	Barinas
<i>T. felipensis</i>	X2998 Curran	2 Curran	Carabobo
<i>T. weigeltiana</i>	X2578 Marcano B.	378 Marcano B.	Bolívar
	X3916		Bolívar
	X5872 D. Sánchez	12 D. Sánchez	Barinas
	X6008		Bolívar

Resultados

Coccoloba acuminata Kunth (Figura 1)
Coccoloba acuminata var. *glabra* Lindau;
Coccoloba acuminata var. *pubescens* Lindau;
Coccoloba strobilulifera Meisn.;
Coccoloba strobilifera Meisn.
Madera de color rosado (5YR 8/3), sin transición entre albura y duramen. Olor

y sabor ausentes. Lustre mediano. Grano recto a inclinado. Textura fina. Dura y pesada.
Anillos de crecimiento definidos por reducción del diámetro radial de las fibras. Porosidad difusa. Vasos sin patrón definido de disposición, solitarios y múltiples radiales de 2-3 (-4). Placas de perforación

simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, diminutas. Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares. Fibras septadas, de paredes medianas, con punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima paratraqueal escaso, en series de (3-) 4 (-5) células. Radios homocelulares de células cuadradas o erectas, exclusivamente uniseriados. Cristales prismáticos presentes en las fibras.

Coccoloba caracasana Meisn. (Figura 2)
Coccoloba caracasana fo. *glabra* Lindau;
Coccoloba cyclophylla S.F. Blake
 Madera de blancuzco (10YR 8/2), sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor no distintivos. Lustre mediano. Grano recto a entrecruzado. Textura fina. Moderadamente dura y pesada.
 Anillos de crecimiento definidos por reducción de diámetro radial y engrosamiento de las paredes de las fibras. Porosidad difusa. Vasos sin patrón definido de disposición, solitarios y múltiples radiales de 2-3 (-5), arracimados. Placas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, pequeñas a medianas, ornadas. Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares combinadas con punteaduras radiovasculares de areola reducida o aparentemente simples y de forma redondeada o alargada. Depósitos de tílides presentes y escasos depósitos de goma. Fibras septadas, paredes delgadas a medianas, punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima paratraqueal escaso, vasicéntrico delgado, en series de (2-) 4-6 células. Radios predominantemente

homocelulares de células procumbentes combinado con algunos heterocelulares con una ruta de células marginales, 1-2 células de ancho, predominantemente biseriados. Cristales prismáticos presentes en las fibras, abundantes, un cristal por cámara.

Coccoloba excelsa Benth. (Figura 3)
Coccoloba bracteolosa Meisn.; *Coccoloba micropunctata* Eyma; *Coccoloba paraensis* Meisn.; *Coccoloba parimensis* Benth.
 Madera de color marrón rojizo claro (5YR 6/3), sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor no distintivos. Lustre mediano. Grano recto a entrecruzado. Textura fina. Moderadamente dura y pesada a dura y pesada.
 Anillos de crecimiento no definidos. Porosidad difusa. Vasos sin patrón definido de disposición, solitarios y múltiples radiales de 2-4 (-6). Placas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, pequeñas. Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares. Depósitos de goma presentes, escasos. Fibras septadas y no septadas, paredes medianas a gruesas, punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima paratraqueal escaso, en series. Radios homocelulares de células procumbentes y heterocelulares con una ruta de células marginales, 1-2 células de ancho, predominantemente biseriados. Cristales prismáticos presentes en la parénquima axial formando series parenquimáticas cristalíferas, un cristal por cámara; las células que incluyen cristales se presentan como idioblastos.

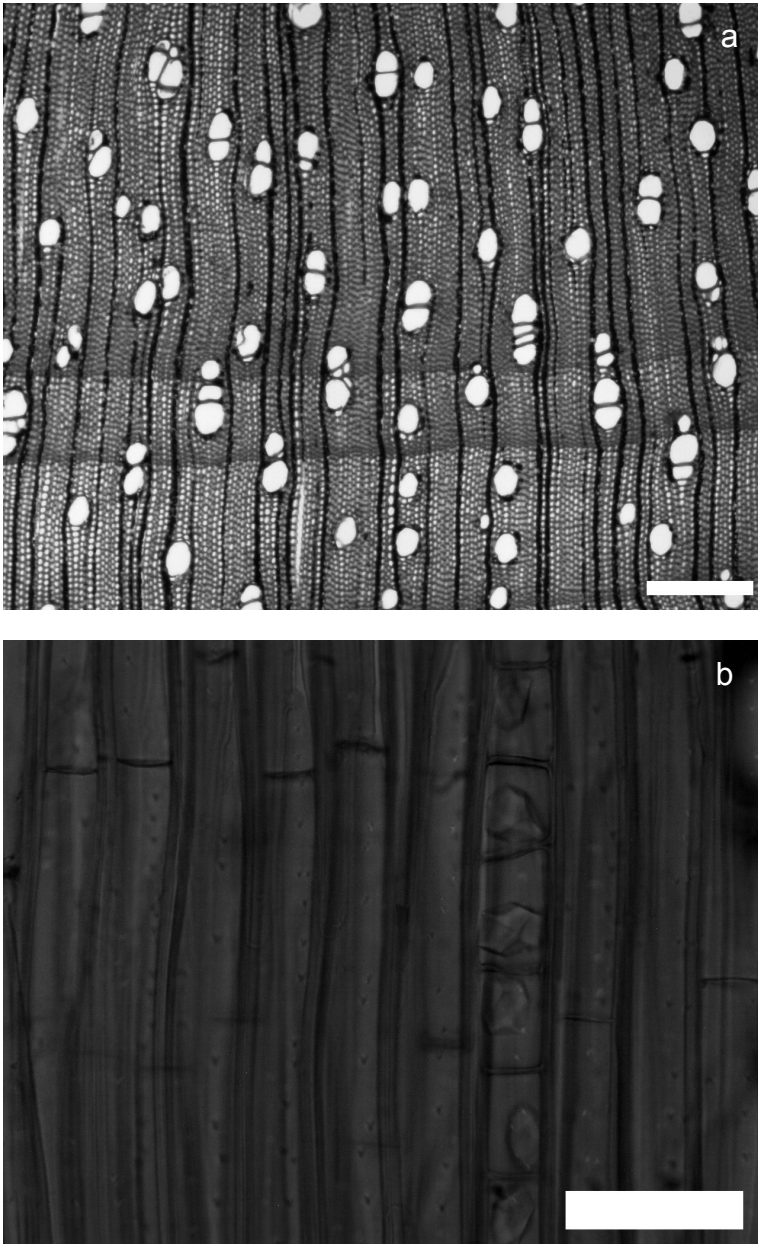


Figura 1: *Coccoloba acuminata*. (a)Anillos de crecimiento definidos; poros solitarios y múltiples radiales (Barra = 300 μ m) (b)Cristales prismáticos en las fibras (Barra = 50 μ m).

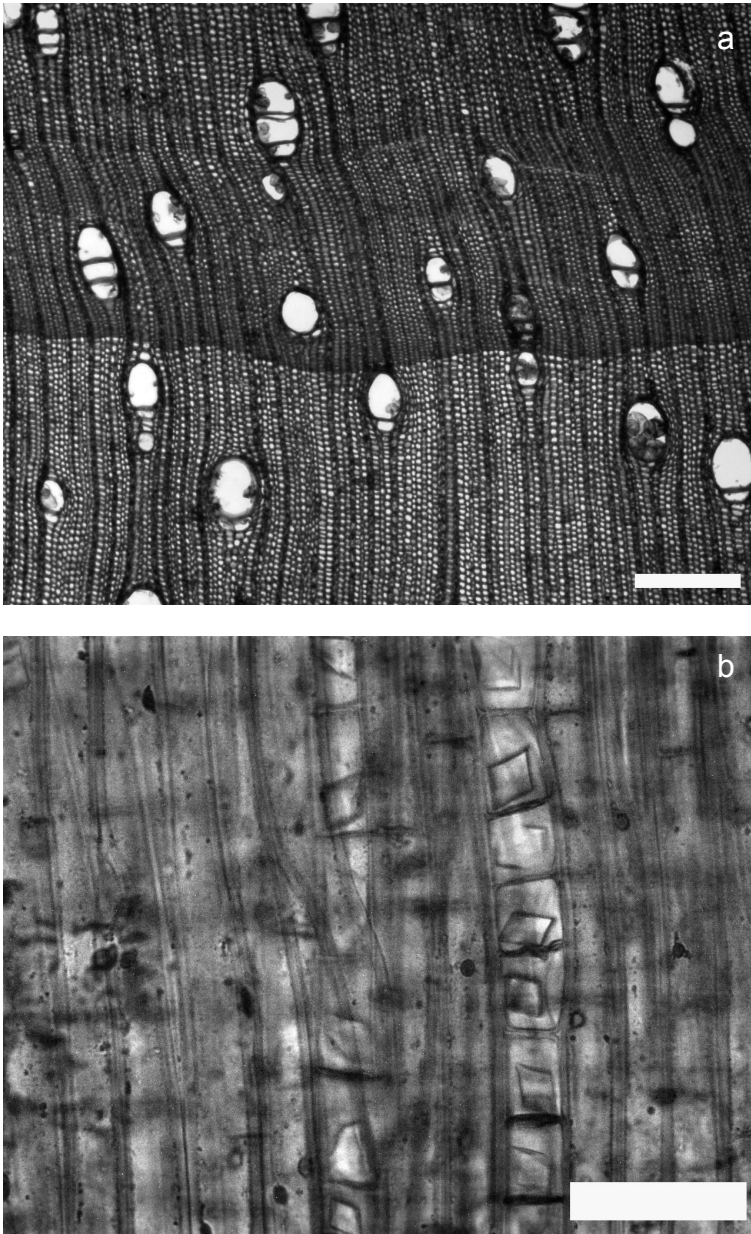


Figura 2: *Coccoloba caracasana*. (a)Anillos de crecimiento definidos; poros predominantemente en múltiples radiales cortos; con tñlides (Barra = 300 μm) (b)Cristales en las fibras (Barra = 50 μm).

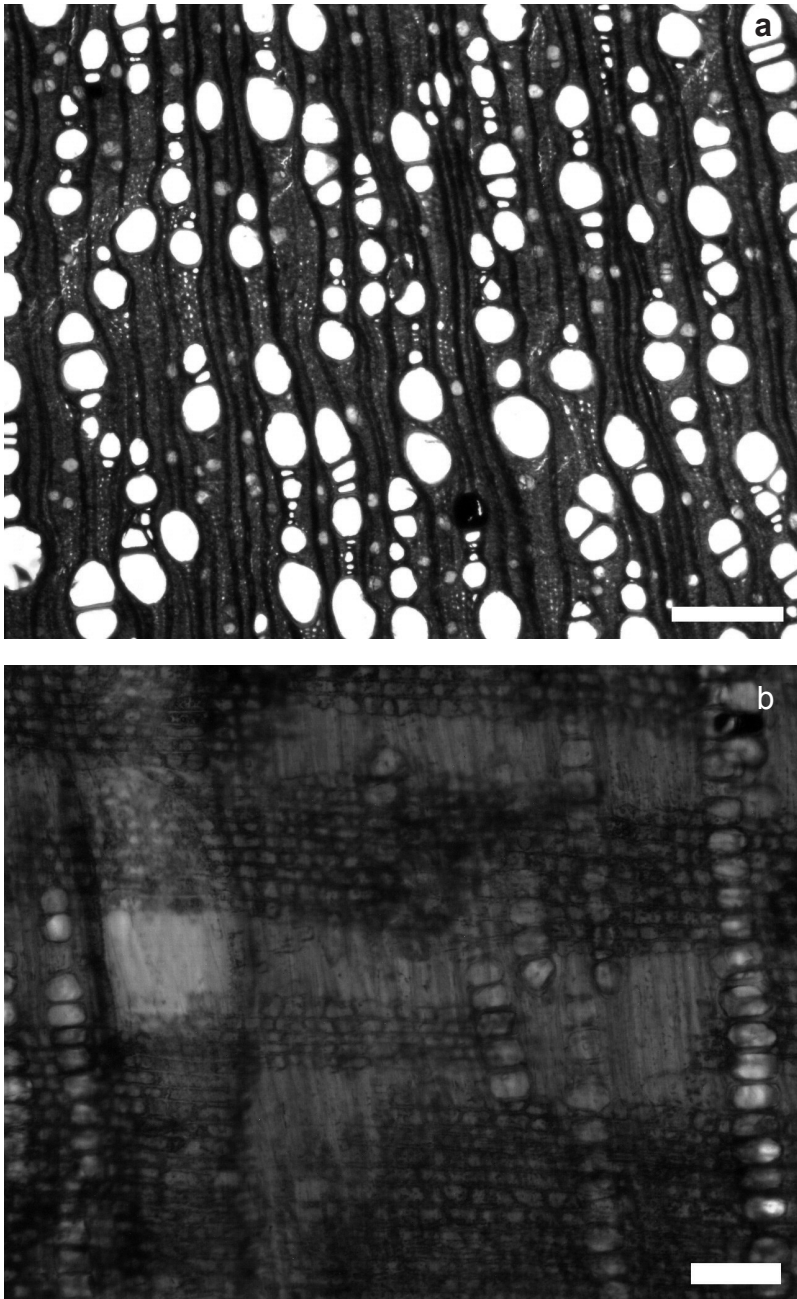


Figura 3: *Coccoleba excelsa*. (a) Poros predominantemente en múltiples radiales (Barra = 300 μ m) (b) Series parenquimáticas cristalíferas (Barra = 100 μ m).

Coccoloba fallax Lindau (Figura 4)

Coccoloba caurana Standl.

Madera de color rosado (5YR 8/3), sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor no distintivos. Lustre mediano. Grano recto a inclinado. Textura fina. Dura y pesada.

Anillos de crecimiento ligeramente definidos por reducción del diámetro radial de las fibras. Porosidad difusa. Vasos sin patrón definido de disposición, solitarios y múltiples radiales de 2-4 (-6), algunos arracimados. Placas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, pequeñas. Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares. Fibras septadas, paredes medianas a gruesas, punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima paratraqueal escaso, en series de 4-8 células. Radios homocelulares de células procumbentes, 1(-2) células de ancho. Cristales prismáticos presentes en las parénquima axial formando series parenquimáticas cristalíferas; las células que incluyen cristales se presentan como idioblastos.

Coccoloba marginata Benth. (Figura 5)

Coccoloba guianensis Meisn.; *Coccoloba trinitatis* Lindau

Madera de color rosado (5YR 7/4), sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor no distintivos. Lustre mediano. Grano entrecruzado. Textura fina. Moderadamente dura y pesada.

Anillos de crecimiento no definidos. Porosidad difusa. Vasos sin patrón definido de disposición, múltiples radiales de 2-7, pocos solitarios, a medida que se avanza

hacia las adyacencias de la zona cambial aumenta la proporción de múltiples radiales largos. Placas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, pequeñas. Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares. Depósitos de goma presentes, escasos. Fibras septadas y no septadas, paredes medianas a gruesas, punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima paratraqueal escaso, en series de 2-6 células. Radios homocelulares de células cuadradas o erectas y heterocelulares con más de cuatro rutas de células marginales, exclusivamente uniseriados. Cristales prismáticos presentes en el parénquima axial formando series parenquimáticas cristalíferas; las células que incluyen cristales se presentan como idioblastos.

Coccoloba padiformis Meisn. (Figura 6)

Coccoloba sphaerococca Lindau

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

Anillos de crecimiento definidos por reducción de diámetro radial de las fibras. Porosidad difusa. Vasos sin patrón definido de disposición, solitarios y múltiples radiales de 2-6. Placas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, algunas poligonales, pequeñas a medianas. Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares combinadas con punteaduras radiovasculares de areola reducida o aparentemente simples, de forma

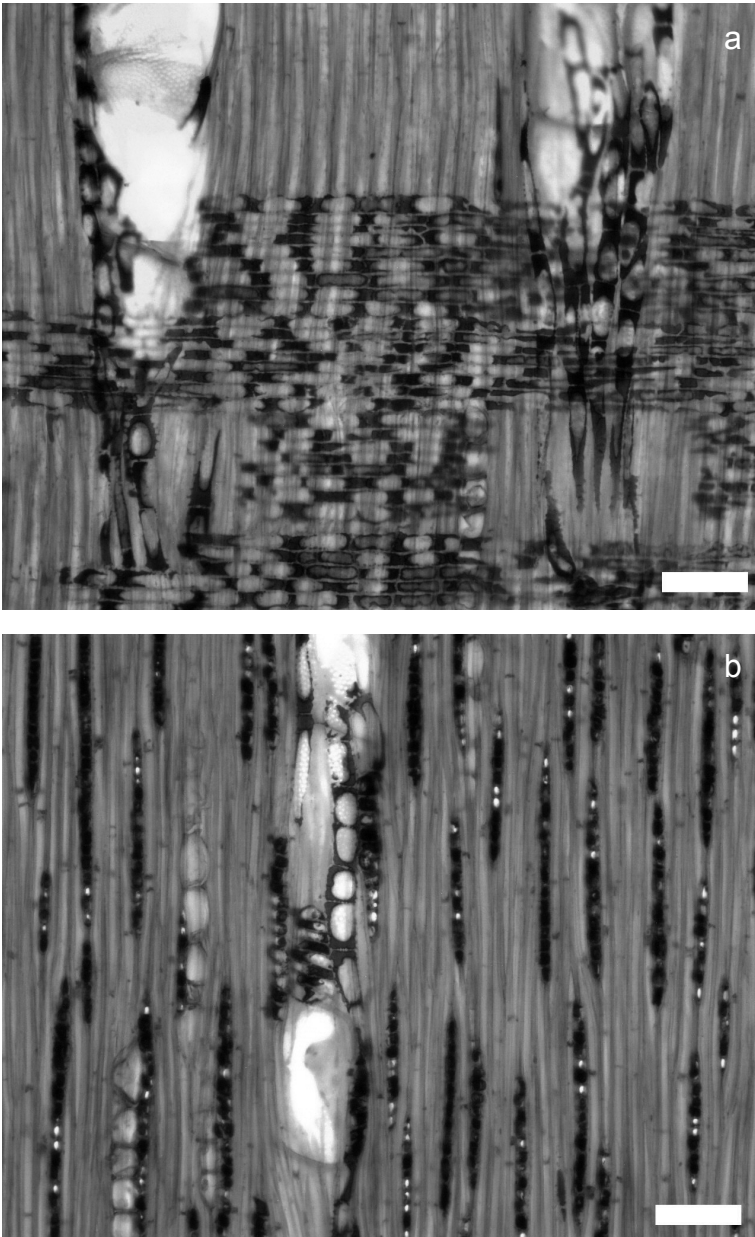


Figura 4: *Coccoloba fallax*. (a)Radios homocelulares de células procumbentes (Barra = 100 µm) (b)Radios con 1(-2) células de ancho; fibras septadas; series parenquimáticas cristalíferas (Barra = 100 µm).

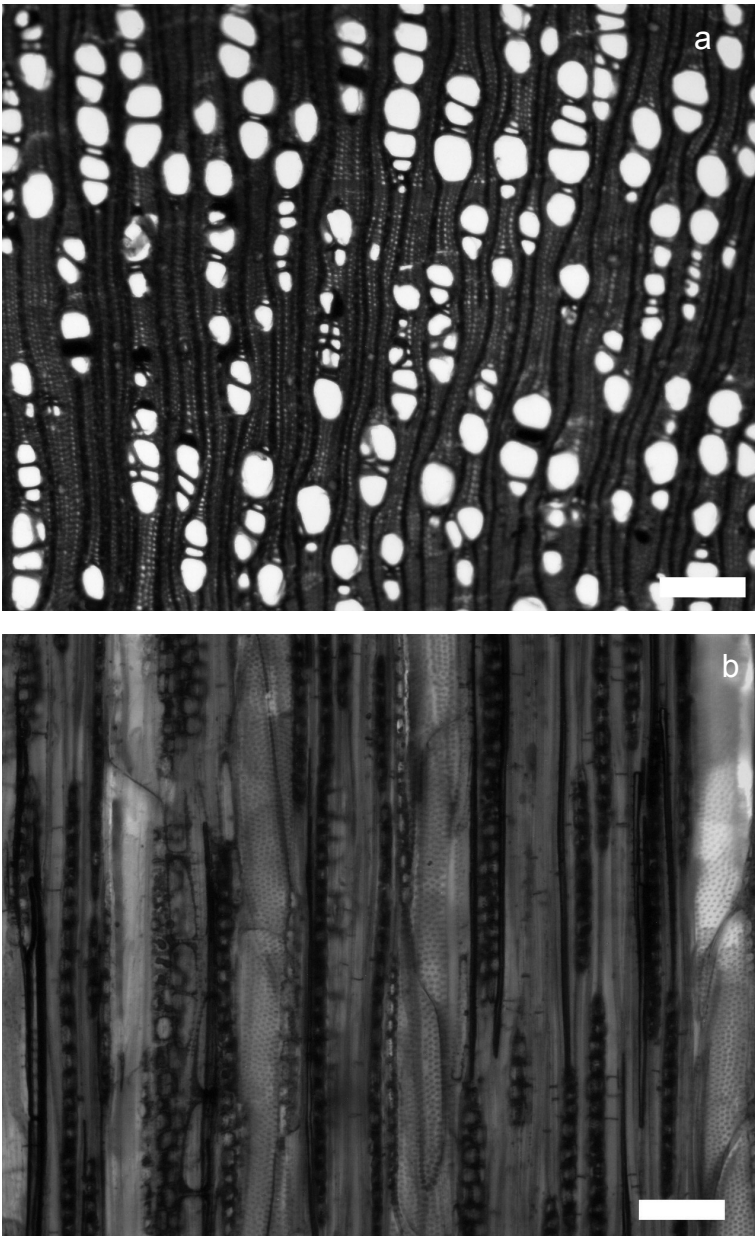


Figura 5: *Cocoloba marginata*. (a) Poros abundantes, predominantemente en múltiples radiales, con depósitos de goma (Barra = 300 μm) (b) Radios predominantemente uniseriados (Barra = 100 μm).

redondeada o alargada. Fibras septadas, paredes medianas a gruesas, punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima paratraqueal escaso, vasicéntrico delgado, en series de 4-8 células. Radios homocelulares de células procumbentes, 1-2 células de ancho, predominantemente biseriados. Cristales prismáticos presentes en el parénquima axial formando series parenquimáticas cristalíferas; las células que incluyen cristales se presentan como idioblastos.

Coccoloba uvifera (L.) L. (Figura 7)

Guaiabara uvifera (L.) House; *Polygonum uvifera* L.

Madera de color rojo claro (10R 5/4), sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor no distintivos. Lustre mediano. Grano entrecruzado. Textura fina. Dura y pesada.

Anillos de crecimiento no definidos. Porosidad difusa. Vasos sin patrón definido de disposición, solitarios y múltiples radiales de 2-3 (-4). Placas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, algunas poligonales, pequeñas a medianas, ornadas. Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares. Depósitos de goma presentes, escasos. Fibras septadas, paredes delgadas a medianas, punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima paratraqueal escaso, en series de 3-7 células. Radios homocelulares de células procumbentes, 1-2 células de ancho, predominantemente uniseriados.

Ruprechtia ramiflora (Jacq.) C.A. Mey. (Figura 8)

Enneatypus ramiflorus (Jacq.) Roberty & Vautier; *Magonia cumingii* (Meisn.) Kuntze; *Magonia ramiflora* (Jacq.) Kuntze; *Ruprechtia colorata* Donn. Sm.; *Ruprechtia coriacea* (H. Karst.) S. F. Blake; *Ruprechtia cumingii* Meisn.; *Ruprechtia hamanii* S.F. Blake; *Ruprechtia howardiana* Aymard & P.E. Berry; *Ruprechtia oxyphylla* S.F. Blake; *Triplaris coriacea* H. Karst.; *Triplaris ramiflora* Jacq.

Madera de color crema rosado (5YR 7/4; 5YR 8/4), sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor ausentes. Lustre mediano. Grano recto a entrecruzado. Textura fina. Dura y pesada.

Anillos de crecimiento definidos por reducción del diámetro radial de las fibras. Porosidad difusa. Vasos sin patrón definido de disposición, solitarios y múltiples radiales de 2-3 (-7), ocasionalmente arracimados. Placas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, pequeñas a medianas, ornadas. Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares y con areola reducida o aparentemente simples y de forma redondeada o alargada. Tíldes presente, poco. Fibras septadas, de paredes medianas a gruesas, (delgadas a medianas en X3712), con punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima paratraqueal escaso, vasicéntrico delgado, en series de (2-) 4-8 células. Radios homocelulares de células procumbentes, exclusiva a predominantemente uniseriados. Cristales prismáticos presentes en las fibras. Sílice en células parenquimáticas radiales, abundante.

Triplaris caracasana Cham. (Figura 9)

Triplaris caracasana var. *vargasii* Meisn.

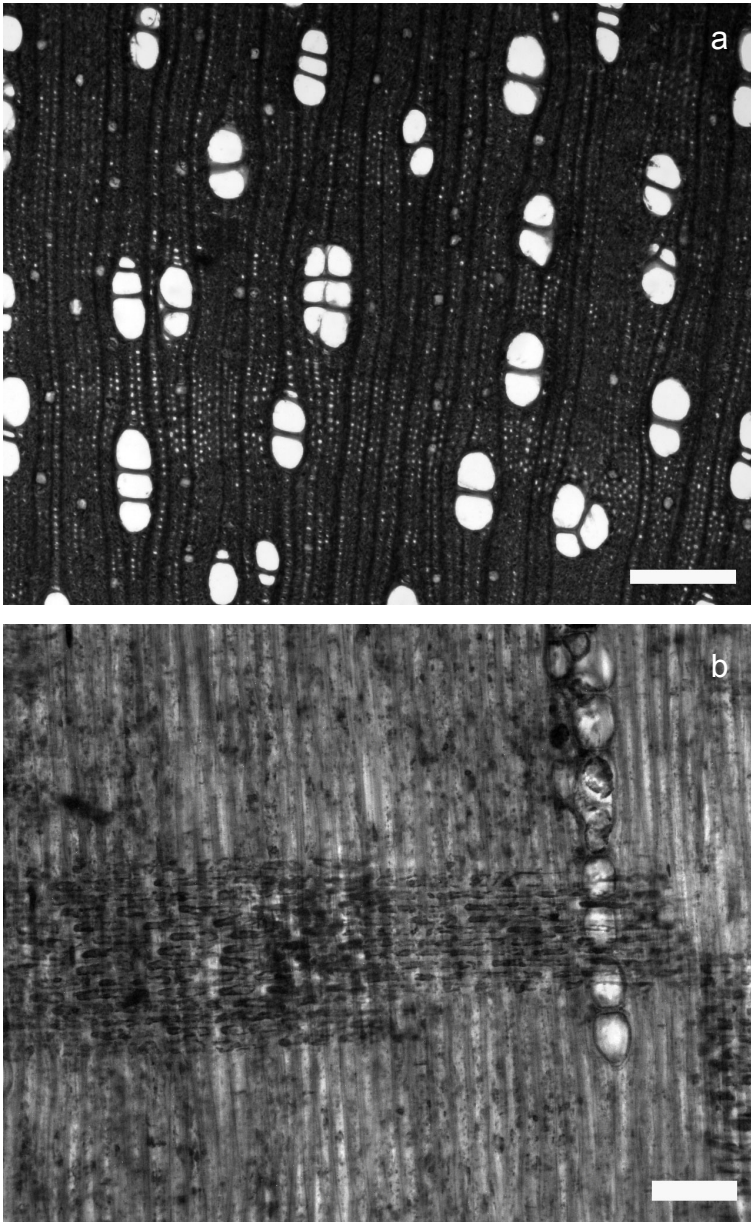


Figura 6: *Coccoloba padiformis*. (a) Poros abundantes, predominantemente en múltiples radiales cortos, células parenquimáticas con cristales (Barra = 300 μm) (b) Radios homocelulares de células procumbentes; series parenquimáticas cristalíferas en forma de idioblastos (Barra = 100 μm).



Figura 7: *Coccoleba uvifera*. Punteaduras ornadas (Barra = 50 μm).

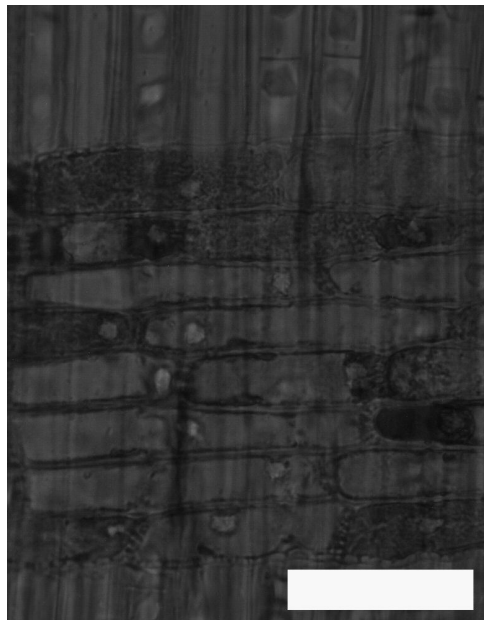


Figura 8: *Ruprechtia ramiflora*. Fibras con cristales; sílice en los radios (Barra = 50 μm).

Madera de color rosado (5YR 8/3), sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor ausentes. Lustre mediano. Grano recto a entrecruzado. Textura fina. Dura y pesada.

Anillos de crecimiento definidos por reducción del diámetro radial de las fibras. Porosidad difusa. Vasos sin patrón definido de disposición, solitarios y múltiples radiales de 2-4 (-6), ocasionalmente arracimados. Placas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, pequeñas a medianas, ornadas. Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares y con areola reducida o aparentemente simples y de forma redondeada o alargada. Tíldes presente. Fibras septadas, de paredes medianas a gruesas, con punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima paratraqueal escaso, vasicéntrico delgado, en series de (2-) 4-8 células. Radios homocelulares de células procumbentes, 1-3 células de ancho, predominantemente biseriados. Cristales prismáticos presentes en las fibras.

Triplaris felipensis Wedd. (Figura 10)

Madera de color rosado (5YR 8/3), sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor ausentes. Lustre mediano. Grano recto a inclinado. Textura fina. Moderadamente dura y pesada.

Anillos de crecimiento definidos por reducción del diámetro radial de las fibras. Porosidad difusa. Vasos sin patrón definido de disposición, solitarios y múltiples radiales de 2-3. Placas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, pequeñas, ornadas. Punteaduras radiovasculares con

areola reducida o aparentemente simples y de forma redondeada o alargada. Tíldes presente. Fibras septadas, de paredes delgadas a medianas, con punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima paratraqueal escaso, vasicéntrico delgado en series de células. Radios homocelulares de células procumbentes, (1-) 2 células de ancho. Cristales prismáticos presentes en las fibras.

Triplaris weigeltiana (Rchb.) Kuntze (Figura 11)

Blochmannia weigeltiana Rchb.; *Triplaris americana* Rottb.; *Triplaris americana* Aubl.; *Triplaris americana* Vahl; *Triplaris americana* L.; *Triplaris martiana* Fisco. & C.A. Mey. ex C.A. Mey.; *Triplaris martiana* var. *oblongifolia* Meisn.; *Triplaris siphonopetala* H. Gross; *Triplaris surinamensis* Cham.; *Triplaris surinamensis* var. *benthamiana* Meisn.; *Triplaris surinamensis* var. *chamissoana* Meisn.; *Triplaris surinamensis* var. *crassifolia* Benth.; *Triplaris vahliana* Fisch. & C.A. Mey. ex C.A. Mey.

Madera de color rosado (5YR 8/4, 5YR 7/4), sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor ausentes. Lustre mediano. Grano recto a inclinado. Textura fina. Moderadamente dura y pesada.

Anillos de crecimiento definidos por reducción del diámetro radial de las fibras. Porosidad difusa. Vasos sin patrón definido de disposición, solitarios y múltiples radiales de 2-3 (-5), ocasionalmente arracimados. Placas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, medianas, ornadas. Punteaduras radiovasculares con

areola reducida o aparentemente simples y de forma redondeada o alargada. Tílices presente, abundante. Fibras septadas, de paredes medianas, con punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima paratraqueal escaso, vasicéntrico delgado en series de (3-) 4-8 células. Radios homocelulares de células procumbentes, 1-3 células de ancho, predominantemente

biseriados. Cristales prismáticos presentes en las fibras, abundantes.

En los cuadros 2 y 3 se presentan los resultados correspondientes a las características cuantitativas y el análisis de varianza y prueba de diferencia de medias (Tukey; $\alpha = 0,05$).

Clave de identificación

- 1a. Cristales presentes en parénquima axial formando idioblastos 2
- b. Cristales ausentes en parénquima axial o, si presentes, sin formar idioblastos 5
- 2a. Radios exclusiva o predominantemente uniseriados 3
- b. Radios predominantemente biseriados 4
- 3a. Más de 40 poros por mm², radios exclusivamente homocelulares de células cuadradas o erectas, con altura promedio mayor de 0,5 mm *C. marginata*
- b. Menos de 25 poros por mm², radios exclusivamente homocelulares de células procumbentes, con altura promedio menor de 0,5 mm *C. fallax*
- 4a. Menos de 20 poros por mm², radios exclusivamente homocelulares de células procumbentes *C. padiformis*
- b. Más de 20 poros por mm², radios heterocelulares presentes *C. excelsa*
- 5a. Radios exclusiva a predominantemente uniseriados 6
- b. Radios predominantemente biseriados 8
- 6a. Sílice presente en los radios *Ruprechtia ramiflora*
- b. Sílice ausente 7
- 7a. Radios homocelulares de células cuadradas o erectas, punteaduras no ornadas *C. acuminata*
- b. Radios homocelulares de células procumbentes, punteaduras ornadas *C. uvifera*
- 8a. Depósitos de tílices y goma en los vasos, radios homocelulares de células procumbentes combinado con radios heterocelulares *C. caracasana*
- b. Depósitos exclusivamente de tílices en los vasos, radios exclusivamente homocelulares de células procumbentes *Triplaris* spp.

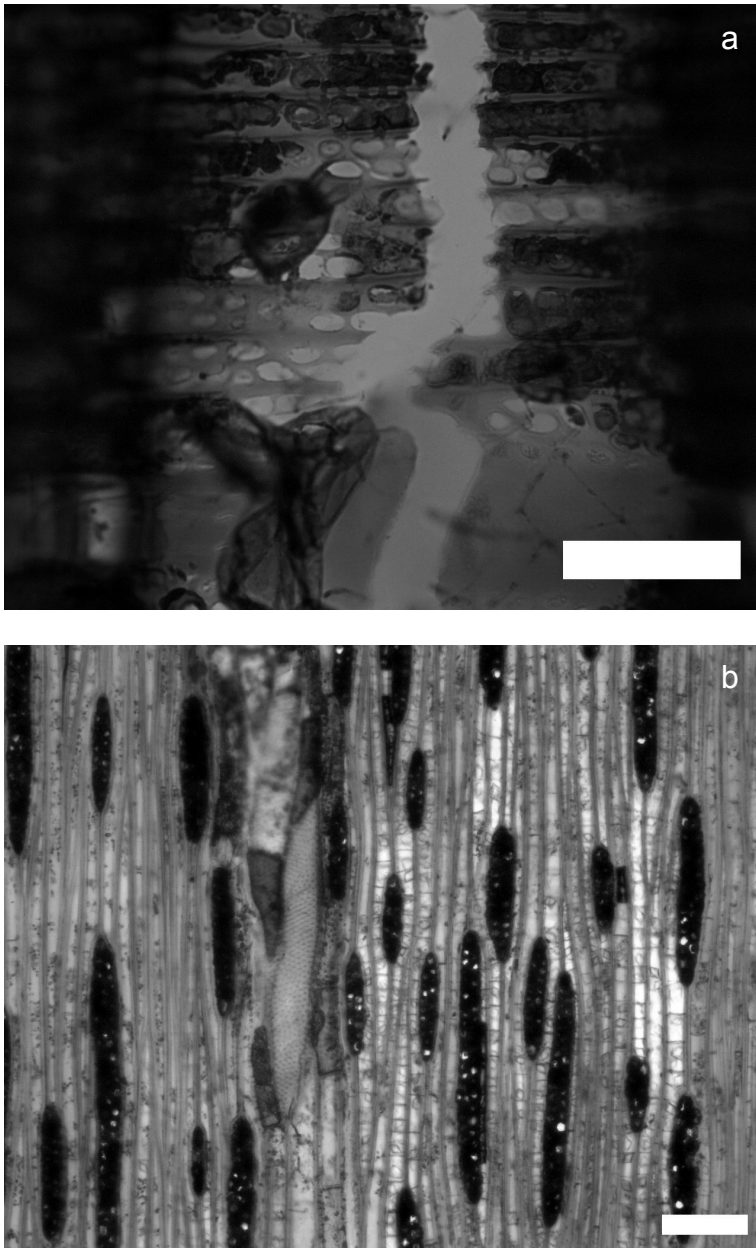


Figura 9: *Triplaris caracasana*. (a)Punteaduras radiovasculares con areola reducida a aparentemente simples (Barra = 50 μ m) (b)Radios hasta de 3 células de ancho (Barra = 100 μ m).

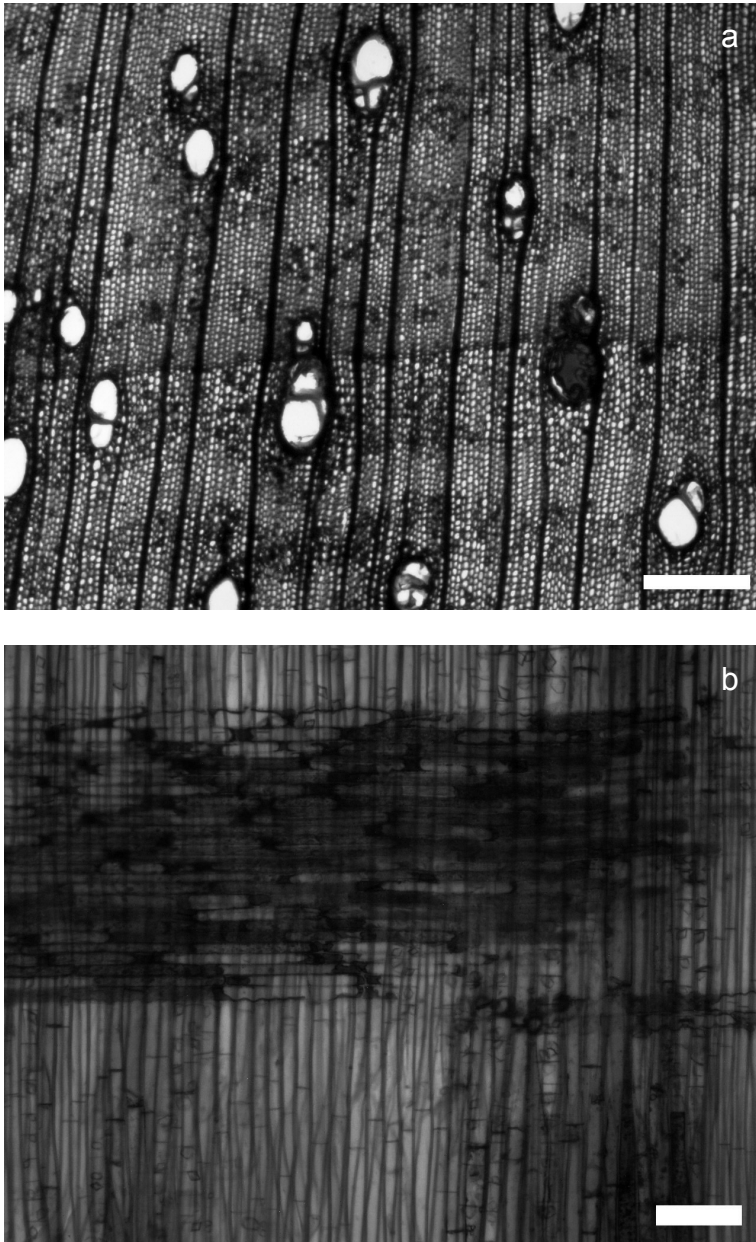


Figura 10: *Triplaris felipensis*. (a)Anillo de crecimiento definido; poro con tílides (Barra = 300 μm) (b)Radios homocelulares de células procumbentes, fibras septadas (Barra = 100 μm).

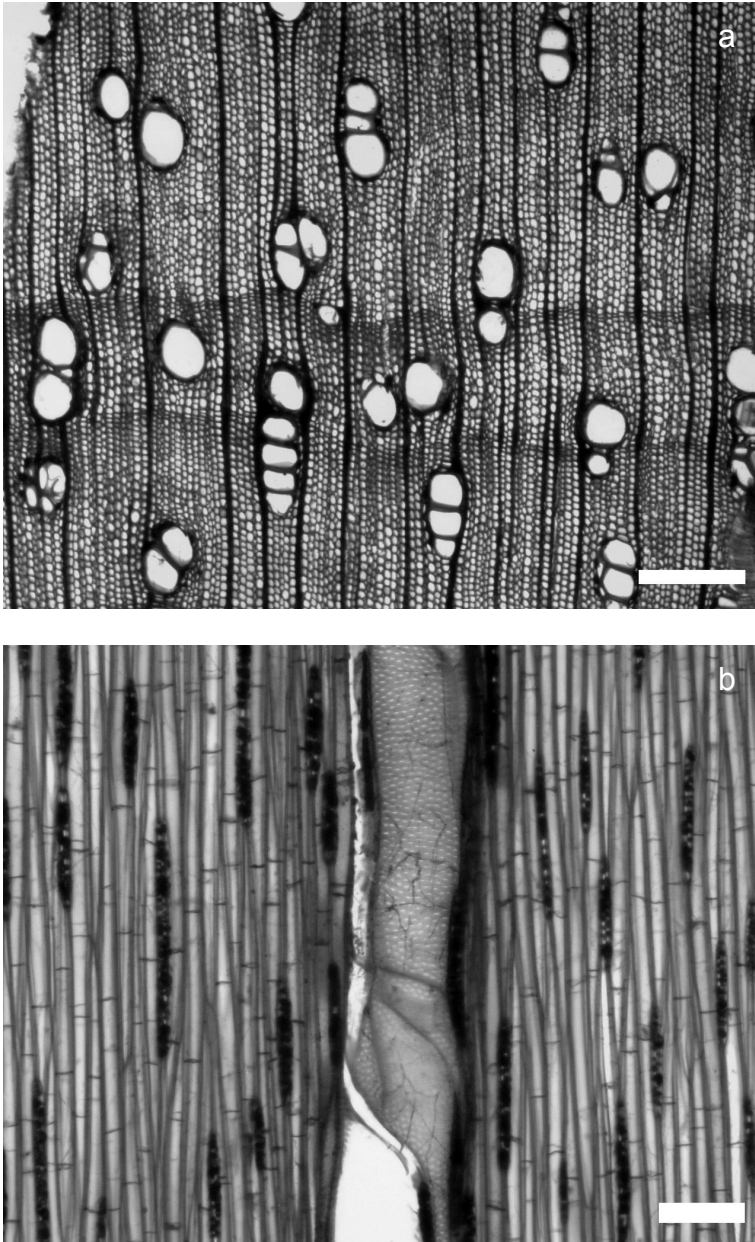


Figura 11: *Triplaris weigeltiana*. (a)Anillo de crecimiento definido; poros solitarios, múltiples radiales y arracimados (Barra = 300 μ m) (b)Radios predominantemente biseriados; fibras septadas (Barra = 100 μ m).

Cuadro 2: Frecuencia de vasos, diámetro de vasos, diámetro de punteaduras intervasculares y longitud de elementos de los vasos (LEV).

Especie	Vasos / mm ²	Diámetro de vasos (µm)*	Diámetro punteaduras (µm)*	LEV (µm)*
<i>Coccoloba marginata</i>	62	(55-) 82 ^a ± 13,07 (-105) CV = 15,94%	(5-) 5,75 ^b ± 0,65 (-6,25) CV = 11,30%	(255-) 438,6 ^d ± 103,94 (-635) CV = 23,69%
<i>C. acuminata</i>	24	(65-) 84,6 ^{a,b} ± 8,89 (-100) CV = 10,51%	(2,5-) 3,125 ^a ± 0,66 (-3,75) CV = 21,12%	(230-) 388,2 ^{c,d} ± 101,93 (-640) CV = 26,26%
<i>C. fallax</i>	17-24	(60-) 88 ^{ab} ± 11,61 (-120) CV = 13,19%	(3,75-) 5,687 ^b ± 0,76 (-6,25) CV = 13,36%	(180-) 324,1 ^{ab,c} ± 72,87 (-605) CV = 22,48%
<i>Ruprechtia ramiflora</i>	11-39	(40-) 97,8 ^{b,c} ± 26,92 (-180) CV = 27,53%	(3,75) 6,687 ^{b,c,d} ± 1,49 (-10) CV = 22,28%	(120-) 315,47 ^{ab} ± 95,47 (-560) CV = 30,26%
<i>C. padiformis</i>	16-18	(85-) 106,2 ^{c,d,e} ± 13,42 (-110) CV = 12,64%	(5-) 5,937 ^b ± 0,798 (7,5) CV = 13,44%	(190-) 362,3 ^{b,c} ± 81,79 (-560) CV = 22,57%
<i>Triplaris felipensis</i>	5	(80-) 105 ^{c,d} ± 13,15 (-135) CV = 12,52%	(5-) 6,125 ^b ± 0,71 (-7,5) CV = 11,59%	(155-) 359,8 ^{b,c} ± 100,34 (-515) CV = 27,89%
<i>C. excelsa</i>	49	(70-) 114,4 ^{d,e} ± 18,10 (-145) CV = 15,82%	(5-) 5,75 ^b ± 0,65 (-6,25) CV = 11,30%	(200-) 323,8 ^{ab,c} ± 63,14 (-480) CV = 19,50%
<i>C. inifera</i>	8	(95-) 115,4 ^{d,e,f} ± 13,06 (-140) CV = 11,32%	(6,25-) 7,375 ^{c,d} ± 0,92 (-8,75) CV = 12,47%	(195-) 273,2 ^a ± 45,73 (-390) CV = 16,74%
<i>T. weigeltiana</i>	5-11	(75-) 126,05 ^{f,g} ± 23,75 (-185) CV = 18,84%	(7,5-) 8,156 ^d ± 0,75 (-10) CV = 9,19%	(155-) 359,6 ^{b,c} ± 99,01 (-600) CV = 27,53%
<i>C. caracasana</i>	10-12	(115-) 120,8 ^{c,f} ± 22,44 (-155) CV = 18,58%	(6,25-) 7,562 ^{c,d} ± 0,949 (-7,5) CV = 12,55%	(130-) 358,8 ^{b,c} ± 137,59 (-620) CV = 38,35%
<i>T. caracasana</i>	7	(90-) 139,7 ^g ± 19,23 (-180) CV = 13,76%	(6,25) 6,75 ^{b,c} ± 0,75 (-8,75) CV = 11,11%	(125-) 324,7 ^{ab,c} ± 100,86 (-580) CV = 31,06%

*Valores mínimo, promedio, desviación, máximo y coeficiente de variación (CV)

NOTA: letras iguales corresponde a grupos homogéneos según la prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$)

Cuadro 3: Radios por mm, altura de radios, longitud de fibras e índice de Chattaway (LF/LEV)

Especie	Radios / mm	Altura de Radios (µm)*	Longitud de Fibras (µm)*	LF/LEV
<i>Coccoloba uvifera</i>	(11-) 12-14 (-16)	(140-) 215,4 ^a ± 51,8 (-340) CV = 24,05%	(730-) 876,2 ^{b,c,d} ± 79,15 (-1025) CV = 9,03%	3,21
<i>Ruprechtia ramiflora</i>	(6-) 10-19	(125-) 234,00 ^b ± 64,44 (-440) CV = 27,54%	(540-) 847,23 ^b ± 116,57 (-1150) CV = 13,76%	2,85
<i>Triplaris weigtiana</i>	5-10 (-11)	(150-) 274,35 ^{a,b,c} ± 57,75 (-460) CV = 21,05%	(780-) 993,45 ^{e,f} ± 108,85 (-1420) CV = 10,96%	2,76
<i>C. fallax</i>	(8-) 10-12 (-14)	(180-) 308,5 ^{b,c,d} ± 83,14 (-650) CV = 26,95%	(820-) 1033,1 ^f ± 94,29 (-1280) CV = 9,13%	3,19
<i>C. excelsa</i>	(9-) 11-14 (-17)	(155-) 308,8 ^{b,c,d,e} ± 136,12 (-690) CV = 44,08%	(590-) 726,2 ^a ± 64,76 (-870) CV = 8,92%	2,24
<i>T. felipensis</i>	5-8	(220-) 312,20 ^{d,e} ± 70,46 (-470) CV = 22,57%	(815-) 969 ^{e,f} ± 68,53 (-1110) CV = 7,07%	2,69
<i>T. caracasana</i>	5-8	(210-) 367,6 ^{d,e} ± 107,9 (-700) CV = 29,35%	(680-) 987,3 ^{e,f} ± 119,4 (-1330) CV = 12,09%	3,04
<i>C. acuminata</i>	(7-) 10-12 (-14)	(250-) 385,2 ^c ± 88,22 (-570) CV = 22,90%	(770-) 881,60 ^{b,c,d} ± 58,23 (-990) CV = 6,61%	2,28
<i>C. padiformis</i>	9-13 (-14)	(190-) 354,5 ^{d,e} ± 93,85 (-570) CV = 26,47%	(710-) 953,9 ^{d,e,f} ± 100,83 (-1200) CV = 10,57%	2,63
<i>C. caracasana</i>	(9-) 10-13 (-14)	(180-) 343,6 ^{c,d,e} ± 200,48 (-870) CV = 58,35%	(650-) 942,3 ^{c,d,e} ± 138,42 (-1310) CV = 14,69%	2,63
<i>C. marginata</i>	(7-) 11-14	(230-) 504,0 ^f ± 182,61 (-855) CV = 36,23%	(755-) 863,2 ^{b,c} ± 64,06 (-980) CV = 7,42%	1,97

*Valores mínimo, promedio, desviación, máximo y coeficiente de variación (CV)

NOTA: letras iguales corresponde a grupos homogéneos según la prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$)

Discusión

El material estudiado, a pesar de incluir especies de tres géneros diferentes, se caracterizó por mostrar una notable homogeneidad donde las principales características que se mantienen constantes son las siguientes: porosidad difusa, vasos solitarios y múltiples radiales, sin patrón definido de disposición, placas de perforación simples, punteaduras intervasculares alternas, fibras septadas, paredes medianas a gruesas, punteaduras indistintamente areoladas, parénquima axial de tipo paratraqueal escaso, algunas veces vasicéntrico delgado, en series. Por otra parte, se encontró que caracteres como diámetro de vasos, diámetro de punteaduras, presencia de punteaduras ornadas, ancho y composición de radios y la presencia de inclusiones minerales (cristales y sílice) muestran suficiente variación como para ser consideradas caracteres de diagnóstico. El desarrollo de punteaduras ornadas se encontró en seis especies (54,54 % del material estudiado), las cuales representan los tres géneros estudiados; pero no la totalidad de las especies de cada género. En el caso de *Coccoloba*; se presentaron en *C. caracasana* y *C. uvifera*; así como también en las tres especies de *Triplaris* y en *Ruprechtia ramiflora*. Según Jansen *et al.* (1998), se ha reportado la presencia de punteaduras ornadas en los géneros *Brunnichia*, *Muehlenbeckia* y *Triplaris* pero no señalan a *Coccoloba* y *Ruprechtia* como géneros donde se presenta este tipo de punteaduras. Sin embargo, Carlquist (2003) menciona el desarrollo de este tipo de punteaduras en *C. longifolia*, *C. polystachya* y *C. uvifera*; Carreras y

Dechamps (1995) hacen un reporte similar para *C. diversifolia* y *C. uvifera*; Barajas & León (1989) reportaron la presencia de punteaduras ornadas en *C. liebmannii* y *Ruprechtia fusca*; mientras que Pérez (1969) y JUNAC (1981) lo reportan para *Triplaris guayaquilensis* y *T. surinamensis*, respectivamente. De acuerdo a los valores promedio del diámetro de vasos y tomando en consideración las categorías establecidas por IAWA Committee (1989); *Ruprechtia ramiflora* y tres especies de *Coccoloba* se ubican en la categoría de vasos pequeños (50-100 μm); mientras que las tres especies de *Triplaris* y cuatro de *Coccoloba* (*C. uvifera*, *C. caracasana*, *C. padiformis*, *C. excelsa*) se ubican en la categoría de medianos (100-200 μm). Estos valores coinciden con lo reportado para *T. guayaquilensis* (JUNAC 1981), *T. americana* (Kribs 1968), *T. surinamensis* (Pérez 1969), para dos especies del género *Ruprechtia* (Moglia & Jiménez 1998), *Coccoloba liebmannii* y *Ruprechtia fusca* (Barajas & León 1989). Para el género *Coccoloba* también se tienen algunos reportes de especies que se ubican en la categoría de vasos medianos (Barajas *et al.* 1997; Rebollar & Quintana 2000; Carlquist 2003).

En relación a la presencia de inclusiones minerales, diez de las especies (90,91 % del total estudiado) presentan cristales prismáticos. En el caso de *C. uvifera* se observaron algunas cámaras cristalíferas vacías, pero al compararla con otra muestra disponible en la xiloteca MERw (X5479 procedente de Guyana) se encontró que esta última presenta cristales en el parénquima axial en bajas cantidades. De las seis

especies de *Coccoloba* que poseen cristales, sólo *C. acuminata* y *C. caracasana* presentaron cristales en las fibras; el resto se presentaron en el parénquima axial. Las especies con cristales en el parénquima (*C. caracasana*, *C. excelsa*, *C. fallax*, *C. marginata*, *C. padiformis*) se caracterizaron porque las células cristalíferas se presentan con dimensiones mayores en comparación con las células parenquimáticas no cristalíferas, es decir, formando idioblastos de acuerdo a la definición de IAWA Committee (1989). En el caso de las especies de *Triplaris* y en *Ruprechtia ramiflora*, los cristales sólo están presentes en las fibras. Es importante mencionar que según Carlquist (1988, 2003), en el género *Coccoloba* es común la presencia de cristales, sin embargo existen algunos reportes en donde no se menciona la presencia de los mismos tal como se indica para *C. liebmanni* (Barajas & León 1989) y *C. mollis* (Détienne *et al.* 1982). Para *C. uvifera*, Carlquist (2003) señala que presenta cristales en las fibras mientras que Carreras & Dechamps (1995) indican que esta especie, al igual que *C. diversifolia*, presenta células cristalíferas septadas pero no hacen referencia al tipo de célula que los contiene y al describir las fibras tampoco mencionan la ocurrencia de fibras septadas. Barajas *et al.* (1997) reportaron la presencia de grandes cristales romboidales en el parénquima axial de *C. hondurensis*; mientras que Rebollar y Quintana (2000) también lo indican para *C. spicata* y *C. cozumelensis*. JUNAC (1981) menciona la presencia de cristales en parénquima axial, radial y fibras de *Triplaris guayaquilensis*, característica que no coincide con lo observado en las tres especies incluidas en

el presente trabajo donde sólo se observaron cristales en las fibras. Además de los cristales, *Ruprechtia ramiflora* fue la única especie que presentó sílice en las células parenquimáticas radiales. Con respecto a la composición de los radios, la condición más predominante fue el desarrollo de radios exclusivamente homocelulares de células procumbentes los cuales se presentaron en el 63,64 % de las especies estudiadas. La presencia de radios heterocelulares se restringió sólo a tres especies del género *Coccoloba*: *C. caracasana*, *C. excelsa* y *C. marginata*; mientras que *C. acuminata* presentó radios exclusivamente homocelulares constituidos por células cuadradas o erectas. En esta última especie, lo encontrado no coincide con lo señalado por Détienne & Jacquet (1983) quienes indican que *C. acuminata* presenta radios exclusivamente homocelulares de células procumbentes. Es importante notar que en las especies del género *Coccoloba* se presentó una amplia variación en cuanto a tipo de radio, encontrándose exclusivamente homocelulares de células procumbentes, exclusivamente homocelulares de células cuadradas o erectas y la combinación de radios homocelulares con heterocelulares. Esta variación también ha sido reportada por Barajas & León (1989), quienes mencionan el desarrollo de radios homocelulares de células procumbentes en *C. liebmanni*, al igual que De la Paz Pérez *et al.* 1980) para *C. barbadosis*, mientras que Barajas *et al.* (1997) indican que *C. hondurensis* presenta radios exclusivamente heterocelulares. En este sentido, Carlquist (2003) indica que una de las características con mayor patrón de variación muestra en la familia Polygona-

ceae es la correspondiente a composición y ancho de los radios. En relación a este último carácter, se observó existen especies con radios exclusivamente uniseriados hasta aquellas que presentan radios de tres células de ancho como *T. caracasana* y *T. weigeltiana*; sin embargo en estos dos últimos casos la predominancia correspondió a los radios biseriados. Otra característica de interés corresponde a las punteaduras radiovasculares las cuales se presentaron como exclusivamente similares a las intervasculares en las diferentes especies del género *Coccoloba*; mientras que el resto de las especies mostró una combinación de punteaduras radiovasculares con areola reducida hasta aparentemente simples y de forma redondeada o alargada junto con algunas zonas donde las punteaduras radiovasculares se presentaron como similares a las intervasculares. Carlquist (2003) señala que en *Triplaris surinamensis* se presenta la combinación de punteaduras radiovasculares arriba mencionada.

Conclusiones

A pesar de mantener similitud en una serie de características xilemáticas, es posible la separación de las especies de la familia Polygonaceae estudiadas. Las mayores dificultades se presentaron con las especies del género *Triplaris* las cuales guardaron notable similitud entre sí y se mantienen agrupadas en la clave elaborada.

Una de las características donde se observó mayor variación fue en la composición de los radios; específicamente en el género *Coccoloba*, quien mostró diferentes combinaciones tales como la presencia de

radios exclusivamente homocelulares de células cuadradas o erectas (*C. acuminata*), radios exclusivamente homocelulares de células procumbentes (*C. fallax*, *C. padiformis*, *C. uvifera*) y la combinación de radios homocelulares y heterocelulares (*C. caracasana*, *C. excelsa*, *C. marginata*). *Ruprechtia* y *Triplaris* mostraron uniformidad en la composición de los radios al caracterizarse por presentarlos exclusivamente homocelulares de células procumbentes.

El ancho de los radios mostró mayor uniformidad que su composición. Comúnmente se encontraron radios de exclusiva a predominantemente uniseriados; excepto en el caso de las especies de *Triplaris* donde predominaron los radios biseriados.

El desarrollo de punteaduras ornadas se manifestó en especies de los tres géneros estudiados y se corrobora lo relacionado con *Coccoloba* en el sentido que algunas especies pueden presentar este tipo de punteaduras y otras no.

La presencia de inclusiones minerales fue común en la mayor parte de las especies: se observó sílice y cristales en *Ruprechtia ramiflora*; mientras que en *Triplaris* y *Coccoloba* se presentaron cristales en las fibras o en el parénquima axial, algunas veces formando idioblastos. La única especie donde no se presentó ningún tipo de inclusión mineral fue en *Coccoloba uvifera*. Se debe mencionar que ha existido incongruencia en cuanto a la presencia y ubicación de cristales en esta especie y por esta razón se recomienda realizar estudios en donde se incorporen un mayor número de individuos.

Referencias bibliográficas

- BAAS, P., E. WERKER & A. FAHN. 1983. Some ecological trends in vessel characters. *IAWA Bull.* 4: 141-159.
- BARAJAS, J. 1985. Wood structural differences between trees of two tropical forests in Mexico. *IAWA Bull.* 6: 355-364.
- BARAJAS, J. & C. LEÓN. 1989. *Anatomía de maderas de México: especies de una selva baja caducifolia*. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología. Publicaciones especiales 1. México D.F. 163 p.
- BARAJAS, J., G. ÁNGELES & P. SOLÍS. 1997. *Anatomía de maderas de México: Especies de una selva alta perennifolia I*. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología. Publicaciones especiales 16. México D.F. 126 p.
- CARLQUIST, S. 1989. *Comparative wood anatomy*. Springer Verlag. New York. 436 p.
- CARLQUIST, S. 2003. Wood anatomy of Polygonaceae: Analysis of a family with exceptional wood diversity. *Bot. J. Linn. Soc.* 141: 25-51.
- CARLQUIST, S. & D. HOEKMAN. 1985. Ecological wood anatomy of the woody southern Californian trees. *IAWA Bull.* 6: 319-353.
- CARRERAS, R. & R. DECHAMPS. 1995. *Anatomía de la madera de 157 especies forestales que crecen en Cuba y sus usos tecnológicos, históricos y culturales*. Musee Royal de L'Afrique Centrale. Documentation Sciences Economiques Vol. 9. Tervuren, Belgique.
- CASTRO, A. 2001. Ocorrência de cristais no tecido xilemático de espécies arbóreas tropicais. *Boletim de Museu Paraense Emílio Goeldi* 17: 277-296.
- DE LA PAZ-PÉREZ, C., T. CARMONA & M. ROGEL. 1980. Estudio anatómico de la Madera de 43 especies tropicales. *Bol. Téc. Inst. Nac. Invest. For.* No. 63. 276 p.
- DÉTIENNE, P. & P. JACQUET. 1983. *Atlas d'identification des bois de l'amazonie et des regions voisines*. Centre Technique Forestier Tropical, Nogent s/Marne. 640 p.
- DÉTIENNE, P. JACQUET & A. MARIAUX. 1982. *Manuel d'identification des bois tropicaux*. Centre Technique Forestier Tropical. Marne. 315 p.
- ESPINOZA DE P., N. 1987. Cristales y sílice en maderas dicotiledóneas de Latinoamérica. *Pittieria* 15: 13-65.
- FAHN, A., E. WERKER & P. BAAS. 1986. *Wood anatomy and identification of trees and shrubs from Israel and adjacent regions*. The Israel Academy of Sciences and Humanities. Jerusalem. 221 p.
- HOKCHE, O., P. BERRY & O. HUBER. 2008. *Nuevo catálogo de la flora vascular de Venezuela*. Fundación Instituto Botánico de Venezuela Dr. Tobías Lasser. Caracas. 859 p.
- IAWA COMMITTEE. 1989. IAWA list of microscopic features for hardwood identification. *IAWA Bull. n.s.* 10: 219-332.
- JANSEN, S., E. SMETS & P. BAAS. 1998. Vestures in woody plants: A review. *IAWA J.* 19: 347-382.
- JUNAC. 1981. *Descripción general y anatómica de 105 maderas del Grupo Andino*. Junta del Acuerdo de Cartagena.

- Proyecto PADT-REFORT. Lima. 440 p.
- KRIBS, D. 1968. *Comercial foreign woods in the american market*. Dover Publications Inc. New York. 241 p.
- LEÓN H., W. 2002. *Anatomía e identificación macroscópica de la madera*. Univeridad de Los Andes. Consejo de Publicaciones-CDCHT. Mérida, Venezuela. 120 p.
- METCALFE, C. & L. CHALK. 1950. *Anatomy of the dicotyledons* Vol. I. Oxford University Press. Oxford.
- MOGLIA, G. & A. GIMÉNEZ. 1998. Rasgos anatómicos característicos del hidrosistema de las principales especies arbóreas de la región chaqueña argentina. *Invest. Agr. Sist. Recr. For.* 7: 53-71.
- MUNSELL COLOR COMPANY. 1990. *Munsell soil color charts*. Baltimore, Maryland. 17 p.
- PÉREZ, A. 1969. *Estructura anatómica de 37 maderas de la Guayana Venezolana y clave para su identificación*. Universidad de Los Andes. Facultad de Ciencias Forestales. Escuela de Ingeniería Forestal. Mérida, Venezuela. 122 p. (Trabajo de ascenso).
- REBOLLAR, S. & A. QUINTANA. 2000. Anatomía y uso de la madera de siete árboles tropicales de México. *Rev. Biología Tropical* 48: 569-578.
- RECORD, S. & R. HESS. 1949. *Timbers of the new world*. Yale University Press. 4th Printing. New Haven.
- TORTORELLI, L. 1956. *Maderas y bosques argentinos*. Editorial Acme, Buenos Aires. 910 p.
- WATSON, L. & M. DALLWITZ. 2008. The families of flowering plants. Polygonaceae Juss. <http://www.biologie.uni-hamburg.de/b-online/delta/angio/www/polygona.htm>
- WELLE, B. TER. 1976. Silica grains in woody plants of the neotropics, especially Surinam. In: *Wood Structure in Biological and Technological Research*. Edited by (Baas P., A. Bolton & D. edits) Catling. Leiden Botanical Series N° 3: 107-142.
- YANG, S. 2006. Ecological wood adaptation and horizontal variations of vessel element and fibre length of *Calligonum mongolicum*. *Electronic J. of Biology* 2: 19-23.