

ANATOMÍA DEL XILEMA SECUNDARIO EN SEIS ESPECIES DE *FICUS* L. (MORACEAE) EN LA CIUDAD DE MÉRIDA, VENEZUELA

Xylem secondary anatomy in six species of *Ficus* L. (Moraceae) from Mérida city, Venezuela

John E. PARRA V.

Mukumbarí - Sistema Teleférico de Mérida
Departamento de Gestión Ambiental
johnpar@ula.ve

RESUMEN

Se realizó el estudio anatómico del xilema secundario de seis especies de *Ficus* L. (Moraceae) presentes en la ciudad de Mérida (Venezuela): *F. benjamina*, *F. elastica*, *F. insipida*, *F. maitin*, *F. tonduzii* y *F. velutina*. Se describió de acuerdo a lo indicado por IAWA Committee (1989). Se observó homogeneidad entre las especies estudiadas, pudiéndose establecer dos grupos de acuerdo a la presencia de cristales (*F. benjamina*, *F. insipida*, *F. maitin*, *F. velutina*) o ausencia de los mismos (*F. elastica*, *F. tonduzii*). Se encontraron células radiales perforadas (*F. tonduzii*) y células envolventes (*F. elastica*, *F. velutina*). Todas las especies presentaron tubos laticíferos. Debido a la marcada homogeneidad anatómica, no es conveniente la elaboración de claves ya que no garantiza precisión para la separación de las especies.

Palabras clave: anatomía, cristales, *Ficus*, laticíferos, madera

ABSTRACT

This study deals with the wood anatomy of six species of *Ficus* L. (Moraceae) from Mérida city (Venezuela): *F. benjamina*, *F. elastica*, *F. insipida*, *F. maitin*, *F. tonduzii* and *F. velutina*. Description of wood is presented according to IAWA Committee (1989). The xylem resulted remarkably homogeneous in these six species; only the presence of crystals allowed to separate them in two groups: those with crystal inclusions (*F. benjamina*, *F. insipida*, *F. maitin*, *F. velutina*) and those lacking of crystals (*F. elastica*, *F. tonduzii*). Perforated ray cells (*F. tonduzii*) and sheath cells (*F. elastica*, *F. velutina*) were also observed. Laticiferous tubes are another common feature of these species. The marked homogeneity among species made it impossible to conceive a dichotomous key.

Key word: anatomy, crystals, *Ficus*, laticifers, wood

INTRODUCCIÓN

El género *Ficus* L. (Moraceae) está representado por 830 especies (Plant List 2010), de las cuales 120 están en el Neotrópico. En Venezuela se han reportado 55 especies, entre nativas e introducidas, con 19 especies registradas para el estado Mérida (Berg & Simonis 2008). Según Parra & Gámez (2011), en la zona urbana de Mérida se encuentran once especies de la familia Moraceae, de las

cuales nueve se ubican a nivel genérico como *Ficus*. Las especies de este género son de valor económico para cercas vivas, como árboles ornamentales, frutales e incluso en la producción de bonsái (Valerio 2004). En la ciudad de Mérida, algunas especies de *Ficus* forman parte del patrimonio natural de la ciudad ya que son verdaderos íconos del paisaje y se pueden mencionar los higuerones (*Ficus insipida* Willd.) encontrados en la zona perimetral del Estadio Metropolitano, los maitines (*Ficus maitin* Pittier) que adornan los parques y plazas, o los matapalos (*Ficus velutina* Humb. & Bompl. ex Willd.) que abundan en la parte norte de la ciudad. Acerca de la anatomía de maderas, se puede considerar que el trabajo más completo de *Ficus* es el de Koek-Noorman *et al.* (1984), donde presentan una descripción genérica basada en material de 25 especies procedentes de diferentes localidades geográficas. Jaya *et al.* (1993) hacen un análisis comparativo de la anatomía de la madera en diez especies de *Ficus* procedentes de la India. También existen algunos trabajos donde se incluyen especies de diferentes grupos taxonómicos además de *Ficus* (JUNAC 1981; Détienne *et al.* 1982; Détienne & Jacquet 1983; Barajas *et al.* 1997; García *et al.* 2003). En Venezuela no existe información sobre las características del xilema secundario de este género y el objetivo del presente trabajo es describir la anatomía de la madera de seis especies de *Ficus* de la ciudad de Mérida.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó con material recolectado en el casco urbano de la ciudad de Mérida, Venezuela, y se tomaron muestras de madera de individuos arbóreos. La delimitación del área de estudio (Fig. 1) se hizo por medio de una imagen satelital Landsat ETM+Proyección Mercator Transversal, Datum WGS 84, escala 1:20.000. Se hicieron recorridos de recolección durante dos semanas. Para cada especie, se recolectaron muestras botánicas y de madera de individuos sanos (Tabla 1). Las muestras de madera se tomaron a nivel de la altura de pecho (1,30 m) mediante la realización de incisiones a una profundidad aproximada de 3,5 cm. Las muestras recolectadas fueron depositadas en el Herbario MER "Carlos Liscano" y la Xiloteca MERw de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, de la Universidad de los Andes (Mérida, Venezuela). Para la preparación de las muestras se extrajeron cubos de madera de 1,5 cm³ los cuales se ablandaron en agua caliente (4-8 h). Los cortes se realizaron a aproximadamente 20 µm de espesor, utilizando un micrótopo de deslizamiento, para obtener secciones transversales, tangenciales y radiales. El proceso de tinción se realizó sumergiendo las secciones en una mezcla de alcohol al 50% con safranina durante 12 h. Finalmente, se hizo la deshidratación con baños sucesivos de alcohol (70%, 75%, 95%) y el aclarado en xilol. Para el montaje se utilizó resina sintética. La descripción de características generales y físicas (color, olor, sabor, lustre, textura, grano, peso y dureza) se hizo utilizando los criterios indicados por Tortorelli (1956) y León (2002). Para la determinación del color se utilizó la tabla de colores Munsell

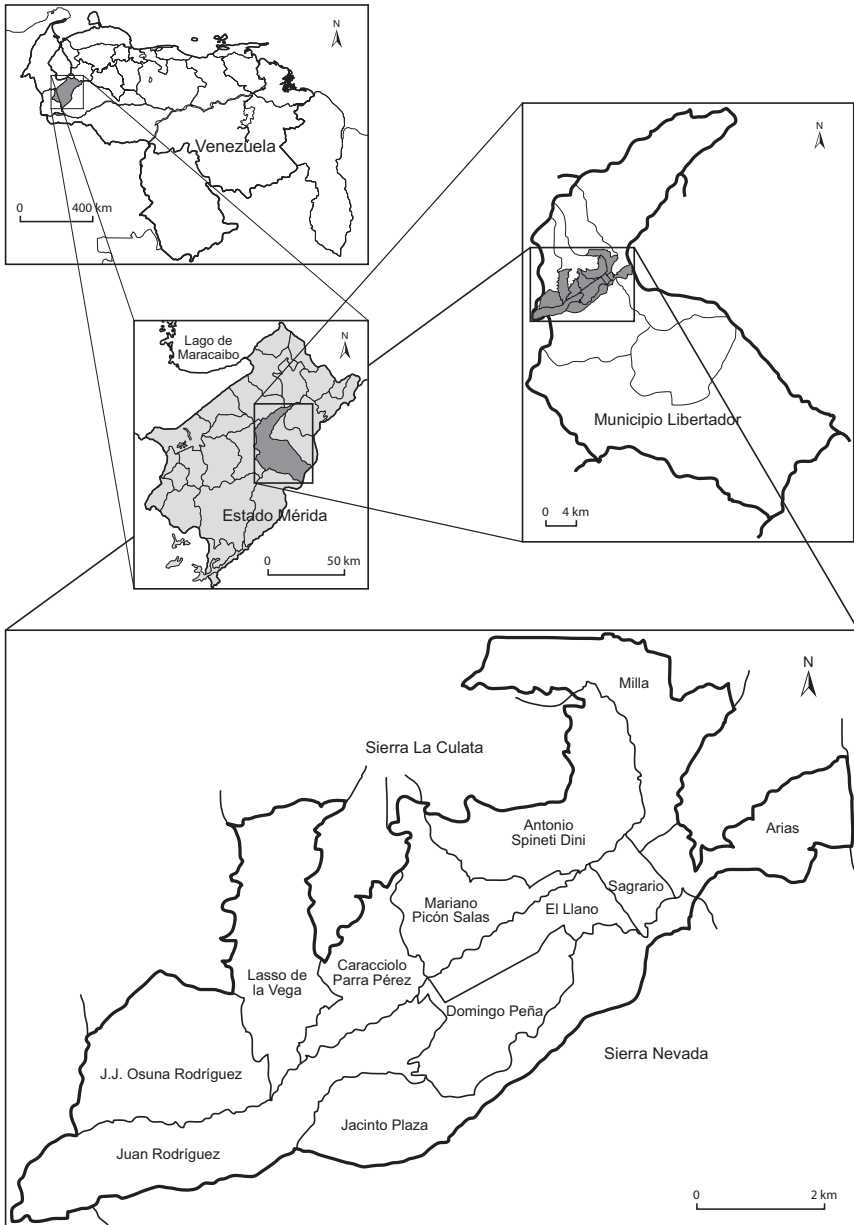


Fig. 1. Localización del área metropolitana de Mérida, ubicación relativa con respecto al país y el estado (Rebotier 2006).

(2000). La preparación de macerados se realizó de acuerdo al método de Franklin (1937) y la descripción anatómica siguiendo lo propuesto por IAWA Committee (1989). Para el diámetro de vasos, diámetro de las punteaduras, longitud de las fibras y altura de radios se hizo un análisis de varianza y prueba de medias (Tukey, $\alpha = 0,01$) utilizando el paquete estadístico SPSS 13.0, para conocer si existen diferencias estadísticamente significativas entre las especies estudiadas y así determinar su grado de confiabilidad como carácter que puede ser utilizado para la diferenciación de las mismas.

Tabla 1. Especies de *Ficus* estudiadas, muestra de madera, muestra de herbario.

Especie	Muestra de madera	Muestra de herbario
<i>Ficus benjamina</i> L.	X6562 X6563	55109
<i>F. elastica</i> Roxb.	X6558 X6564	55110
<i>F. insipida</i> Willd.	X6552 X6553 X6554	55111
<i>F. maitin</i> Pittier	X6556	55112
<i>F. tonduzii</i> Standl.	X6561	55113
<i>F. velutina</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	X6569 X6570	55114

RESULTADOS

En las Tablas 2 y 3 se presentan los resultados correspondientes a las características cuantitativas de las especies de *Ficus* estudiadas.

Tabla 2. Frecuencia de poros, diámetro de poros y diámetro de punteaduras (mínimo, promedio, desviación estándar y máximo) para seis especies de *Ficus* L.

Especie	Poros/mm ²	Diámetro de poros (μm)	Diámetro punteaduras (μm)
<i>Ficus benjamina</i>	1-2	(140-)197,4 ^{b,c} \pm 31,2(-270)	(7,5-)11,0 ^{a,b} \pm 1,7(-15)
<i>F. elastica</i>	3-6	(120-)186,2 ^{a,b} \pm 32,5(-270)	(10-)10,9 ^{a,b} \pm 1,2(-12,5)
<i>F. insipida</i>	1-2	(160-)232,1 ^d \pm 30,2(-300)	(2,5-)8,8 ^a \pm 2,8(-12,5)
<i>F. maitin</i>	3	(130-)185,2 ^{a,b} \pm 20,4(-220)	(7,5-)10,2 ^{a,b} \pm 1,4(-12,5)
<i>F. tonduzii</i>	2	(120-)163,6 ^a \pm 18,6(-210)	(10-)10,5 ^{a,b} \pm 1,1(-12,5)
<i>F. velutina</i>	2	(150-)212,2 ^{c,d} \pm 33,8(-300)	(4-)11,8 ^b \pm 2,1(-15)

Letras iguales en los valores promedio representan grupos estadísticamente similares entre sí; letras diferentes corresponden a grupos con diferencias estadísticas significativas de acuerdo a la prueba de Tukey ($\alpha = 0,01$).

Tabla 3. Frecuencia de radios, altura de radios y longitud de fibras (mínimo, promedio, desviación estándar y máximo) para seis especies de *Ficus* L.

Especie	Radios/mm	Altura de radios (μm)	Longitud de fibras (μm)
<i>Ficus benjamina</i>	(2-)3,4 \pm 1,2(-6)	(280-)396,6 ^a \pm 60,3(-560)	(990-)1541,6 ^b \pm 225,9(-2060)
<i>F. elastica</i>	(2-)3,6 \pm 1,1(-6)	(300-)412,4 ^a \pm 61,1(-580)	(1000-)1431,6 ^{a,b} \pm 165,1(-1700)
<i>F. insipida</i>	(1-)2,6 \pm 0,7(-4)	(300-)396,6 ^b \pm 105,1(-880)	(1110-)1250,6 ^b \pm 222,1(-2250)
<i>F. maitin</i>	(3-)3,6 \pm 0,7(-5)	(400-)611,6 ^c \pm 106,2(-850)	(1200-)1460,4 ^a \pm 160,2(-1750)
<i>F. tonduzii</i>	(2-)3,2 \pm 0,7(-4)	(300-)402,8 ^a \pm 66,2(-580)	(1020-)1312,8 ^{a,b} \pm 187,1(-1600)
<i>F. velutina</i>	(2-)2,6 \pm 0,6(-4)	(450-)775,0 ^d \pm 151,2(-1250)	(860-)1330,0 ^a \pm 248,1(-1800)

Letras iguales en los valores promedio representan grupos estadísticamente similares entre sí; letras diferentes corresponden a grupos con diferencias estadísticas significativas de acuerdo a la prueba de Tukey ($\alpha = 0,01$).

Ficus benjamina L. (Fig. 2a, 3a, 4a)

Madera de color amarillo pálido (2.5Y8/4) sin transición abrupta entre albura y duramen. Olor y sabor no distintivos. Lustre mediano. Grano inclinado. Textura mediana. Madera moderadamente dura y pesada.

Anillos de crecimiento indistintos. Porosidad difusa, poros sin patrón definido de disposición, solitarios y múltiples radiales 2-3. Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, de forma poligonal y redondeada. Punteaduras radiovasculares aparentemente simples, de forma redondeada. Fibras no septadas, de paredes delgadas a medianas, con punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima en bandas de 7-9(-12) células de ancho, en series de 4-7(-8) células. Radios heterocelulares con 1(-2) rutas de células cuadradas o erectas, 2-5(-6) células de ancho. Cristales prismáticos en células parenquimáticas axiales, escasos, ocasionalmente en células cuadradas y/o erectas de los radios, un cristal por célula. Tubos laticíferos presentes.

Ficus elastica Roxb. (Fig. 2b)

Madera de color amarillo muy pálido (2.5Y8/4) sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor no distintivos. Lustre alto. Grano recto hasta entrecruzado. Textura mediana. Madera moderadamente dura y pesada.

Anillos de crecimientos indistintos. Porosidad difusa, poros sin patrón definido de disposición, solitarios y múltiples radiales 2-3(-4) y arracimados. Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, de forma circular a ovalada y poligonal. Punteaduras radiovasculares aparentemente simples, de forma redondeada o alargada. Fibras no septadas, de paredes delgadas a medianas, con punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima en bandas de 5-13 células de ancho, en series de 3-4(-8) células. Radios homocelulares de células

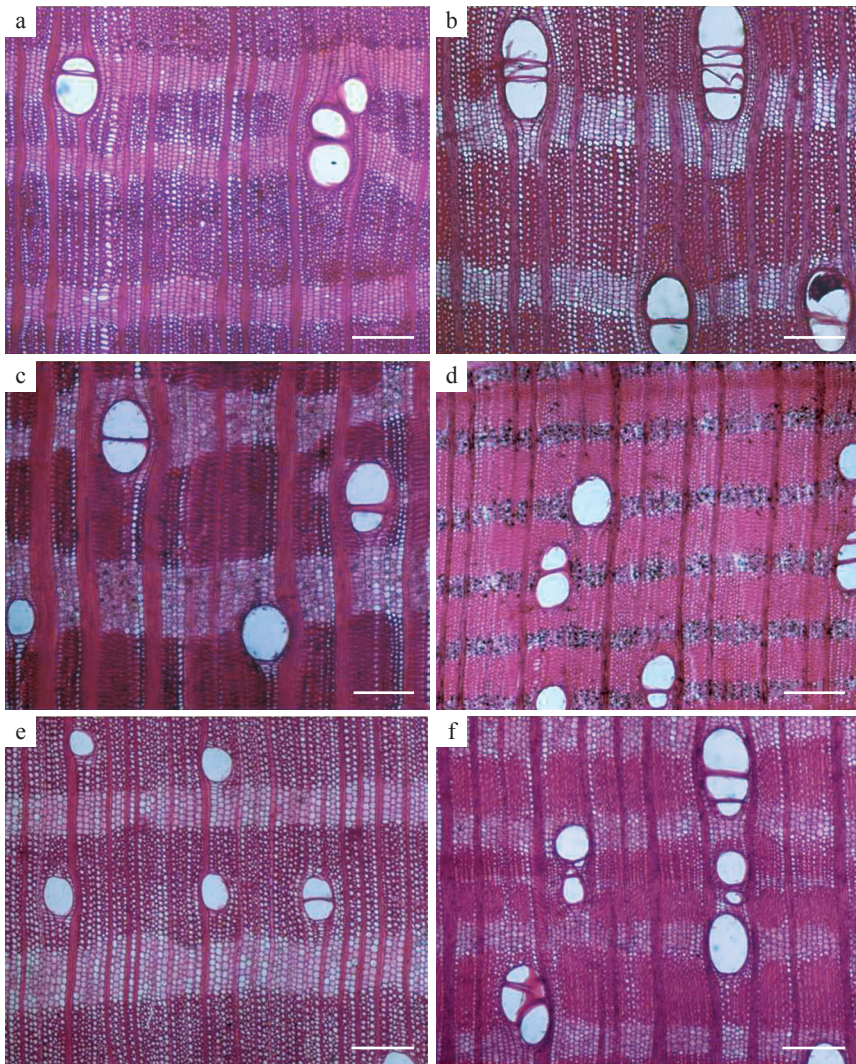


Fig. 2. Sección transversal de la madera **a.** *Ficus benjamina*. **b.** *F. elastica*. **c.** *F. insipida*. **d.** *F. maitin*. **e.** *F. tonduzii*. **f.** *F. velutina* (Escala = 300 μm).

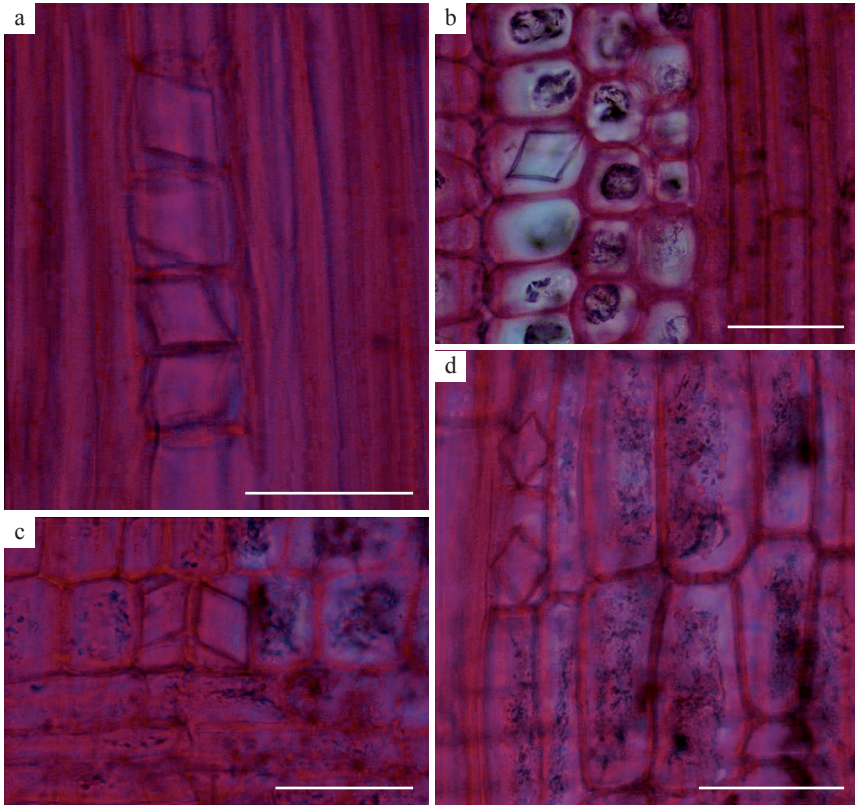


Fig. 3. Cristales prismáticos. **a.** *Ficus benjamina*, parénquima axial. **b.** *F. insipida*, parénquima axial. **c.** *F. maitin*, parénquima radial. **d.** *F. velutina*, parénquima axial (Escala = 50 μ m).

procumbentes y heterocelulares con 1(-2) rutas de células cuadradas y/o erectas, 4-7(-8) células de ancho. Células envolventes presentes, escasas. Tubos laticíferos presentes.

Ficus insipida Willd. (Fig. 2c, 3b)

Madera de color amarillo (5Y8/6), sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor no distintivos. Lustre mediano. Grano recto hasta inclinado. Textura mediana a gruesa. Madera moderadamente dura y pesada.

Anillos de crecimiento indistintos. Porosidad difusa, poros sin patrón definido de disposición, solitarios y múltiples radiales 2-3. Platina de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, de forma ovalada a redondeada y poligonal. Punteaduras radiovasculares aparentemente simples, de forma redondeada o alargada. Depósitos de tilides presentes. Fibras no septadas, de paredes

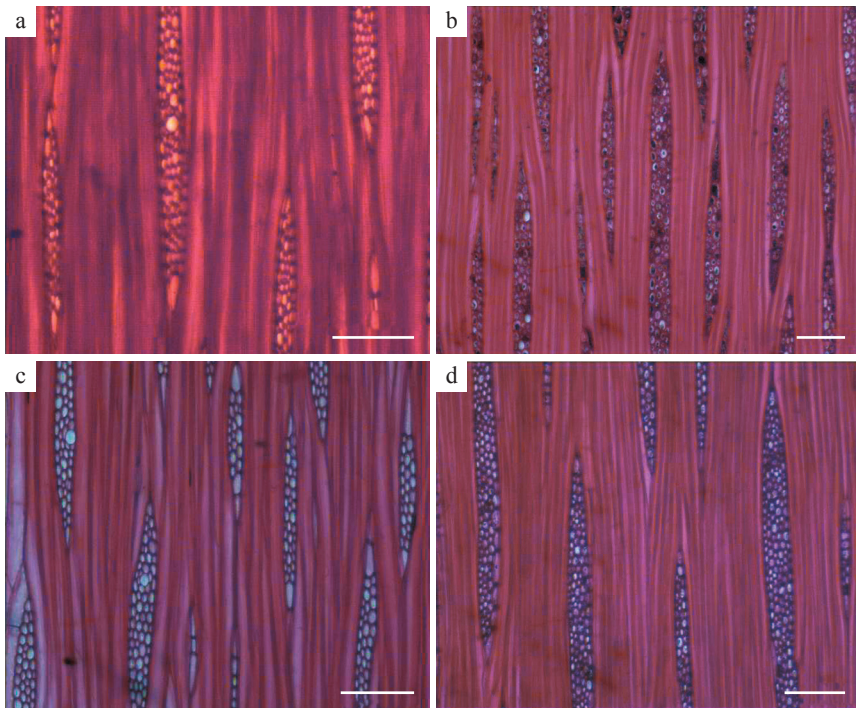


Fig. 4. Tubos laticíferos. **a.** *Ficus benjamina*. **b.** *F. maitin*. **c.** *F. tonduzii*. **d.** *F. velutina* (Escala = 100 μm).

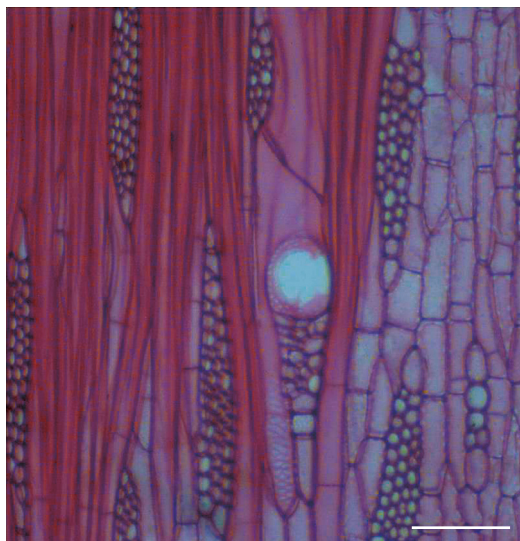


Fig. 5. *Ficus tonduzii*. Célula radial perforada (Escala = 100 μm).

medianas a gruesas, con punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima en bandas de 8-14(18) células de ancho, en series de 3-4(-9) células. Radios heterocelulares con 1-2(-3) rutas de células cuadradas o erectas, de 4-6(-8) células de ancho. Tubos laticíferos presentes. Cristales prismáticos en parénquima axial, muy pocos, un cristal por célula.

Ficus maitin Pittier (Fig. 2d, 3c, 4b)

Madera de color amarillo pálido (2.5Y8/4) sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor no distintivos. Lustre alto. Grano recto hasta entrecruzado. Textura mediana. Madera dura y pesada.

Anillos de crecimiento ligeramente definidos por reducción de las paredes de las fibras. Porosidad difusa, poros sin patrón definido de disposición, solitarios y múltiples radiales 2-3(-5). Platinas de perforación simple. Punteaduras intervasculares alternas, de forma circular y poligonal. Fibras no septadas, de paredes delgadas a medianas, con punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima en bandas de 4-5(-7) células de ancho, en series de 4-6(-8) células. Radios heterocelulares con 1-2 rutas de células cuadradas o erectas, 1-5(-8) células de ancho. Cristales prismáticos en las células procumbentes, cuadradas y/o erectas, pocos, un cristal por célula, ocasionalmente en el parénquima axial. Tubos laticíferos presentes.

Ficus tonduzii Standl. (Fig. 2e, 4c, 5)

Madera de color amarillo pálido, sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor no distintivos. Lustre alto. Grano recto. Textura mediana. Madera moderadamente dura y pesada.

Anillos de crecimiento indistintos. Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, solitarios y múltiples radiales 2-3. Platinas de perforación simple. Punteaduras intervasculares alternas, de forma circular u ovalada. Punteaduras radiovasculares aparentemente simples, de forma redondeada o alargada. Depósitos de tílides presente. Fibras no septadas, de paredes delgadas, con punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima en bandas de 7-14 células de ancho, en series de 4(-8) células. Radios heterocelulares con 1-3 rutas de células cuadradas o erectas, 2-4(-6) células de ancho. Células radiales perforadas presentes. Tubos laticíferos presentes.

Ficus velutina Humb. & Bonpl. ex Willd. (Fig. 2f, 3d, 4d)

Madera de color marrón muy pálido (10 YR8/4) sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor no distintivos. Lustre mediano. Grano recto hasta inclinado. Textura mediana a gruesa. Madera moderadamente dura y pesada.

Anillos de crecimiento indistintos. Porosidad difusa, poros sin patrón definido de disposición, solitarios y múltiples radiales 2-3(-4), algunos arracimados.

Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, de forma poligonal y circular. Punteaduras radiovasculares aparentemente simples, de forma redondeada o alargada. Depósitos de tilides. Fibras no septadas, de paredes delgadas a medianas, con punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima en bandas de 3-4(-7) células de ancho, en series de 4(-7) células. Radios homocelulares de células procumbentes y heterocelulares con 1-2(-3) rutas de células cuadradas o erectas, 2-4(-5) células de ancho. Células envolventes presentes, pocas. Cristales prismáticos en las células parenquimáticas axiales, pocos, un cristal por célula. Tubos laticíferos presentes.

DISCUSIÓN

Las especies estudiadas mostraron una notable homogeneidad anatómica del xilema secundario, lo cual coincide con lo encontrado por Koek-Noorman *et al.* (1984). Esta homogeneidad hace difícil la separación de especies con base a características anatómicas de la madera. Las características comunes entre las especies estudiadas fueron el desarrollo de poros generalmente grandes, solitarios y múltiples radiales cortos, platinas de perforación simples, punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas y poligonales, grandes, fibras no septadas, paredes delgadas a medianas, parénquima en bandas anchas, en series, radios heterocelulares y tubos laticíferos. Un carácter importante es la presencia de cristales, que permitió establecer dos grupos: un grupo donde se observaron cristales prismáticos en baja cantidad en células parenquimáticas axiales y/o radiales, que incluye las especies *Ficus velutina*, *F. maitin*, *F. insipida* y *F. benjamina*. En el segundo grupo no se encontró ningún tipo de cristal y en el mismo se ubican *F. elastica* y *F. tonduzii*. Con respecto a este carácter, Koek-Noorman *et al.* (1984) indican que en el género *Ficus* se pueden encontrar especies con cristales en parénquima axial o radial y especies sin cristales, pero no hacen ninguna mención acerca de cuáles desarrollan este tipo de inclusión mineral. Détienne & Jacquet (1983) y Espinoza (1987) señalan la presencia de cristales prismáticos en *F. insipida*.

Otro aspecto a destacar es el desarrollo de células envolventes (*F. elastica*, *F. velutina*) y células radiales perforadas (*F. tonduzii*). Con relación a las características cuantitativas, también se observó poca variación y de acuerdo a los criterios establecidos por IAWA Committee (1989), todas las especies se caracterizaron por tener una baja frecuencia de vasos, con un diámetro promedio que osciló entre 164 y 232 μm , punteaduras intervasculares grandes con la excepción de *Ficus insipida* donde fueron medianas, baja frecuencia de radios, con altura inferior a 1 mm y fibras medianas de acuerdo a su longitud.

La homogeneidad observada indica que no es posible elaborar una clave de identificación; aún cuando se pueden establecer dos grupos de acuerdo a la presencia o ausencia de cristales, en algunos casos la cantidad de cristales es tan baja que es difícil hacer uso de este carácter para discriminar las especies. Adicionalmente, el desarrollo de caracteres como células envolventes y células radiales

perforadas se presenta en baja proporción, por lo que no constituyen caracteres diagnósticos de utilidad taxonómica para discriminar entre especies.

AGRADECIMIENTOS

Al Prof. Williams León H. del Laboratorio de Anatomía de Maderas de la Universidad de Los Andes por su asesoramiento en la realización de la presente investigación. Al TSU Julio Maldonado R. del mismo laboratorio por la preparación del material para el estudio microscópico. Al Prof. Luis E. Gámez del Laboratorio de Dendrología de la Universidad de Los Andes y la Ing. Yorgana Yahure por su valiosa ayuda en la recolección del material.

BIBLIOGRAFÍA

- 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.
- Berg, C. & J. Simonis. 2008. Moraceae. In: Hokche, O., P. Berry & O. Huber (eds.). *Nuevo catálogo de la flora vascular de Venezuela*. Fundación Instituto Botánico de Venezuela Dr. Tobías Lasser, Caracas.
- Détienne, P. & P. Jacquet. 1983. *Atlas d'identification des bois de l'amazone et des regions voisines*. Tome 3. Centre Technique Forestier Tropical, Marne.
- Détienne, P., P. Jacquet & A. Mariaux. 1982. *Manuel d'Identification des bois tropicaux*. Tome 3. Centre Technique Forestier Tropical, Marne.
- Espinoza de P., N. 1987. Cristales y sílice en maderas dicotiledóneas de Latinoamérica. *Pittieria* 15: 14-65.
- Franklin, G. 1937. Permanent preparations of macerated wood fibres. *Trop. Woods* 41: 21-22.
- García, L., A. Guindeo, C. Peraza & P. de Palacios. 2003. *La madera y su anatomía*. Coedición Fundación Conde del Valle de Salazar. Ediciones Mundi-Prensa, AitiM, Madrid.
- IAWA Committee. 1989. IAWA list of microscopic features for hardwood identification. *IAWA Bull.* n.s. 10: 219-332.
- Jaya, M., P. Jayaraman & R. Rengarajan. 1993. Comparative wood anatomy of certain species of *Ficus*. *Proc. Natl. Acad. Sci. India, B*. 63: 417-423.
- JUNAC. 1981. *Descripción general y anatómica de 105 maderas del grupo andino*. Junta del Acuerdo de Cartagena, Lima.
- Koek-Noorman, J., S. Topper & B. ter Welle. 1984. The systematic wood anatomy of Moraceae (Urticales) III. Tribe Ficeae. *IAWA Bull.* n.s. 5: 330-334.
- León H., W. 2002. *Anatomía e identificación macroscópica de maderas*. Consejo de Publicaciones. Universidad de Los Andes, Mérida.

- Munsell. 2000. *Soil color charts*. Revised Washable Edition, Baltimore.
- Parra, J. & L. Gámez. 2011. Clave para identificar las Moraceae de la ciudad de Mérida (Venezuela) mediante caracteres vegetativos. *Pittieria* 35: 25-34.
- Plant List. 2010. The plant list: A working list of all species plant. Enero 2013. <http://www.theplantlist.org>
- Rebotier, J. 2006. Método de localización de los heridos en el caso de un terremoto en la ciudad de Mérida, Venezuela. *Revista Geográfica Venezolana* 47: 187-200.
- Tortorelli, L. 1956. *Maderas y bosques argentinos*. Editorial Acme, Buenos Aires.
- Valerio, C. 2004. *Los increíbles higuerones*. Instituto Nacional de Biodiversidad, Santo Domingo de Heredia.