

ANATOMÍA DE LA MADERA DE 17 ESPECIES DE LA FAMILIA MALPIGHIACEAE JUSS

León H., Williams J.

Laboratorio de Anatomía de Maderas. Departamento de Botánica. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela.

Recibido: 11-10-2005

RESUMEN. Se presenta el estudio anatómico de la madera de 17 especies leñosas de la familia Malpighiaceae: *Banisteriopsis acapulcensis*, *Bunchosia argentea*, *B. mollis*, *Byrsonima aerugo*, *B. arthropoda*, *B. chalcophylla*, *B. chrysophylla*, *B. coriacea*, *B. crassifolia*, *B. densa*, *B. frondosa*, *B. japurensis*, *B. ligustrifolia*, *B. rugosa*, *B. spicata*, *B. stipulacea* y *Malpighia glabra*. Entre especies de un mismo género se observa una estructura homogénea; pero entre géneros existen diferencias en cuanto a tipo de parénquima, platinas de perforación, fibras septadas y ubicación de cristales. La presencia de células radiales perforadas y cristales en las fibras se reporta por primera vez para la familia Malpighiaceae. El desarrollo de platinas de perforación foraminadas se observó en, aproximadamente, el 70% de las especies estudiadas del género *Byrsonima*; siendo reportadas por primera vez para las especies *Byrsonima aerugo*, *B. chalcophylla*, *B. crassifolia*, *B. densa*, *B. japurensis*, *B. ligustrifolia* y *B. spicata*. **Palabras clave:** Malpighiaceae, anatomía de maderas, células radiales perforadas, platinas foraminadas, cristales, filogenia.

WOOD ANATOMY OF 17 SPECIES FROM MALPIGHIACEAE JUSS FAMILY

ABSTRACT. This paper deals about the wood anatomy of 17 woody species from Malpighiaceae family: *Banisteriopsis acapulcensis*, *Bunchosia argentea*, *B. mollis*, *Byrsonima aerugo*, *B. arthropoda*, *B. chalcophylla*, *B. chrysophylla*, *B. coriacea*, *B. crassifolia*, *B. densa*, *B. frondosa*, *B. japurensis*, *B. ligustrifolia*, *B. rugosa*, *B. spicata*, *B. stipulacea* and *Malpighia glabra*. In species from a same genus, the wood anatomy is very homogeneous; but between genus we can find differences in some features like parenchyma type, perforations plates, septate fibres and crystals ubication. The presence of perforated ray cells and prismatic crystals in fibres could be the first report about it in Malpighiaceae family. Foraminate perforations plates were observed in 70% of *Byrsonima* species and this could be the first report about this perforation type for *Byrsonima aerugo*, *B. chalcophylla*, *B. crassifolia*, *B. densa*, *B. japurensis*, *B. ligustrifolia* and *B. spicata*. **Key words:** Malpighiaceae, wood anatomy, perforated ray cells, foraminate plates, crystals, phylogeny.

INTRODUCCIÓN

La familia Malpighiaceae esta constituida por, aproximadamente, 65 géneros y 1250 especies de árboles, arbustos y lianas que se distribuyen en regiones tropicales y subtropicales de ambos hemisferios. Aproximadamente 950 especies son endémicas del Nuevo Mundo, siendo el principal centro de biodiversidad el norte de Suramérica (Vega et al.³⁸). Los representantes de esta familia exhiben una considerable variabilidad en caracteres tales como hábito, morfología de polen y, especialmente, en la estructura del fruto (Cameron et al.⁴). Taxonómicamente, según el sistema de clasificación de Cronquist¹¹, se ubica en el orden Polygalales de la subclase Rosidae, aunque su ubicación dentro de este orden ha generado controversia y se considera que la familia Malpighiaceae se encuentra íntimamente relacionada con las familias del orden Linales (Erythroxylaceae, Humiriaceae, Ixonanthaceae, Hugoniaceae, Linaceae). Recientemente, el sistema de clasificación de órdenes y familias APG ubica a la familia Malpighiaceae dentro del orden Malpighiales junto otras 37 familias las cuales no incluyen ninguna del orden Polygalales de Cronquist e incluye todas las que se ubican en el orden Linales (Chase⁸). Davis et al.¹² señalan que la familia Malpighiaceae se divide en dos grandes subfamilias: Byrsonimoideae, la cual sólo está presente en el Nuevo Mundo, y Malpighioideae, con representantes tanto en el Nuevo Mundo como en el Viejo Mundo. Srivastava³⁷ indica que los usos que se les ha dado a muchas especies de esta familia son muy variados, desde la preparación de gelatinas hasta la

extracción de alucinógenos, el fruto de algunas especies es comestible; en algunos casos se utilizan partes de la planta para la cura de enfermedades cutáneas. Según Metcalfe y Chalk²⁹, la corteza de algunas especies del género *Byrsonima* es utilizada para la producción de taninos. El género más numeroso de la familia es *Byrsonima* con, aproximadamente, 150 especies (Gentry¹⁷). Según Aristeguieta¹, en Venezuela se encuentran especies pertenecientes a los géneros *Banisteriopsis*, *Blephandra*, *Bunchosia*, *Burdachia*, *Byrsonima*, *Diacidia*, *Glandonia*, *Heteropteris*, *Lophanthera*, *Malpighia*, *Pterandra* y *Spachea*. El género mejor representado es *Byrsonima* con, aproximadamente, 50 especies.

Con respecto a la estructura anatómica de la madera para la familia Malpighiaceae, Record y Hess³⁵ y Metcalfe y Chalk²⁹ presentan la descripción microscópica a nivel de familia. Corothie¹⁰ presenta la descripción macroscópica de los géneros *Banisteria*, *Bunchosia*, *Byrsonima* y *Malpighia*. Record y Hess³⁵ también presentan la descripción macroscópica para los géneros *Banisteria*, *Banisteriopsis*, *Bunchosia*, *Burdachia*, *Byrsonima*, *Diacidia*, *Glandonia*, *Lophanthera*, *Malpighia*, *Spachea*, *Tetrapodenia* y *Thryallis*. A nivel de especie, las descripciones a escala microscópica son escasas y la mayoría de ellas se concentran en especies del género *Byrsonima* (Kribs^{21,20}, Détienne et al.¹⁴, Manieri y Chimelo²⁷, Carreras y Dechamps⁶). Détienne et al.¹⁴ también describe la especie *Spachea elegans* mientras que Lindorf²⁵ presenta información sobre algunas características anatómicas cuantitativas de la especie *Malpighia emarginata*.

El presente trabajo tiene como objetivo presentar la descripción anatómica del xilema caulinar de 17 especies de la familia Malpighiaceae, elaborar una clave de identificación en base a características anatómicas de la madera y establecer algunas comparaciones en relación con aspectos de filogenia entre las dos subfamilias constituyentes de la Malpighiaceae.

MATERIALES Y MÉTODOS

El material de estudio corresponde a muestras de madera de 17 especies arbóreas de la familia Malpighiaceae (Tabla I), colectadas en diferentes regiones geográficas y pertenecientes a la Xiloteca MERw del Laboratorio de Anatomía de Maderas de la Universidad de Los Andes (Mérida, Venezuela).

La preparación de muestras para estudio microscópico se realizó mediante la aplicación de la metodología utilizada en el Laboratorio de Anatomía de Maderas de la Universidad de Los Andes (Corothie⁹), utilizando un micrótopo de deslizamiento para la realización de cortes con un espesor que osciló entre 22 y 30 μm . Se utilizó Safranina como medio de tinción y resina sintética para el montaje. Para la preparación de macerados se siguió la metodología de Franklin¹⁶ la cual consiste en colocar astillas de madera en una mezcla de Peróxido de Hidrógeno y Ácido Acético Glacial (1:1) y llevarlas a estufa, a 50°C, durante 12 horas para luego proceder a la maceración del tejido. La descripción del material leñoso fue realizada tomando en consideración todos los caracteres indicados en la Lista Estándar de la IAWA¹⁸ para Identificación de Maderas Latifoliadas. Las características cuantitativas estudiadas fueron número de poros por mm^2 , diámetro tangencial de los poros, diámetro de punteaduras, longitud de elementos vasculares, longitud de fibras, número de radios por mm y altura de radios. El número de mediciones realizadas por cada individuo y carácter es el establecido por IAWA Committee¹⁸. En la descripción de características cuantitativas se incluyen los valores máximo y mínimo observado, así como el respectivo promedio. En el caso de las especies en donde se estudió más de un individuo se incluyen dos valores promedio: el promedio menor y el promedio mayor. La presentación de dos valores promedio se considera más representativa que calcular un promedio general debido a la variabilidad que podría existir entre individuos de una misma especie. Para el diámetro de punteaduras y número de radios por mm lineal sólo se presentan el valor mayor y el valor menor observado, tal como lo indica IAWA Committee¹⁸. Las características cuantitativas fueron sometidas a un análisis de varianza ($\pm = 0,05$) y a prueba de Scheffe para diferencias de medias, utilizando el programa SPSS 13.0 bajo Windows. Para la determinación del color se utilizó la Tabla de Colores de Suelos de Munsell³¹. La toma de micrografías se hizo con una cámara Pentax SXn acoplada a un microscopio Kyowa.

RESULTADOS

Descripción de especies

Banisteriopsis acapulcensis (Rose) Small.

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

Anillos de crecimiento definidos por engrosamiento de las paredes de las fibras y reducción de su diámetro radial, ocasionalmente delgadas bandas de parénquima marginal. Porosidad difusa (Fig. 1a). Poros sin patrón definido de disposición, solitarios y múltiples radiales de 2-4(-7), algunos arracimados. Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, pequeñas a medianas. Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares. Fibras septadas (Fig. 1b), paredes medianas a moderadamente gruesas, punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima paratraqueal escaso, vasicéntrico delgado, aliforme de ala corta (Fig. 1a), algunas veces confluyente y delgadas bandas marginales, en series de 3-6 células, predominantemente 4 células. Radios heterocelulares con más de 4 rutas de células marginales, algunos homocelulares de células cuadradas o erectas. Radios de dos tamaños presentes (Fig. 1c). Células radiales perforadas presentes. Cristales prismáticos, algunos alargados, en las células parenquimáticas radiales y en forma de series parenquimáticas cristalíferas (Fig. 1b), abundantes en los radios, 1-3 cristales por célula o cámara.

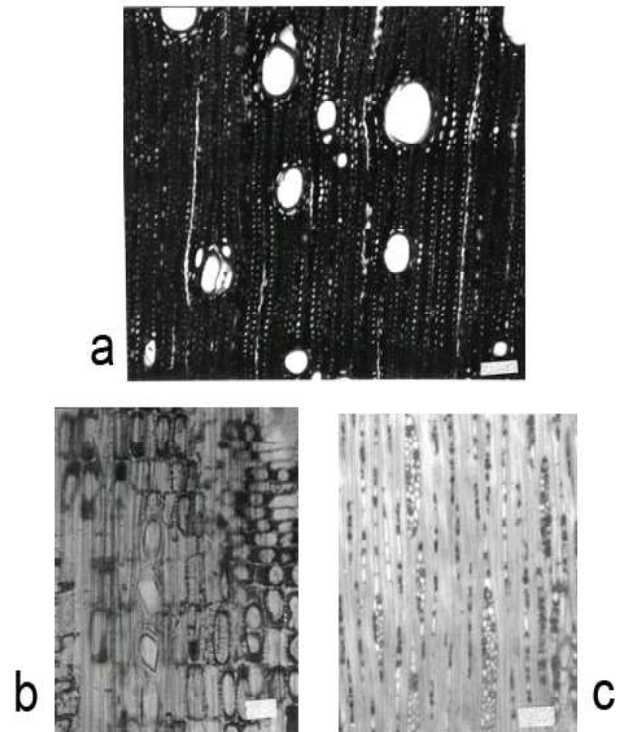


Figura 1. *Banisteriopsis acapulcensis*. (a) Porosidad difusa, parénquima paratraqueal vasicéntrico, aliforme (Barra = 100 μm). (b) Fibras septadas, series parenquimáticas cristalíferas (Barra = 25 μm). (c) Radios de dos tamaños (Barra = 100 μm).

Bunchosia argentea (Jacq.) DC., *B. mollis* Benth.

Madera de color amarillo (2.5Y 8/4), sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor ausentes. Lustre bajo a mediano. Textura mediana. Grano recto a inclinado. Dura y pesada.

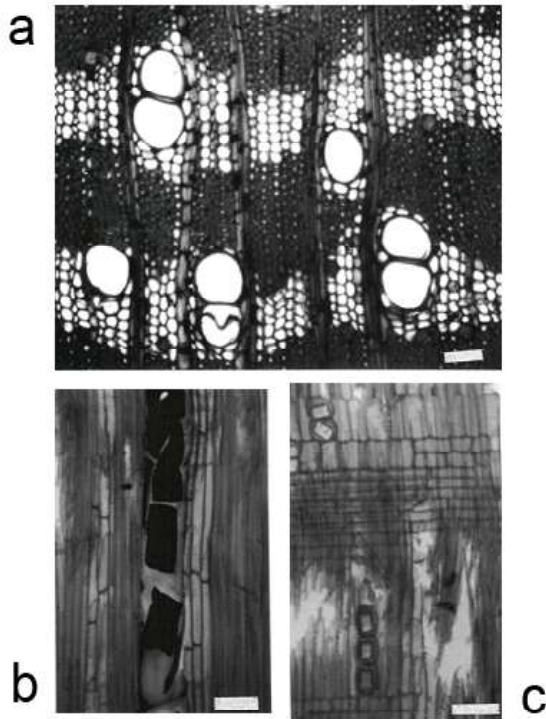


Figura 2. *Bunchosia argentea*. (a) Porosidad difusa, parénquima en bandas anchas (Barra = 100 μ m). (b) Vaso con goma, fibras no septadas (Barra = 100 μ m). (c) Cristales en los radios, en cámara, y formando series parenquimáticas cristalíferas.

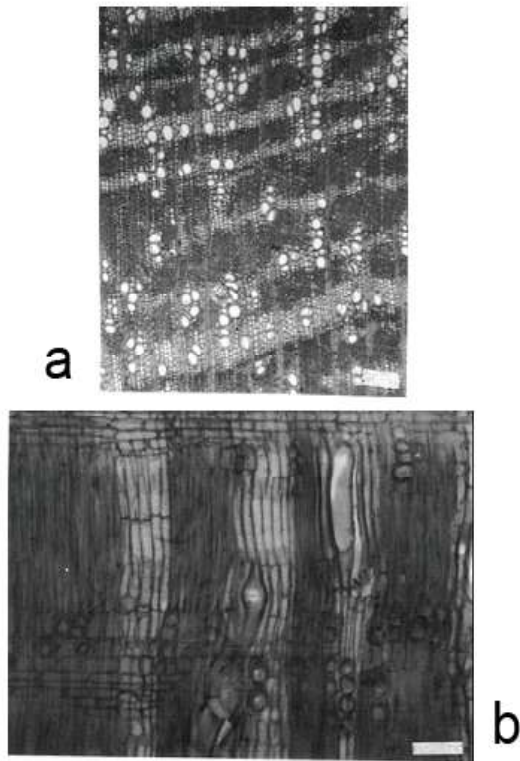


Figura 3. *Bunchosia mollis*. (a) Porosidad difusa, parénquima en bandas anchas (Barra = 500 μ m). (b) Cristales en células parenquimáticas radiales y formando series cristalíferas; fibras no septadas (Barra = 100 μ m).

Anillos de crecimiento no definidos. Porosidad difusa (Fig. 2a, 3a). Poros sin patrón definido de disposición, solitarios y múltiples radiales de 2-5, algunos arracimados en *B. mollis*. Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, pequeñas. Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares. Depósitos de goma en los vasos de *B. argentea* (Fig. 2b), abundantes. Fibras no septadas (Fig. 2b, 2c, 3b), paredes gruesas a muy gruesas, punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima paratraqueal aliforme, confluyente, ocasionalmente unilateral (X4255); predominantemente en bandas con más de 3 células de ancho (Fig. 2a, 3a); en series de 2-4 células, ocasionalmente fusiforme en *B. argentea*; abundante fusiforme con algunas series de 2(-3) células en *B. mollis*. Radios heterocelulares con 1-3 rutas de células marginales, hasta 4 rutas en *B. mollis*. Parénquima radial disyuntivo en *B. argentea* (X4255, X6278). Células radiales perforadas en *B. mollis* (X4166). Cristales prismáticos presentes en células cuadradas o erectas; algunas veces en cámara (Fig. 2c, 3b); y formando series parenquimáticas cristalíferas (Fig. 2c); un cristal por célula o cámara; hasta dos cristales en *B. mollis*.

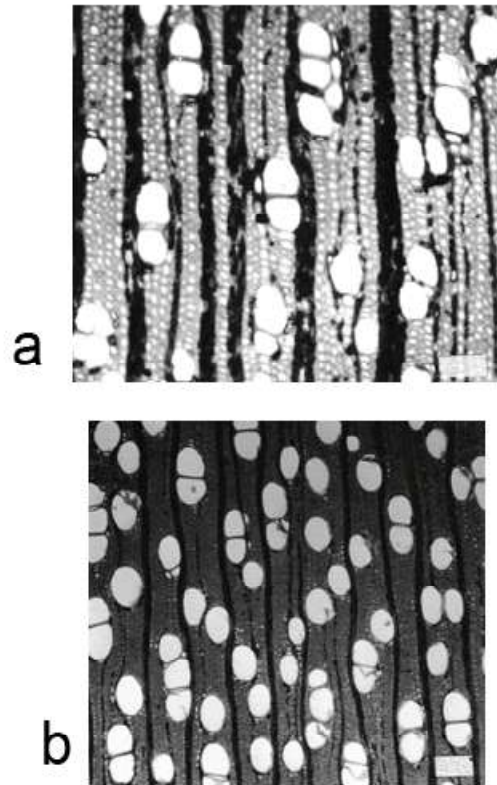


Figura 4. Porosidad difusa, poros solitarios y múltiples radiales de 2-4; parénquima paratraqueal escaso (a) *Byrsonima coriacea* (Barra = 100 μ m). (b) *B. stipulacea* (Barra = 25 μ m).

Byrsonima aerugo Sagot, *B. arthropoda* A. Juss., *B. chalcophylla* Nied., *B. chrysophylla* Kunth., *B. coriacea* (Sw.) DC., *B. crassifolia* (L.) Kunth., *B. densa* (Poir.) DC., *B. frondosa* A. Juss., *B. japurensis* A. Juss., *B. ligustrifolia* St. Hilaire, *B. rugosa* Benth., *B. spicata* (Cav.) DC., *B. stipulacea* A. Juss.

Madera de color rosado (5YR 8/4) a ligeramente marrón rojizo (5YR 7/3, 5YR 6/3, 5YR 6/4), marrón claro (7.5YR 6/4) en *B. chalcophylla*, sin transición entre albura y duramen excepto en *B. crassifolia* donde se presenta una albura de color rosado (7.5YR 7/4) y duramen marrón rojizo (5YR 5/4) con transición gradual entre albura y duramen. Olor y sabor ausentes. Lustre bajo; mediano en *B. chalcophylla*, *B. crassifolia*, *B. japurensis*, *B. rugosa*. Textura fina. Grano recto a inclinado. Moderadamente dura y pesada; dura y pesada en *B. crassifolia*, *B. densa*, *B. frondosa*.

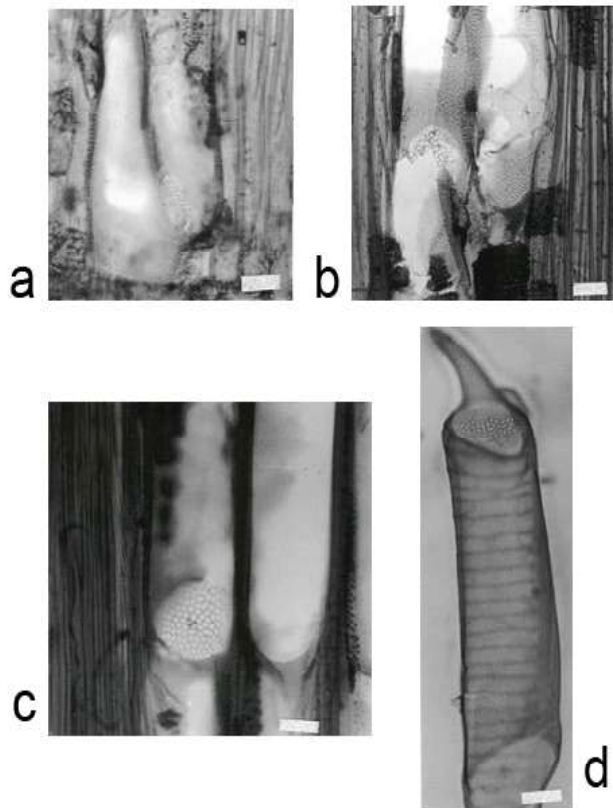


Figura 5. Platinas de perforación foraminada (a) *Byrsonima crassifolia* (Barra = 25 μ m) (b) *B. japurensis* (Barra = 50 μ m) (c) *B. stipulacea* (Barra = 25 μ m) (d) *B. japurensis*. Platina dimórfica (Barra = 25 μ m).

Anillos de crecimiento no definidos (Fig. 4a, 4b), macroscópicamente se pueden diferenciar como zonas de madera tardía de color oscuro en *B. frondosa*, *B. spicata*; no definidos a definidos por reducción del diámetro radial de las paredes de las fibras en *B. japurensis*, *B. ligustrifolia*, *B. rugosa*. Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, solitarios y múltiples radiales de 2-4 (Figura 4a, 4b), hasta 5 en *B. crassifolia* y hasta 6 en *B. ligustrifolia*. Platinas de perforación simples, algunas foraminadas en *B. aerugo*, *B. chalcophylla*, *B. crassifolia* (Fig. 5a), *B. densa*, *B. japurensis* (Fig. 5b), *B. ligustrifolia*, *B. rugosa*, *B. spicata*, *B. stipulacea* (Fig. 5c), ocasionalmente escalariforme con una barra en *B. spicata* (X1112); dimórficas en *B. japurensis* (Fig. 5d), es decir presencia de elementos vasculares con diferentes tipos de platina: un extremo con platina simple y el otro con foraminada. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, pequeñas

a medianas; diminutas a pequeñas en *B. chalcophylla*, *B. chrysophylla*, *B. coriacea*, *B. crassifolia*, *B. frondosa*, *B. frondosa*, *B. japurensis*, *B. ligustrifolia*, *B. rugosa*, *B. spicata*. Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares; algunas veces con areola reducida y aparentemente simples en *B. densa*, *B. frondosa*.

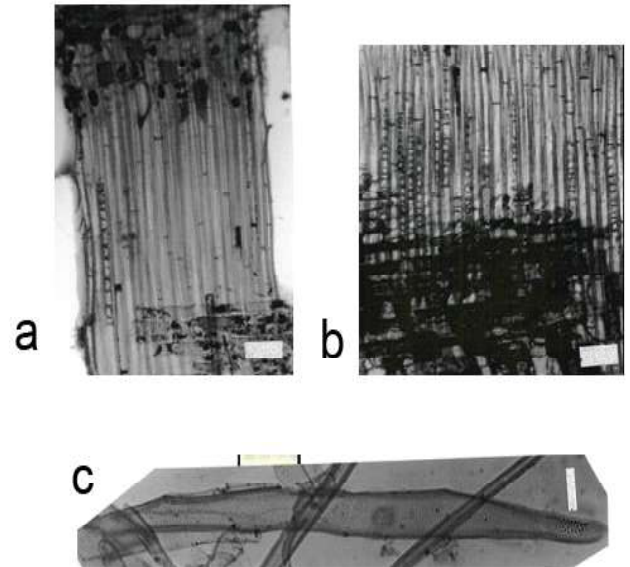


Figura 6. (a) *Byrsonima arthropoda*. Fibras septadas, cristales en las fibras formando series (Barra = 100 μ m). (b) *Byrsonima japurensis*. Fibras septadas, cristales en las fibras formando series (Barra = 100 μ m). (c) *Byrsonima spicata*. Traqueida en tejido macerado (Barra = 25 μ m).

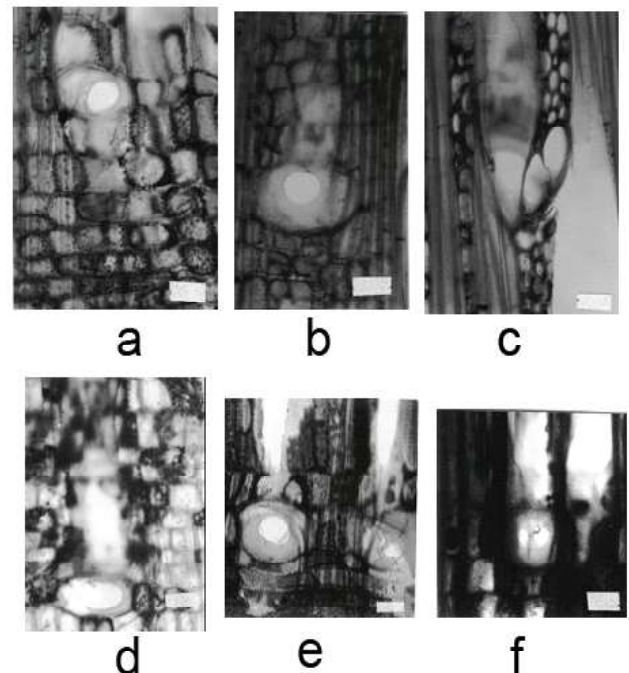


Figura 7. Células radiales perforadas (a) *Byrsonima chalcophylla* (Barra = 100 μ m) (b) *B. chrysophylla*, sección radial (Barra = 25 μ m). (c) *B. chrysophylla*, sección tangencial (Barra = 25 μ m). (d) *B. crassifolia* (Barra = 50 μ m). (e) *B. japurensis* (Barra = 25 μ m). *B. ligustrifolia*. Dos aberturas en una célula radial perforada (Barra = 50 μ m).

Punteaduras no ornadas, combinadas con ornadas en *B. arthropoda*, *B. crassifolia*, *B. densa*, *B. japurensis*, *B. stipulacea*. Tíldes presente, ocasionalmente depósitos de goma en *B. chalcophylla*, *B. coriacea*, *B. crassifolia*, *B. ligustrifolia*, *B. spicata*, *B. stipulacea*. Fibras septadas (Fig. 6a, Fig. 6b), paredes medianas (*B. chrysophylla*, *B. coriacea*, *B. crassifolia*, *B. densa*) a gruesas, delgadas en *B. ligustrifolia*, delgadas a moderadamente gruesas en *B. japurensis*, punteaduras indistintamente areoladas. Traqueidas presentes en *B. spicata* (Fig. 6ca). Parénquima paratraqueal escaso (Fig. 4a, 4b), ocasionalmente vasicéntrico delgado; en series de 4-5 (-7) células en *B. aerugo*, *B. chrysophylla*, *B. densa*, 2-4 células en *B. arthropoda*, *B. frondosa*, *B. rugosa*, 3-7(-8) células en *B. chalcophylla*, *B. ligustrifolia*, *B. spicata*, *B. stipulacea*, 5-8 células en *B. coriacea*, *B. japurensis*, 3-5 en *B. crassifolia*. Radios heterocelulares con 1-4(-5) rutas de células marginales, ocasionalmente homocelulares de células cuadradas o erectas y heterocelulares hasta con 8 rutas de células marginales. Células radiales perforadas en *B. coriacea*, *B. chalcophylla* (Fig. 7a), *B. chrysophylla* (Fig. 7b, 7c), *B. crassifolia* (Fig. 7d), *B. japurensis* (Fig. 7e), *B. ligustrifolia* (Fig. 7f), *B. rugosa*, *B. spicata*; perforaciones simples y foraminadas (*B. rugosa*). Cristales prismáticos presentes en células cuadradas o erectas y en procumbentes de los radios; predominantemente en cámara en las células radiales; en las fibras *B. aerugo*, *B. arthropoda* (Fig. 6a), *B. densa*, *B. frondosa*, *B. japurensis* (Fig. 6b) y formando series cristalíferas en parénquima axial y fibras en *B. aerugo*, *B. arthropoda* (Fig. 6a), *B. japurensis* (Fig. 6b); un cristal por célula o cámara.

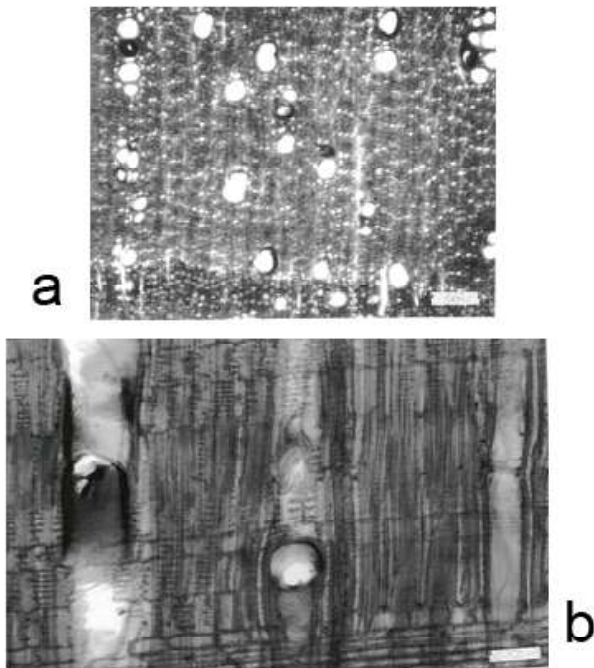


Figura 8. (a) *Malpighia glabra*. Poros solitarios, múltiples radiales y arracimados, depósitos de goma; parénquima apotraqueal difuso en agregados, paratraqueal escaso, marginal (Barra = 100 μ m). (b) Parénquima radial disyuntivo; célula radial perforada (Barra = 100 μ m).

Malpighia glabra L.

Madera de color amarillo (2.5Y 8/6), sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor ausente. Lustre mediano. Textura fina. Grano recto. Moderadamente dura y pesada.

Anillos de crecimiento definidos por engrosamiento y reducción del diámetro radial de las paredes de las fibras y estrechas bandas de parénquima marginal (Fig. 8a). Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, solitarios y predominantemente múltiples radiales de 2-6(-10), algunos arracimados (Fig. 8a). Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, diminutas. Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares. Depósitos de goma presentes en los poros. Fibras no septadas, paredes medianas a gruesas, punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima apotraqueal difuso, en agregados, paratraqueal escaso, algunas veces marginal (Fig. 8a); en series de 2-5 células. Radios heterocelulares con 1-4 rutas de células marginales, algunos homocelulares de células cuadradas o erectas. Parénquima radial disyuntivo presente (Fig. 8b). Células radiales perforadas presentes (Fig. 8b). Cristales prismáticos en series parenquimáticas cristalíferas, abundantes, un cristal por cámara.

Características cuantitativas:

En las tablas II y III se presentan los resultados correspondientes a las características cuantitativas.

El diámetro promedio de los poros en los 30 individuos estudiados osciló entre 47,6 μ m y 165,6 μ m (Tabla II). Tomando en consideración las categorías establecidas por IAWA Committee¹⁸ y en base a los valores promedio observados; los diferentes individuos estudiados se concentran en las categorías I (< 50 μ m). El análisis de varianza indica la existencia de diferencias estadísticamente significativas y la prueba de Scheffe ($\alpha = 0,05$) señala la formación de 14 grupos homogéneos con notable traslape entre sí. El grupo más amplio incluye 13 individuos (43,33 % del total) cuyo diámetro promedio de poros osciló entre 77,4 y 105,2 μ m. Es importante señalar que los individuos del género *Byrsonima* tuvieron representación en la mayoría de los grupos formados y sólo estuvieron ausentes en el grupo que incluye los individuos con menor diámetro de poros inferiores.

Con relación a las punteaduras y de acuerdo a las categorías establecidas por IAWA Committee¹⁸, la mayoría de los individuos estudiados poseen punteaduras de diminutas a pequeñas. La presencia de punteaduras medianas se restringió a tres (3) individuos de *Byrsonima stipulacea* y un individuo de *B. densa*.

La altura promedio de los radios osciló entre un mínimo de 144 μ m en *Malpighia glabra*, y un máximo de 980 μ m, en *Byrsonima aerugo* (Tabla II). En base a la altura promedio de los radios, todos los individuos estudiados poseen radios menores de 1 mm; a pesar que en algunos casos se observaron radios individuales mayores de 1 mm (*Bunchosia argentea*, *Byrsonima aerugo*, *B. arthropoda*, *B. chalcophylla*, *B. chrysophylla*, *B. crassifolia*, *B. densa*, *B. japurensis*, *B. ligustrifolia*, *B. spicata*, *B. stipulacea*); pero no en suficiente proporción como para representar un promedio total de radios mayores de 1

mm. El análisis de varianza y la prueba de Scheffe ($\alpha = 0,05$) señala la formación de seis grupos homogéneos con traslape entre sí. El grupo más amplio incluye a los individuos con radios cuya altura promedio osciló entre 432 y 725,8 μm y el total de individuos en este grupo asciende a 24, representando el 80 % del total estudiado. Las especies de *Byrsonima* tuvieron representantes en cinco de los seis grupos formados, estando ausentes sólo en el primer grupo (radios con altura promedio de 144-432 μm) en el cual se ubicaron individuos de *Bunchosia argentea*, *B. mollis* y *Malpighia glabra*. En aquellas especies en donde se estudió más de un individuo, no se encontraron diferencias significativas entre individuos.

La longitud promedio de los elementos vasculares osciló entre 207,00 μm y 674,80 μm (Tabla II). De acuerdo a las categorías establecidas por IAWA Committee¹⁸ y el valor promedio de la longitud de elementos vasculares; se observa que el 80% de los individuos estudiados se ubican en la categoría II (350-800 μm) y el 20% restante en la categoría I (< 350 μm). El análisis de varianza y la prueba de Scheffe ($\alpha = 0,005$) arroja la formación de seis grupos homogéneos con traslape entre sí y donde las principales diferencias se presentan entre los grupos extremos, el de los radios de menor tamaño promedio (207,0-410,0 μm) y el grupo que incluye los de mayor tamaño (452,6-674,8 μm). El primer grupo incluye 9 individuos (30 % del total)

Tabla I. Especies estudiadas, número de muestra de Xiloteca, Herbario y procedencia.

Especie	Muestra de Xiloteca	Muestra de Herbario
<i>Banisteriopsis acapulcensis</i>	X2823	S1019 W.10304 Inst. Botánico
<i>Bunchosia argentea</i>	X4255X5898X5899	B4610 Breteler1729 León, Hernández1730 León, Hernández
<i>Bunchosia mollis</i>	X1861X4166	B4060 Breteler
<i>Byrsonima aerugo</i>	X216X1740	1502 Bernardi74 Conejos
<i>Byrsonima arthropoda</i>	X1887	14, 39 Gutiérrez
<i>Byrsonima chalcophylla</i>	X5246	86-981 Marcano Bertí, Pinto, Peña
<i>Byrsonima chrysophylla</i>	X5305	115-979 MarcanoBertí y Salcedo
<i>Byrsonima coriacea</i>	X5122	1321 Rollet
<i>Byrsonima crassifolia</i>	X1717X5263	—
<i>Byrsonima densa</i>	X2376	132-981Marcano Bertí, Pinto, Peña
<i>Byrsonima frondosa</i>	X4786	1660960 Krukoff
<i>Byrsonima japurensis</i>	X2003X2184	191 Delgado
<i>Byrsonima ligustrifolia</i>	X4901	1660405 Krukoff1660731 Krukoff
<i>Byrsonima rugosa</i>	X5048	2499 Kuhlmann
<i>Byrsonima spicata</i>	X1112	250 Valverde
	X1846	482 Ruíz Terán
	X4165	3962 Breteler
	X5902	—
<i>Byrsonima stipulacea</i>	X733	1733 León, Hernández
	X4641	915Bernardi,
	X5204	—
	X5225	9-981 Marcano Bertí, Pinto, Peña
<i>Malpighia glabra</i>	X1168X2824	37-981 Marcano Bertí, Pinto, Peña
		335 Ruíz Terán
		S 1014, W.10295 Inst. Botánico

Tabla II. Características cuantitativas de los vasos.

Especie	Poros/ mm ²	ϕ poros (μm)	ϕ punt. (μm)	LEV (μm)	LF/LEV
<i>Banisteriopsis acapulcensis</i>	17	(75-) 93 (-115)	5-6,25	(205-) 354 (-600)	2,61
<i>Bunchosia argentea</i>	10-26	(60-) 82-99 (-125)	5-6,25	(125-) 255-381 (-550)	4,14
<i>B. mollis</i>	47-57	(45-) 55-60 (-90)	3,75-5	(105-) 207-217 (-280)	4,61
<i>Byrsonima aerugo</i>	8-12	(110-) 157-166 (-220)	5-6,25	(280-) 572-587 (-900)	2,98
<i>B. arthropoda</i>	19	(105-) 138 (-165)	5-6,25	(335-) 555 (-830)	2,99
<i>B. chalcophylla</i>	40	(70-) 91 (-110)	3,75-5	(400-) 621 (-900)	2,44
<i>B. chrysophylla</i>	35	(95-) 115 (-130)	3,75-5	(240-) 472 (-880)	2,62
<i>B. coriacea</i>	36	(60-) 77 (-100)	3,75-5	(285-) 536 (-770)	2,78
<i>B. crassifolia</i>	21	(60-) 76-104 (-135)	3,75-6,25	(170-) 410-640 (-1065)	2,66
<i>B. densa</i>	7	(100-) 134 (-170)	6,25-8,75	(390-) 665 (-1020)	2,38
<i>B. frondosa</i>	8	(115-) 148 (-195)	3,75-5	(200-) 531 (-830)	3,55
<i>B. japurensis</i>	21-23	(80-) 105-113 (-150)	3,75-6,25	(360-) 648-675 (-1110)	2,48
<i>B. ligustrifolia</i>	58	(70-) 87 (-115)	3,75-5	(230-) 453 (-630)	2,91
<i>B. rugosa</i>	27	(70-) 98 (-125)	3,75-5	(280-) 473 (-605)	2,50
<i>B. spicata</i>	13-24	(40-) 82-99 (-130)	3,75-5	(230-) 474-600 (-950)	2,85
<i>B. stipulacea</i>	8-21	(100-) 120-150 (-190)	6,25-8,75	(185-) 539-670 (-1070)	2,72
<i>Malpighia glabra</i>	127-129	(35-) 46-48 (-60)	2,5-3,75	(135-) 230-231 (-380)	2,98

LEV : Longitud de elementos vasculares

LF/LEV = relación entre longitud de fibras y longitud de elementos vasculares.

Tabla III. Características cuantitativas de fibras y radios.

Especie	Longitud de la fibra (µm)	Radios / mm	Ancho de radios ^a (µm)	Altura de radios (µm)
<i>Banisteriopsis acapulcensis</i>	(820-) 923 (-1020)	17-21	Uniseriados y 4-5	(340-) 516 (-750)
<i>Bunchosia argentea</i>	(800-) 1045-1583 (-1885)	4-9	1-3, predominan 2	(220-) 432-567 (-1030)
<i>B. mollis</i>	(805-) 955-1002 (-1380)	4-7	1-6, predominan 4-5	(170-) 260-262 (-390)
<i>Byrsonima aerugo</i>	(1280-) 1704-1707 (-2210)	3-8	1-7, predominan 4-5	(160-) 661-980 (-1665)
<i>B. arthropoda</i>	(1130-) 1658 (-2315)	4-6	1-5, predominan 4	(440-) 649 (-1010)
<i>B. chalcophylla</i>	(1240-) 1513 (-1770)	6-8	1-3, predominan 3	(300-) 622 (-1000)
<i>B. chrysophylla</i>	(855-) 1236 (-1530)	6-10	1-4, predominan 2-3	(320-) 660 (-1095)
<i>B. coriacea</i>	(985-) 1492 (-1800)	4-9	1-5, predominan 4	(270-) 513 (-760)
<i>B. crassifolia</i>	(880-) 1089-1645 (-2090)	5-10	1-5	(340-) 608-716 (-1160)
<i>B. densa</i>	(1080-) 1581 (-2010)	5-8	1-4, predominan 3-4	(360-) 713 (-1180)
<i>B. frondosa</i>	(1290-) 1887 (-2300)	5-8	1-4, predominan 3-4	(330-) 536 (-750)
<i>B. japurensis</i>	(1240-) 1610-1614 (-2025)	5-10	1-5, predominan 4	(330-) 687-726 (-1240)
<i>B. ligustrifolia</i>	(920-) 1319 (-1770)	6-10	1-8	(400-) 659 (-1040)
<i>B. rugosa</i>	(910-) 1184 (-1450)	8-12	1-3, predominan 3	(320-) 819 (-1935)
<i>B. spicata</i>	(1000-) 1352-1559 (-1970)	4-8	1-6, predominan 4	(240-) 482-641 (-1085)
<i>B. stipulacea</i>	(1025-) 1466-1803 (-2070)	3-8	1-6	(310-) 503-712 (-1200)
<i>Malpighia glabra</i>	(520-) 686-759 (-915)	14-20	1-4	(80-) 144-209 (-380)

^a(número de células)

pertenecientes a las especies *Banisteriopsis acapulcensis*, *Bunchosia argentea*, *B. mollis*, *Malpighia glabra* y *Byrsonima crassifolia*. En el segundo grupo se agrupan el 70 % restante de los individuos estudiados y sólo hay individuos pertenecientes al género *Byrsonima*.

La longitud promedio de las fibras osciló entre 686,20 μm y 1962,20 μm (Tabla III) y de acuerdo a las categorías establecidas por IAWA Committee¹⁸, el 10% de los individuos estudiados se ubica en la categoría I (< 900 μm); en la categoría II (900-1600 μm) y el 33,33% en la categoría III (< 1600 μm). El análisis de varianza y la prueba de Scheffe ($\alpha = 0,005$) para diferencia de medias indica la formación de 13 grupos homogéneos con traslape entre sí, observándose que el 56,67 % de los individuos se ubican en el grupo de *Banisteriopsis acapulcensis*, *Bunchosia argentea*, *B. mollis* y *Malpighia glabra*.

Clave de identificación:

- 1a. Fibras septadas 2
- b. Fibras no septadas 6
- 2a. Parénquima paratraqueal aliforme y confluyente presente. *Banisteriopsis acapulcensis*
- b. Parénquima sólo de tipo paratraqueal escaso y vasicéntrico delgado 3
- 3a. Cristales presentes en fibras y parénquima axial 4
- b. Cristales sólo en células parenquimáticas radiales 5
- 4a. Cristales formando series en parénquima axial y fibras *Byrsonima aerugo*, *B. arthropoda*
- b. Cristales ausentes en parénquima axial y sin formar series en las fibras *Byrsonima densa*, *B. frondosa*, *B. japurensis*
- 5a. Platinas foraminadas presentes *Byrsonima chalcophylla*, *B. crassifolia*, *B. ligustrifolia*, *B. rugosa*, *B. spicata*, *B. stipulacea*
- b. Platinas de perforación exclusivamente simples *B. chrysophylla*, *B. coriacea*
- 6a. Parénquima predominantemente en bandas anchas, cristales en parénquima radial y axial 7
- b. Parénquima en bandas anchas ausente, cristales sólo en parénquima axial. *Malpighia glabra*

7a. Parénquima fusiforme ausente a escaso *Bunchosia argentea*

b. Parénquima fusiforme abundante *B. mollis*

DISCUSIÓN

Las muestras estudiadas corresponden a cuatro géneros: *Banisteriopsis*, *Bunchosia*, *Byrsonima* y *Malpighia* y se pueden observar una serie de diferencias a nivel genérico en los siguientes aspectos: vasos con platinas de perforación exclusivamente simples en *Banisteriopsis*, *Bunchosia*, *Malpighia*; predominantemente simples con algunas foraminadas en el 69,23% de las especies estudiadas del género *Byrsonima*. Fibras septadas en *Banisteriopsis* y *Byrsonima*; no septadas en *Bunchosia* y *Malpighia*. Parénquima paratraqueal escaso, vasicéntrico delgado, aliforme, ocasionalmente confluyente en *Banisteriopsis*; predominantemente en bandas anchas en *Bunchosia*; paratraqueal escaso a vasicéntrico delgado en *Byrsonima*; apotraqueal difuso, en agregados, marginal en *Malpighia*.

Record y Hess³⁵ y Metcalfe y Chalk²⁹ indican que una de las características de la familia Malpighiaceae es la presencia de platinas de perforación exclusivamente simples. En el material estudiado se observó la presencia de platinas foraminadas en *Byrsonima aerugo*, *B. chalcophylla*, *B. crassifolia*, *B. densa*, *B. japurensis*, *B. ligustrifolia*, *B. rugosa*, *B. spicata* y *B. stipulacea*. Aún cuando existe un predominio de platinas simples, la presencia de platinas foraminadas se manifiesta con regularidad en las especies mencionadas y es posible que se presenten en otras especies de este mismo género. Las descripciones de *Byrsonima aerugo* (Détienne et al.¹⁴), *B. crassifolia* (Kribs²⁰; Détienne et al.¹⁴; Carrera y Dechamps⁶), *B. densa* (Détienne et al.¹⁴), *B. stipulacea* y *B. rugosa* (Kribs²⁰) sólo mencionan la presencia de platinas de perforación simple. Détienne et al.¹⁴) también presenta las descripciones de *B. rugosa* y *B. stipulacea* y coinciden con lo encontrado en el presente trabajo en relación a la presencia de platinas foraminadas. Con relación a la presencia de células radiales perforadas, éstas se observaron todos los géneros

estudiados, pero no en todas las especies. La forma de la abertura de las células radiales perforadas varió de circular a elíptica, con su eje mayor en dirección radial. El tipo de perforación a nivel de estas células fue exclusivamente simples, excepto en un individuo de *B. rugosa* (X5048) donde se observó una platina foraminada. El número y tamaño de las células perforadas fue variable y en algunas especies no se observaron en todos los individuos estudiados, siendo el caso más notable el de la especie *B. spicata* donde sólo uno de los cuatro individuos estudiados presentó células radiales perforadas.

Comúnmente se observó una célula perforada por radio, excepto en *B. japurensis* donde se encontraron 1-2 células perforadas por radio. El diámetro radial de la abertura de las células perforadas fue considerablemente menor al diámetro de los poros en cada especie, siendo aproximadamente la mitad del valor promedio del diámetro de los poros. Según Ceccantini y Angyalossy-Alfonso⁷, el tamaño de las células perforadas puede influir sobre la capacidad de movilización de agua y cuando éstas son más pequeñas que los poros ofrecen más resistencia al flujo de agua en comparación con los vasos. Es importante señalar que la presencia de las células perforadas se observó en la porción multiseriada de los radios. Según Vijendra Rao et al.³⁹, normalmente este tipo de células se presentan en la porción uniseriada de los radios y su desarrollo en porciones multiseriadas se remite a un número reducido de géneros y entre los pocos reportes se puede mencionar el de Botosso y Gomes³, Dayal et al.¹³ y Eom y Cheng¹⁵.

Anteriormente este tipo de células había sido reportada para especies de otros grupos taxonómicos como Boraginaceae (León²²), Caprifoliaceae (Eom y Cheng¹⁵), Elaeocarpaceae (Lopes-Teixeira²⁶), Euphorbiaceae (Nazma et al.³², León y Chavarri²³), Flacourtiaceae (Miller³⁰, Lopes-Teixeira²⁶), Myrsinaceae (Dayal et al.¹³; Otegui³⁴), Rubiaceae (Ceccantini y Angyalossy-Alfonso⁷), Santalaceae (Vijendra Rao et al.³⁹), Solanaceae (Lindorf²⁴), Sonneratiaceae (Vijendra Rao et al.⁴⁰), Symplocaceae (Norverto³³). Giraud (1983), citado por Ceccantini y Angyalossy-Alfonso⁷, indica que existe correlación entre la presencia de células radiales perforadas y características como tamaño de radios, número de radios por mm y los valores de la relación entre longitud de fibras y elementos vasculares (LF/LEV). En general, las correlaciones indican presencia de radios altos, menos de 10 radios por mm y valores de LF/LEV mayores de 1,9. Para las especies donde se observaron células radiales perforadas se cumplen las condiciones indicadas: todas tuvieron una relación LF/LEV mayor de 1,9 (Tabla II), la altura promedio de los radios mostró valores superiores a 600 μm (Tabla III) y la frecuencia de radios fue menor o igual de 10 radios por mm lineal (Tabla III), excepto en *B. rugosa* donde se observaron entre 8 y 12 radios por mm lineal. Chalk y Chattaway (1933), citados por Rudall³⁶, señalan que la presencia de células radiales perforadas se encuentra asociada con el desarrollo de radios heterocelulares, característica que también coincide con las observaciones del presente estudio.

Dayal et al.¹³, Rudall³⁶, Carlquist⁵ y Otegui³⁴ señalan que el desarrollo de este tipo de células es debido a variables de la actividad cambial y al no presentarse como un carácter anatómico constante, su valor taxonómico es limitado.

Respecto a la presencia de punteaduras ornadas, sólo se observaron en algunas especies del género *Byrsonima* (*B. crassifolia*, *B. densa*, *B. japurensis*, *B. stipulacea*). Jansen et al.¹⁹ no mencionan a la familia Malpighiaceae entre los grupos taxonómicos en donde se ha reportado la presencia de punteaduras ornadas, aunque Record y Hess³⁵, Metcalfe y Chalk²⁹ y Carlquist⁵ lo incluyen entre las familias con este tipo de punteaduras. Lo observado en el presente estudio indica que la presencia de punteaduras ornadas se combina con punteaduras no ornadas, siendo estas últimas las que predominan. Sin embargo, es necesario complementar estas observaciones con el uso de microscopio electrónico para tener más certeza en las mismas.

La presencia de cristales en la familia Malpighiaceae es mencionada por Record y Hess³⁵ y Metcalfe y Chalk²⁹; indicando que se pueden presentar tanto en parénquima radial como axial. Kribs²⁰ menciona la presencia de cristales en el parénquima radial de *Byrsonima crassifolia*, *B. coriacea* y *B. stipulacea*; mientras que Détienne et al.¹⁴ indican el mismo tipo de ubicación para los cristales en *Byrsonima aerugo*, *B. coriacea*, *B. crassifolia*, *B. densa*, *B. observay* y *B. stipulacea*. Carlquist⁵ menciona que en la familia Malpighiaceae se pueden presentar cristales en parénquima axial y radial del género *Bunchosia*. En las especies incluidas en el presente estudio, fue común encontrar cristales en las células parenquimáticas radiales, excepto en *Malpighia glabra* donde sólo se presentaron cristales en el parénquima axial. Además de la presencia de cristales en los radios, en las especies *Banisteriopsis acapulcensis*, *Bunchosia argentea*, *B. mollis*, *Byrsonima aerugo*, *B. arthropoda* y *B. frondosa* también se observaron en el parénquima axial. En *B. aerugo*, *B. densa*, *B. frondosa* y *B. japurensis* se observaron cristales en las fibras; característica que no había sido reportada para la familia Malpighiaceae.

Desde el punto de vista de aspectos filogenéticos, se observan algunas diferencias entre las especies de la subfamilia Malpighioideae, representada por los géneros *Banisteriopsis*, *Bunchosia* y *Malpighia*, y la subfamilia Byrsonimoideae, representada por el género *Byrsonima*. De acuerdo a lo indicado por Metcalfe y Chalk²⁸ en relación a las tendencias evolutivas del tejido xilemático, las diferentes especies de *Byrsonima* tienen una serie de características que se pueden considerar como más primitivas que las desarrolladas por las especies de la subfamilia Malpighioideae, estas características son las siguientes: presencia de platinas de perforación múltiples, mayor longitud de elementos vasculares, parénquima predominantemente de tipo apotraqueal y paratraqueal escaso, mayor número de células por serie parenquimática, radios más altos y anchos, las punteaduras de las fibras aunque se ubican en la categoría de indistintamente areoladas, son más grandes

y numerosas que las observadas en las diferentes especies de la subfamilia Malpighioideae. Esto coincide con lo planteado por Vega et al.³⁸ quienes consideran que el género *Lophanthera* es basal dentro de la familia Malpighiaceae y este último pertenece a la subfamilia Byrsonimoideae. Adicionalmente, el índice de Chattaway (LF/LEV) mostró los mayores valores en las diferentes especies e la subfamilia Malpighioideae y según Carlquist⁵, los mayores valores de este índice son un reflejo de una alta tasa de crecimiento intrusivo y esto guía a maderas mas especializadas que buscan desarrollar un sistema de soporte óptimo. Bailey y Tupper² afirmaron que la disminución de la longitud de las células iniciales cambiales, y por lo tanto la longitud de los elementos vasculares, coincide con un mayor avance filogenético y esta hipótesis ha sido confirmada en trabajos posteriores. Aplicando lo indicado por Bailey y Tupper² a las especies estudiadas, las mayores longitudes de elementos vasculares se observaron en las diferentes especies del género *Byrsonima*, lo cual confirma el menor grado evolutivo de este género con respecto a los de la subfamilia Malpighioideae.

AGRADECIMIENTO

Al Técnico Julio Maldonado R., por la preparación del material leñoso para su estudio microscópico.

REFERENCIAS

1. **Aristeguieta, L.** Estudio dendrológico de la flora de Venezuela. Caracas. Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales., 2003, Vol. XXXVIII., p. 572.
2. **Bailey, I., Tupper W.** Size variation in tracheary cells I: A comparison between the secondary xylems of vascular cryptogams, gymnosperms and angiosperms. *Proc. Am. Acad. Arts. Sci.*, **54**: 149-204, 1918.
3. **Botosso, P., Vidal, A.** Radial vessels and series of perforated ray cells in Annonaceae. *Rev. Forest. Venez.*, **47**(1): 31-41, 1982.
4. **Cameron, K., Chase M., Anderson, W., Gills, H.** Molecular systematics of Malpighiaceae: evidence from plastid *rbcL* and *matK* sequences. *Am. J. Bot.*, **88**: 1847-1862, 2001.
5. **Carlquist, S.** Comparative wood anatomy. Berlin. Springer-Verlag. 1982, p. 436.
6. **Carrera, R., Dechamps, R.** Anatomía de la madera de 157 especies forestales que crecen en Cuba y sus usos tecnológicos, históricos y culturales. Tervuren, Belgique Musee Royal de L'Afrique Centrale. Documentation Sciences Economiques. Vol. 9. 1995.
7. **Ceccantini, G., Angyalossy-Alfonso, V.** Perforated ray cells in Batías meridionales (Rubiaceae). *IAWA Journal*. **21**: 77-82, 2000.
8. **Chase, M.** An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: *APG II. Bot. J. Linn. Soc.*, **141**: 399-436, 2003.
9. **Corothie, H.** Estructura anatómica de 47 maderas de la Guayana Venezolana. Mérida, Venezuela. Laboratorio Nacional de Productos Forestales. Universidad de Los Andes-Ministerio de Agricultura y Cría. 1967, p. 125.
10. **Corothie, H.** Maderas de Venezuela. Caracas. Ministerio de Agricultura y Cría. 1948, p. 321.
11. **Cronquist, A.** An integrated system of classification of flowering plants. Columbia University Press. New York. 1981.
12. **Davis, C., Anderson W., Donoghue M.** Phylogeny of Malpighiaceae: evidence from chloroplast *ndhF* and *trnL-F* nucleotide sequences. *Am. J. Bot.*, **88**: 1830-1846, 2001.
13. **Dayal, R., Vijendra Rao R., Sharma B.** Perforated ray cells in woods of Indian Myrsinaceae and Loganiaceae. *IAWA Bull. n.s.* **5**: 225-228, 1984
14. **Détienne, P., Jacquet, P., Mariaux, A.** Manuel D'identification des Bois Tropicaux. Marne, France. Centre Technique Forestier Tropical. Tome 3, 1982, p. 315.
15. **Eom, Y., Chung Y.** Perforated ray cells in Korean Caprifoliaceae. *IAWA J.*, **17**: 37-44, 1996.
16. **Franklin, G.** Permanent Preparations of Macerated Wood Fibres. *Tropical Woods*. **49**: 21-22, 1937.
17. **Gentry, A.** A field guide to the families and genera of woody plants of northwest South America (Colombia, Ecuador, Peru) with supplementary notes on herbaceous taxa. Washington DC. Conservation International, 1993, p. 895.
18. **IAWA Committee.** List of microscopic features for hardwood identification. *IAWA Bull. n.s.*, **10**: 219-332, 1989.
19. **Jansen, S., E. Smets., P. Baas.** Vestures in woody plants: A review. *IAWA Journal*. **19**: 347-382.
20. **Kribs, D.** Commercial foreign woods in the american market. New York. Dover Publications Inc., 1968, p. 241.
21. **Kribs, D.** The Persaud Collection of British Guiana Woods. *Tropical Woods*. **13**: 7-46, 1928,
22. **León, W.** Anatomía de la madera de 9 especies del género *Cordia* L. (Boraginaceae - Cordioideae) que crecen en Venezuela. *Rev. Forest. Venez.*, **47**(2): 83-94, 2003.
23. **León, W., Chavarri, B.** Anatomía xilemática del tallo de 8 especies de la Subfamilia Euphorbioideae (Euphorbiaceae). *Revista de la Facultad de Agronomía de la Universidad de La Plata*. **106**(1): 1-12, 2006.
24. **Lindorf, H.** Perforated ray cells in *Saracha quitensis* (Solanaceae). *IAWA J.*, **20**: 75-77, 1999.
25. **Lindorf, H.** Ecoanatomical wood features of species from a very dry tropical forest. *IAWA J.*, **15**: 361-376, 1994.
26. **Lopes-Teixeira, L.** Some unusual features in the wood of *Sloanea lasiocoma* K. Schum. (Elaeocarpaceae) and *Casearia obliqua* Spreng. (Flacourtiaceae). *IAWA Bull. n.s.*, **4**: 213-217, 1983.
27. **Mainieri, C., Chimelo, J.P.** Fichas de características das madeiras brasileiras. Instituto de Pesquisas Tecnológicas de Sao Paulo, 1989, p. 418.
28. **Metcalf, C., Chalk, L.** Anatomy of the dicotyledons Vol. II: Wood structure and conclusion of the general introduction. Clarendon Press. 2nd edition. Oxford. 1983.
29. **Metcalf, C., Chalk, L.** Anatomy of the dicotyledons Vol. I. Oxford. Oxford University Press, 1950, p. 724.
30. **Miller, R.** Systematic anatomy of the xylem and comments on the relationships of Flacourtiaceae. *J. Arnold Arboretum*. **56**: 20-102, 1975.
31. **Munsell Soil Color Charts.** Macbeth Division of Kollmorgan Corporation, 2000, Baltimore.
32. **Nazma, B., Rao, S., Vijendra Rao, R.** Occurrence of perforated ray cells in the wood of *Drypetes roxburghii* (Wall.) Hurusawa. *IAWA Bull. n.s.*, **2**: 201-203, 1981.

33. **Norberto, C.** Perforated ray cells and primary wall remnants in vessel elements perforations of *Symplocos uniflora*. *IWA J.*, **14**: 187-190, 1993.
34. **Otegui, M.** Occurrence of perforated ray cells and ray splitting in *Rapanea laetevirens* and *R. lorentziana* (Myrsinaceae). *IWA J.*, **15**: 257-263, 1994.
35. **Record, S., Hess, R.** Timbers of the new world. Yale University Press. New Haven. 4th Printing, 1949, p. 640.
36. **Rudall, P.** Perforated ray cells in *Hyptis hagei* - A new record for Labiatae. *IWA Bull. n.s.*, **6**: 161-162, 1985.
37. **Srivastava, R.** Malpighiaceae of India. New Delhi. Vedams Books, 1998, p.157.
38. **Vega, A., Castro, M., Anderson, W.** Occurrence and phylogenetic significance of latex in the Malpighiaceae. *Am. J. Bot.*, **89**: 1725-1729, 2002.
39. **Vijendra Rao, R., Sharma, B., Dayal, R.** Occurrence of perforated ray cells in Santalaceae. *IWA Bull. n.s.*, **5**: 313-315, 1984.
40. **Vijendra Rao, R., Bisen, S., Sharma, B., Dayal, R.** SEM observations of perforated plates in *Sonneratia* Linn. (Sonneratiaceae). *IWA Bull. n.s.*, **8**: 331-336, 1987.

Correspondencia: León H., Williams J. Laboratorio de Anatomía de Maderas. Departamento de Botánica. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela.
Correo Electrónico: wleon@ula.ve