

Anatomía xilemática del tallo de 8 especies de la subfamilia Euphorbioideae (Euphorbiaceae) en Venezuela

W. J. LEÓN H.¹ & B. N. CHAVARRI R.²

¹ Universidad de Los Andes. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales.

Laboratorio de Anatomía de Maderas. wleon@ula.ve

² Ingeniero Forestal en ejercicio libre de la profesión. blancachavarrri@yahoo.com

LEÓN H., W. J. & B. N. CHAVARRI R. 2006. Anatomía xilemática del tallo de 8 especies de la subfamilia Euphorbioideae (Euphorbiaceae) en Venezuela. *Rev. Fac. Agron.* 106 (1):1-12.

Se estudió la estructura anatómica de ocho especies de la subfamilia Euphorbioideae (Euphorbiaceae) que crecen en Venezuela. Las especies estudiadas son las siguientes: *Hura crepitans*, *Mabea piriri*, *M. taquari*, *Maprounea guianensis*, *Sapium aubletianum*, *S. glandulosum*, *S. laurifolium* y *S. stylare*. En base a la estructura anatómica de la madera se pueden identificar las especies pertenecientes a géneros diferentes, pero no es posible la diferenciación entre especies de un mismo género. En todas las especies estudiadas se observaron inclusiones minerales en forma de cristales (*Hura crepitans*, *Maprounea guianensis*, *Sapium* sp.) y sílice (*Mabea* sp.). En *Maprounea guianensis* se observaron células radiales perforadas y en las diferentes especies del género *Sapium* se observaron tubos laticíferos. Se presenta una clave de identificación para las especies estudiadas.

Palabras clave: madera, anatomía, xilema, Euphorbiaceae, Euphorbioideae, Venezuela.

LEÓN H., W. J. & B. N. CHAVARRI R. 2006. Wood anatomy of eight species from Euphorbioideae subfamily (Euphorbiaceae) in Venezuela. *Rev. Fac. Agron.* 106 (1):1-12.

This paper deals with wood anatomy of eight species of the Euphorbioideae subfamily (Euphorbiaceae) from Venezuela. The species studied are *Hura crepitans*, *Mabea piriri*, *M. taquari*, *Maprounea guianensis*, *Sapium aubletianum*, *S. glandulosum*, *S. laurifolium* and *S. stylare*. From a wood anatomy point of view, we can identify species from different genera but it is not possible the identification of species from a same genus. All species have mineral inclusions like crystals (*Hura crepitans*, *Maprounea guianensis*, *Sapium* sp.) and silica (*Mabea* sp.) In *Maprounea guianensis* we found perforated ray cells, in *Sapium* genera we found laticifers tubes. Also included is a dichotomous key for identification of the species studied.

Key words: wood, anatomy, xylem, Euphorbiaceae, Euphorbioideae, Venezuela.

INTRODUCCIÓN

La familia Euphorbiaceae pertenece al orden Euphorbiales y está representada aproximadamente por 320 géneros y 1800 especies las cuales incluyen árboles, arbustos, lianas y plantas de porte herbáceo (Webster *et al.*,

1999). Se encuentra subdividida en cinco subfamilias: Acalyphoideae, Crotonoideae, Euphorbioideae, Oldfieldioideae y Phyllanthoideae. La subfamilia Euphorbioideae incluye cinco tribus: Stomatocalyceae, Hippomaneae, Pachystromateae, Hureae y Euphorbieae (Mabberley, 1990).

Recibido: 03/12/2004. Aceptado: 07/02/2005.

Algunas especies de la subfamilia Euphorbioideae producen madera con características adecuadas para ser utilizadas comercialmente: la madera de *Hura crepitans* puede ser sometida a uso en obras de carpintería, encofrados, chapas, carrocerías, obras interiores (JUNAC, 1981), tableros de partículas, partes internas de puertas entamboradas. Esta madera, debido a su baja durabilidad natural, debe ser sometida a tratamiento preservante antes de utilizarla (Manieri & Peres, 1989); *Sapium glandulosum* puede ser utilizada en carpintería, manufactura de cajas, chapas y contraenchapados y como materia prima en la industria de pulpa y papel (Kribs, 1968). Según MARNR (2001), *Hura crepitans* y *Mabea taquari* son especies que aportan volumen maderable para la producción en Venezuela.

Veillon (1994) indica que la presencia de especies de la familia Euphorbiaceae en Venezuela se ha reportado para las zonas de vida correspondientes a bosque húmedo tropical, bosque seco tropical, bosque muy seco tropical, bosque húmedo premontano, bosque húmedo montano bajo, bosque seco montano, bosque seco premontano y selva nublada. Huber *et al.* (1998) señalan que el número de especies pertenecientes a la familia Euphorbiaceae en Venezuela asciende a 344, las cuales se incluyen en 72 géneros. A pesar de la alta representatividad de la familia Euphorbiaceae dentro de nuestra flora, los estudios de anatomía son escasos. En el caso de la subfamilia Euphorbioideae sólo se tienen descripciones, a nivel microscópico, para *Hura crepitans* (Lindorf, 1987) y *Sapium stylare* (Pérez, 1993).

Es importante conocer la estructura anatómica del leño de las diferentes especies que se encuentran en las comunidades boscosas, especialmente cuando se trata de grupos taxonómicos de alta representatividad en los bosques y que pueden ser fuente de materia prima para la industria maderera. Por esta razón se plantea como objetivo del presente trabajo el estudio de la anatomía xilemática del tallo

principal en nueve especies pertenecientes a la subfamilia Euphorbioideae (Euphorbiaceae) que se desarrollan en diferentes áreas boscosas de Venezuela.

MATERIALES Y MÉTODOS

El material de estudio corresponde a muestras de madera de ocho (8) especies de la subfamilia Euphorbioideae (Euphorbiaceae) que crecen en Venezuela. Los lugares de recolección se ubican en los estados Barinas (bosque seco tropical), Bolívar (bosque húmedo tropical), Mérida (selva nublada), Miranda (bosque húmedo tropical) y Yaracuy (bosque seco tropical) (Tabla 1). Las especies estudiadas se ubican en dos tribus de la subfamilia Euphorbioideae: Hippomane (*Mabea piriri*, *M. taquari*, *Maproune guianensis*, *Sapium aubletianum*, *S. biglandulosum*, *S. laurifolium*, *S. stylare*) y Hureae (*Hura crepitans*).

En el caso de la especie *Maprounea guianensis*, se complementó la descripción con el uso de muestras colectadas en el Amazonas brasileño, zona limítrofe con Venezuela.

Este material pertenece a la Xiloteca MERV del Laboratorio de Anatomía de Maderas de la Universidad de Los Andes. Las muestras leñosas fueron descritas a nivel macroscópico y microscópico. En la determinación del color se utilizó la tabla de colores de Munsell (2000). La preparación del material para observación microscópica se hizo mediante el ablandamiento de muestras de madera en agua hirviendo durante 2-6 horas, cortes con un micrótopo de deslizamiento para obtener láminas de sección transversal, radial y tangencial con 15-25 µm de espesor, teñidas con una solución de safranina (50:50 p/v) durante 12 horas para luego proceder a su respectivo montaje con el uso de resina sintética. La preparación de macerados se hizo utilizando la metodología de Franklin (1937). Para la descripción microscópica se siguió lo establecido por IAWA Committee (1989). El procesamien-

Tabla 1. Lista de especies estudiadas de la subfamilia Euphorboideae .

Species studied from Euphorboideae subfamily

Especie	N° de muestra de xiloteca y herbario	Sitio de recolección
<i>Hura crepitans</i> L.	X166 Curran, — X1196, — X1896 Huizzi, — X2622, 214 Bautista X3615, 5 FUDECO	Miranda Miranda Barinas Barinas Yaracuy
<i>Mabea piriri</i> Aubl.	X1979, 320 Marcano X2473, 3796 Breteler X4186, —	Bolívar Bolívar Bolívar
<i>Mabea taquari</i> Aubl.	X4190, B3834 Breteler	Bolívar
<i>Maprounea guianensis</i> Aubl.	X117, 1150 Bernardi X2260, 1662241 Krukoff X2414, 1661021 Krukoff	Barinas Amazonas brasileño Amazonas brasileño
<i>Sapium aubletianum</i> (Mull.Arg.) Huber	X4295, B5027 Breteler	
<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong.	X3866 LNPF X3661, PE 7 X4748, 86543 Steyermark	Barinas Bolívar Bolívar
<i>Sapium laurifolium</i> (A. Rich.) Griseb.	X4773, Williams 10009	Bolívar
<i>Sapium stylare</i> Mull.Arg.	X147, 1277 Bernardi X1488 Serrano X5411	Mérida Mérida Mérida

to de características cuantitativas (diámetro de poros, diámetro de punteaduras, longitud de elementos vasculares, longitud de fibras, radios por mm lineal y altura de radios) se realizó utilizando el programa SPSS 10.0 bajo Windows. La toma de micrografías se hizo con una cámara Pentax SXn acoplada a un microscopio marca Kyowa.

RESULTADOS

A continuación se presenta la descripción de las ocho especies estudiadas. En el estudio microscópico se tomaron en consideración todos los caracteres indicados por IAWA Committee (1989). No se mencionan en las descripciones individuales aquéllos caracteres que se manifiestan en condición de ausentes. En cada descripción las características cuantitativas son expresadas colocando el valor

mínimo y el máximo observado, así como el promedio mínimo y máximo en el caso de especies en donde se hayan estudiados varios individuos.

***Hura crepitans* L.**

Madera de color marrón amarillento claro (2.5Y 6/4) a amarillo claro (2.5Y 8/4), sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor ausentes. Lustre bajo a mediano. Textura fina. Grano recto. Blanda y liviana.

Anillos de crecimiento no definidos. Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, solitarios y múltiples radiales 2-3(-5); 1-2 poros por mm², diámetro tangencial (60-) 115-214 (-300) µm. Longitud de elementos vasculares (120-) 243-385 (-835) µm. Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas y poligonales, grandes, diámetro de 13,75–20 µm. Punteaduras radiovasculares distintas a las in-

tervasculares, con areola reducida o aparentemente simples, de forma redondeada y alargadas horizontalmente. Tíldes presente. Fibras no septadas; paredes muy delgadas a delgadas, longitud (370-) 621-1161 (-2070) μm , punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima apotraqueal difuso y en agregados; paratraqueal escaso; en series de 3-8 células, predominantemente de 3-5 células. Radios homocelulares de células procumbentes (Figura 1); 5-10 radios por mm lineal, exclusivamente uniseriados; altura (170-) 323-392 (-810) μm . Cristales prismáticos en células parenquimáticas axiales, pudiendo formar series parenquimáticas cristalíferas (Figura 1); un cristal por célula, ocasionalmente 2-3 cristales por célula.

***Mabea piriri* Aubl.**

Mabea maynensis Müll. Arg.

Madera de color marrón muy claro (10YR 8/4) a amarillo (10YR 7/6), sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor ausentes. Lustre bajo a mediano. Textura fina a mediana. Grano recto a inclinado. Moderadamente dura y pesada.

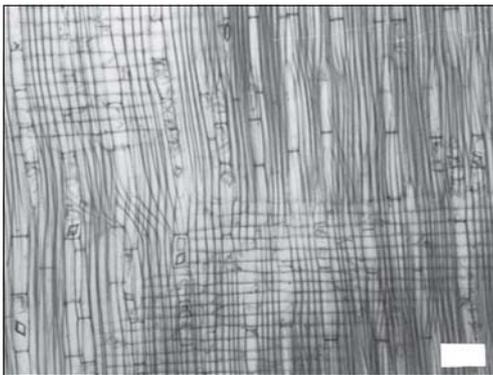


Figura 1. *Hura crepitans*. Series parenquimáticas cristalíferas; radios homocelulares de células procumbentes (Barra = 100 μm).

***Hura crepitans*.** Crystal and parenchymatous series, homocellular rays with procumbent cells. (Bar = 100 μm).

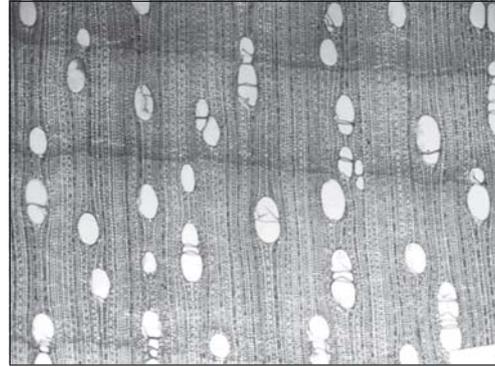


Figura 2. *Mabea piriri*. Anillos de crecimiento definidos (Barra = 300 μm).

***Mabea piriri*.** Growth rings. (Bar = 300 μm).

Anillos de crecimiento definidos por engrosamiento y reducción del diámetro radial de las paredes de las fibras (Figura 2). Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, solitarios y múltiples radiales de 2-3(-5), ocasionalmente arracimados, 3-7 poros por μm^2 , diámetro tangencial (80-) 123-130 (-165) μm . Longitud de elementos vasculares (200-) 613-684 (-1100) μm . Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, medianas a grandes, diámetro de 7,5-11,25 μm . Punteaduras radiovasculares distintas a las intervasculares, con areola reducida o aparentemente simples, de forma redondeada o alargada horizontalmente. Punteaduras ornadas y no ornadas. Tíldes presente. Fibras no septadas; paredes delgadas a gruesas, longitud (670-) 1344-1409 (-2280) μm , punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima apotraqueal difuso, en agregados y paratraqueal escaso; en series de 2-8 células. Radios heterocelulares con 2-7 rutas de células marginales, predominantemente 3-6 rutas de células; 12-21 radios por mm lineal, exclusivamente uniseriados; altura (220-) 772-989 (-2200) μm . Parénquima radial disyuntivo distinguible. Sílice presente en parénquima radial (Figura 3). Máculas presentes.

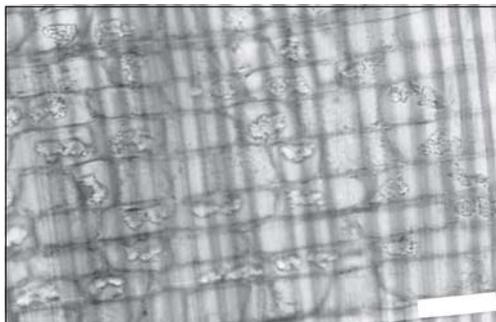


Figura 3. *Mabea piriri*. Sílice en células parenquimáticas radiales (Barra = 50 μm).

Mabea piriri. Silica in parenchymatous radial cells. (Bar = 50 μm).

***Mabea taquari* Aubl.**

Mabea schomburgkii Benth.

Mabea taquari var. *angustifolia* Müll. Arg.

Madera de color amarillo (10YR 7/8), sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor ausentes. Lustre bajo. Textura mediana. Grano recto. Moderadamente dura y pesada.

Anillos de crecimiento definidos por engrosamiento y reducción del diámetro radial de las paredes de las fibras. Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, solitarios y múltiples radiales de 4-7(-12), ocasionalmente arracimados, 30 poros por mm^2 , diámetro tangencial (85-) 123 (-165) μm . Longitud de elementos vasculares (230-) 439 (-880) μm . Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, medianas a grandes, diámetro de 7,5-10 μm . Punteaduras radiovasculares distintas a las intervasculares, con areola reducida o aparentemente simples, de forma redondeada o angular. Tíldes presente. Fibras no septadas; paredes delgadas a gruesas, longitud (590-) 889 (-1315) μm , punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima paratraqueal escaso; en series de 3-5 células. Radios heterocelulares con 3-4 (-6-10) rutas de células marginales, predominantemente 3 rutas de células; 11-17 radios por mm lineal, 1-2

células de ancho, predominantemente una; altura (280-) 557 (-1100) μm . Sílice presente en las células radiales, abundante.

***Maprounea guianensis* Aubl.**

Madera de color marrón amarillento claro (10YR 6/4), sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor ausentes. Lustre mediano. Textura fina. Grano recto. Moderadamente dura y pesada.

Anillos de crecimiento definidos por reducción del diámetro radial de las paredes de las fibras. Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, solitarios y múltiples radiales de 2-3(-5), algunos arracimados, 7-15 poros por mm^2 , diámetro tangencial (75-) 97-124 (-155) μm . Longitud de elementos vasculares (265-) 407-677 (-940) μm . Platinas de perforación simples y escalariformes de 4-7(-13) barras (Figura 4), predominantemente simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, diminutas a pequeñas, diámetro de 3,75-6,25 μm . Punteaduras radiovasculares distintas a las intervasculares, con areola reducida o aparentemente simples,

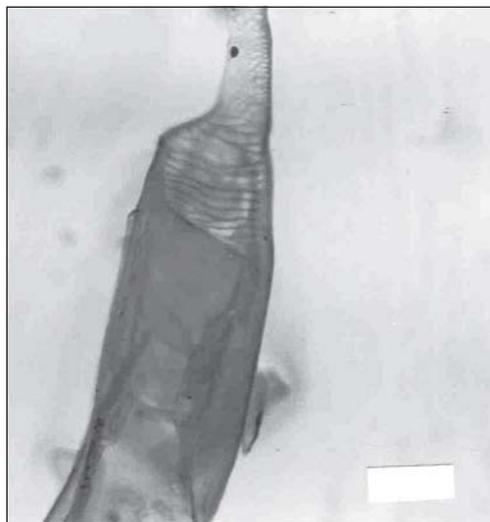


Figura 4. *Maprounea guianensis*. Platinas de perforación escalariformes (Barra = 50 μm).

Maprounea guianensis. Scalariform perforations plates. (Bar = 50 μm).

de forma redondeada o alargada; ocasionalmente similares. Tíldes presente. Fibras no septadas; paredes delgadas a gruesas, longitud (810-) 1179-1297 (-1900) μm , punteaduras clara e indistintamente areoladas, sólo en paredes radiales. Parénquima apotraqueal difuso, en agregados, predominantemente en bandas o líneas estrechas de 1-2 células de ancho; en series de 4-12 células, predominantemente de 5-7 células. Radios heterocelulares con 1-4 rutas de células marginales; 10-20 radios por mm lineal, predominantemente uniseriados combinados con un número reducido de radios biseriados; altura (240-) 407-619 (-890) μm . Células radiales perforadas presentes en X2414. Parénquima radial disyuntivo distinguible. Cristales prismáticos en células parenquimáticas radiales (X2260, X2414), escasos. Sílice presente (X2460).

***Sapium aubletianum* (Müll. Arg.) Huber**

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

Anillos de crecimiento ausentes. Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, solitarios y múltiples radiales de 2-4, arracimados, 3 poros por mm^2 , diámetro tangencial (120-) 161 (-220) μm . Longitud de elementos vasculares (355-) 612 (-1090) μm . Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, grandes, diámetro de 10-11,25 μm . Punteaduras radiovasculares distintas a las intervasculares, con areola reducida o aparentemente simples, de forma redondeada o angular y alargadas; en algunas zonas se presentan como similares. Tíldes presente, abundante. Fibras no septadas; paredes delgadas, longitud (945-) 1595 (-2280) μm , punteaduras claramente areoladas. Parénquima apotraqueal difuso, en agregados; en series de 6-10 células. Radios homocelulares de células procumbentes y heterocelulares con 1-3 rutas de cé-

lulas marginales, predominantemente una ruta de células; 8-12 radios por mm lineal, exclusivamente uniseriados aunque se pueden presentar algunos biseriados en baja proporción; altura (310-) 577 (-985) μm . Parénquima radial disyuntivo distinguible. Cristales prismáticos tanto en células cuadradas como procumbentes, predominantemente en células procumbentes, abundantes; un cristal por célula radial, ocasionalmente 2-3. Tubos laticíferos presentes.

***Sapium glandulosum* (L.) Morong**

Hippomane biglandulosa L.

Hippomane glandulosa L.

Sapium aereum Klotzsch ex. Müll. Arg.

Sapium acuparium Jacq.

Sapium biglandulosum (L.) Müll. Arg.

Sapium biglandulosum var. *hamatum* Poepp. ex. Müll. Arg.

Sapium biglandulosum var. *oligoneurum* (K. Schum. & Pittier) Monach.

Sapium biglandulosum var. *pavonianum* Müll. Arg.

Sapium biglandulosum var. *sulciferum* (Pittier) Monach.

Sapium haematospermum var. *saltensis* O'Donnell & Lourteig

Sapium hamatum (Poepp. ex Müll. Arg.) Pax & K. Hoffm.

Sapium hippomane G. Mey.

Sapium itzanum Lundell

Sapium ixiamasense Jabl.

Sapium klotzschianum Huber

Sapium moritzianum Klotzsch

Sapium oligoneurum K. Schum. & Pittier

Sapium pavonianum (Müll. Arg.) Huber

Sapium pittieri Huber

Sapium poeppigi Hemsl.

Sapium schippii Croizat

Sapium sulciferum Pittier

Sapium taburu Ule

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

damente dura y pesada.

Anillos de crecimiento ausentes a ligeramente definidos por reducción del diámetro radial de las paredes de las fibras. Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, solitarios y múltiples radiales de 2-4(-9), algunos arracimados, 2-4 poros por mm², diámetro tangencial (130-) 179-221 (-270) µm. Longitud de elementos vasculares (280-) 721-913 (-1420) µm. Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, ocasionalmente poligonales, grandes, diámetro de 10-13,75 µm. Punteaduras radiovasculares distintas a las intervasculares, con areola reducida o aparentemente simples, de forma redondeada o angular y alargadas. Tíldes presente. Fibras no septadas; paredes delgadas, ocasionalmente medianas; longitud (1570-) 1761-2062 (-2530) µm, punteaduras claramente areoladas, tanto en paredes radiales como tangenciales, pocas. Parénquima apotraqueal difuso, en agregados, paratraqueal escaso; en series de (3-) 4-9 células. Radios homocelulares de células procumbentes y heterocelulares con una ruta de células marginales, ocasionalmente hasta 3 ruta de células; 6-13 radios por mm lineal, exclusivamente uniseriados aunque se pueden presentar algunos biseriados en baja proporción; altura (370-) 531-905 (-1500) µm. Parénquima radial disyuntivo distinguible. Cristales prismáticos tanto en células cuadradas como procumbentes, predominantemente en células procumbentes, un cristal por célula radial, ocasionalmente 2. Tubos laticíferos presentes.

***Sapium laurifolium* (A. Rich.) Griseb.**

Sapium anadenum K. Schum. & Pittier

Sapium eglandulosum Ule

Sapium jamaicense Sw.

Sapium pleiostachys K. Schum. & Pittier

Sapium utile Preuss

Stillingia laurifolia A. Rich.

Madera de color marrón rosado (7.5YR 7/4), sin transición entre albura y duramen. Olor

y sabor ausentes. Lustre mediano. Textura mediana. Grano recto a inclinado. Moderadamente dura y pesada.

Anillos de crecimiento ligeramente definidos por engrosamiento de paredes de las fibras. Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, solitarios y múltiples radiales de 2-4, arracimados, 3 poros por mm², diámetro tangencial (135-) 179 (-250) µm. Longitud de elementos vasculares (250-) 584 (-900) µm. Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, medianas a grandes, diámetro de 8,75-11,25 µm. Punteaduras radiovasculares distintas a las intervasculares, con areola reducida o aparentemente simples, de forma redondeada. Tíldes presente. Fibras no septadas; paredes delgadas, longitud (1200-) 1411 (-1630) µm, punteaduras claramente areoladas, pocas. Parénquima apotraqueal difuso, en agregados; en series de 5-9 células. Radios homocelulares de células procumbentes y heterocelulares con 1-3 rutas de células marginales, predominantemente una ruta de células; 6-11 radios por mm lineal, exclusivamente uniseriados aunque se pueden presentar algunos biseriados en baja proporción; altura (320-) 576 (-1180) µm. Parénquima radial disyuntivo distinguible. Cristales prismáticos tanto en células cuadradas como procumbentes; un cristal por célula radial, ocasionalmente 2. Tubos laticíferos presentes.

***Sapium stylare* Müll. Arg.**

Sapium solisii Huft.

Sapium verum Hemsl.

Madera de color amarillo (10YR 7/6) o amarillo claro (2.5Y 8/3), sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor ausentes. Lustre bajo a mediano. Textura fina a mediana. Grano recto a inclinado. Blanda y liviana.

Anillos de crecimiento no definidos. Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, solitarios y múltiples radiales de 2-5(-7), algunos arracimados, 2-4 poros por mm²,

diámetro tangencial (120-) 169-170 (-245) μm . Longitud de elementos vasculares (485-) 840-927 (-1450) μm . Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, grandes, diámetro de 10-12,5 (-13,75) μm . Punteaduras radiovasculares distintas a las intervasculares, con areola reducida o aparentemente simples, de forma redondeada o alargada; ocasionalmente similares. Tíldes presente, poco. Fibras no septadas; paredes delgadas, longitud (1490-) 1763-2207 (-2690) μm , punteaduras claramente areoladas, sólo en paredes radiales. Parénquima apotraqueal difuso, en agregados, paratraqueal escaso; en series de 3-9 células. Radios homocelulares de células procumbentes y heterocelulares con una ruta de células marginales; 9-14 radios por mm lineal, predominantemente uniseriados combinados con un número reducido de radios biseriados; altura (410-) 718-790 (-1230) μm . Parénquima radial disyuntivo distinguible. Cristales prismáticos en células parenquimáticas procumbentes de los radios, un cristal por célula, ocasionalmente 2-3 cristales. Tubos laticíferos presentes.

DISCUSIÓN

Macroscópicamente los diferentes individuos estudiados mantienen uniformidad en cuanto a color, sin existir transición entre albura y duramen, lustre bajo a mediano, textura fina a mediana. Los anillos de crecimiento por lo general se manifestaron como ausentes a ligeramente definidos, excepto en el caso de las especies del género *Mabea* en donde sí se presentaron como claramente definidos.

Con respecto a los elementos de conducción, se observó similitud entre las diferentes especies en los siguientes aspectos: tipo de porosidad, disposición y agrupación de poros, tipo y forma de punteaduras intervasculares, tipo de punteaduras radiovasculares y depósitos en los poros. Las diferencias entre espe-

cies se observaron en caracteres cuantitativos como número de poros por mm^2 , diámetro tangencial de poros, tamaño de punteaduras y longitud de elementos vasculares. A nivel de aspectos cualitativos, la principal diferencia se remitió al tipo de platina de perforación las cuales fueron exclusivamente simples en la mayoría de las especies, excepto en *Maprounea guianensis* donde se observó una combinación de platinas simples y escalariformes.

En relación a las células de soporte, se presentó similitud entre especies en lo relacionado con ausencia de septas y grosor de pared. Las diferencias se remitieron a longitud de las fibras y tipo de punteaduras las cuales fueron claramente areoladas en *Maprounea guianensis*, *Sapium aubletianum*, *S. glandulosum*, *S. laurifolium*, *S. stylare*. En *Maprounea guianensis* se observó la combinación de punteaduras clara e indistintamente areoladas. En *Hura crepitans*, *Mabea piriri* y *M. taquari* las punteaduras fueron indistintamente areoladas.

El tejido parenquimático axial fue predominantemente apotraqueal difuso y en agregados; combinado con paratraqueal escaso en *Hura crepitans*, *Mabea piriri*, *Sapium glandulosum*, *S. stylare*. Sólo en *Maprounea guianensis* se observó un parénquima predominantemente en bandas de 1-2 células de ancho. A nivel del tejido parenquimático radial se observó similitud en cuanto a composición y ancho de radios, presentándose radios exclusivamente uniseriados en todas las especies, excepto en *Mabea taquari*, *Maprounea guianensis*, *Sapium aubletianum*, *S. laurifolium*, *S. stylare* y *S. glandulosum* donde se observaron radios biseriados en baja proporción, dominando en todos los casos los radios uniseriados. En *Hura crepitans* los radios fueron exclusivamente de tipo homocelulares de células procumbentes, en las diferentes especies del género *Sapium* se presentó una combinación de radios homocelulares y heterocelulares, mientras que en *Mabea piriri*, *M. taquari* y *Maprounea guianensis* los radios fue-

ron exclusivamente heterocelulares. La presencia de parénquima radial disyuntivo se observó en *Mabea piriri*, *Maprounea guianensis* y en las diferentes especies del género *Sapium*. En *Maprounea guianensis* se encontraron células radiales perforadas. Los reportes de este tipo de células en la familia Euphorbiaceae son escasos y entre las especies donde se han encontrado se pueden mencionar *Drypetes roxburghii* (Nazma & Rao, 1981), *Aporosa*, *Bridelia* (Metcalfe & Chalk, 1950), *Phyllanthus salviifolius* (Chavarrí & León, 2006).

Con respecto a la presencia de sustancias minerales, se observaron cristales de tipo prismáticos en el parénquima axial de *Hura crepitans* y en el parénquima radial de *Maprounea guianensis*, *Sapium aubletianum*, *S. glandulosum*, *S. laurifolium* y *S. stylare*. En *Mabea piriri* y *M. taquari* se encontró sílice en las células parenquimáticas radiales. Sólo en *Hura crepitans* se presentaron cristales asociados a células parenquimáticas axiales; esta observación es corroborada en los reportes de Kribs (1968), JUNAC (1981), Détienne *et al.* (1982), Manieri & Peres (1989) y Nardi & Edlman (1992). JUNAC (1981) también menciona la presencia de cristales y sílice en el parénquima radial de ésta especie, pero esa observación no coincide con lo encontrado en el presente estudio ni en otros reportes. Welle (1976) estudió la presencia de sílice en especies leñosas del neotrópico y en el caso de *Hura crepitans* la incluye en el grupo de las que no presentan este tipo de inclusión mineral. En *Maprounea guianensis*, uno de los individuos estudiados no presentaba cristales, mientras que los otros dos presentaron cristales prismáticos escasos en el parénquima radial. Respecto al sílice, su presencia sólo se observó en uno de los tres individuos estudiados. Esta inconsistencia también se observa en reportes: mientras que Détienne *et al.* (1982) no mencionan ni la presencia de cristales ni de sílice; Welle (1976) y Paula (1981) indican que esta especie puede presentar sílice

en células parenquimáticas radiales. Con relación a la especie *Sapium stylare*, Pérez (1993) no menciona la presencia de tubos laticíferos y parénquima radial disyuntivo. *Maprounea guianensis* es la única de las ocho especies estudiadas en donde se observa un parénquima en bandas bien definido. Détienne *et al.* (1982) también mencionan la presencia de bandas parenquimáticas en esta especie, mientras que Paula (1981) sólo menciona parénquima de tipo apotraqueal difuso. En ninguna de las descripciones anteriores de esta especie se menciona la presencia de células radiales perforadas y en el material de estudio se observó en uno de los individuos analizados. Respecto a las dos especies de *Mabea*, Welle (1976) incluye a ese género entre los que no presentan sílice. Tanto en *Mabea piriri* como en *M. taquari* se encontró sílice, de manera abundante en las células parenquimáticas radiales; esta observación coincide con lo señalado por Détienne *et al.* (1982).

Análisis de características cuantitativas

a) Diámetro de poros: el diámetro promedio de los poros osciló entre 96,8 μm para un individuo de *Maprounea guianensis* y 234,8 μm en un individuo de *Hura crepitans*. Tomando en consideración las categorías establecidas por IAWA Committee (1989), el 5,26 % de los individuos se ubican en la categoría de poros pequeños (50-100 μm), 73,68 % en la de poros medianos (100-200 μm) y 21,06 % en la de poros grandes (> 200 μm). Sin embargo, el análisis de varianza a 99 % de probabilidad indica que no existen diferencias significativas entre el único individuo ubicado en la categoría de poros pequeños (*Maprounea guianensis* con 96,8 μm de diámetro promedio) y un grupo de individuos de la categoría de poros medianos. A nivel de individuos de una misma especie, se encontraron diferencias significativas en *Hura crepitans* y *Sapium glandulosum*. Las diferencias observadas no están asociadas con la procedencia geográfica de los individuos ya que en las dos especies, los indivi-

duos que se comportan como diferentes fueron colectados en zonas donde se ubicaron más de un individuo y dentro de la misma zona se manifiestan las diferencias mencionadas.

b) Longitud de elementos vasculares: el valor promedio de la longitud de elementos vasculares varió entre 243,4 μm en un individuo de *Hura crepitans* y 927 μm en un individuo de *Sapium stylare*. Con relación a las categorías establecidas por IAWA Committee (1989) y tomando como base la longitud promedio de los elementos vasculares, el 5,26 % de los individuos poseen elementos vasculares cortos (< 350 μm), 73,68 % con elementos vasculares medianos (350-800 μm) y 21,06 % con elementos vasculares largos (> 800 μm). Sin embargo, el análisis estadístico indica que todos los individuos estudiados se pueden incluir en la categoría de elementos vasculares medianos (78,95 %) y largos (21,05 %). En la categoría de elementos vasculares largos se ubican individuos de las especies *Sapium glandulosum* y *S. stylare*. A nivel de individuos de una misma especie, sólo se observaron diferencias significativas en *Sapium stylare*. Nuevamente, las diferencias no se asocian a procedencia geográfica ya que todos los individuos de *Sapium stylare* fueron colectados en el área correspondiente a la selva nublada.

c) Diámetro de punteaduras: una de las características cuantitativas que mostró mayor rango de variación fue la correspondiente al diámetro de las punteaduras, oscilando entre 4,62 μm en un individuo de *Maprounea guianensis* hasta 16,63 μm en *Hura crepitans*. Esto representa una diferencia de 260 %. Con respecto a las categorías establecidas por IAWA Committee (1989), el 15,79 % de los individuos poseen punteaduras pequeñas (4-7 μm), 26,32 % medianas (7-10 μm) y 57,89 % son de punteaduras grandes. De acuerdo al análisis estadístico, los tres individuos de *Maprounea guianensis* poseen punteaduras pequeñas, las punteaduras medianas se presentaron en un individuo de *Mabea taquari* y

uno de *Sapium stylare* y el resto se ubicó en la categoría de punteaduras grandes. En todas las especies se observó un comportamiento homogéneo, excepto en *Sapium stylare* donde se encontraron diferencias entre individuos de una misma especie.

d) Longitud de fibras: el valor promedio de longitud de fibras osciló entre 621,2 μm en un individuo de *Hura crepitans*, y 2206,6 μm en un individuo de *Sapium stylare*. De acuerdo a los valores promedios y tomando en consideración las categorías establecidas por IAWA Committee (1989), el 10,53 % de los individuos poseen fibras cortas (< 900 μm), el 63,16 % posee fibras medianas (900-1600 μm) y el 26,31 % restante presentó valores que los ubican en la categoría de fibras largas (> 1600 μm). De acuerdo a los resultados obtenidos a través del análisis de varianza y la prueba de Tukey a 99 % de nivel de probabilidad, en la categoría de fibras cortas se ubica sólo un individuo de *Hura crepitans* y uno de *Mabea taquari*; en la de fibras medianas se concentra un 52,63 % de los individuos y las especies ubicadas en dicha categoría son *Hura crepitans*, *Maprounea guianensis*, *Mabea piriri*, *Sapium laurifolium* y *S. stylare*. Por último, estadísticamente se encuentran siete individuos (36,84 % del total) de fibras largas los cuales pertenecen a las especies *Hura crepitans*, *Sapium aubletianum*, *S. glandulosum* y *S. stylare*. Tal como se puede observar, algunas especies estuvieron representadas en más de una categoría, siendo el caso más notable el de *Hura crepitans* donde se observó un individuo en la categoría de fibras cortas, tres en la de fibras medianas y uno que se ubicó, desde el punto de vista estadístico, en la categoría de fibras largas. Esta alta variación se puede deber al estudio de individuos con diferentes grados de desarrollo y si se toma en consideración que existe un patrón de variación bien definido de la longitud de las fibras desde las adyacencias de la médula hasta las cercanías de la zona cambial, esto puede ser la causa por la que se presen-

Clave de Identificación Microscópica

1a. Fibras con punteaduras claramente areoladas presentes	2
1b. Fibras con punteaduras claramente areoladas ausentes	3
2a. Parénquima predominantemente en bandas de 1-2 células de ancho, platinas escalariformes presentes, punteaduras pequeñas, tubos laticíferos ausentes	<i>Maprounea guianensis</i>
2b. Parénquima en bandas ausente, platinas exclusivamente simples, punteaduras grandes, tubos laticíferos presentes	<i>Sapium aubletianum</i> , <i>S. glandulosum</i> , <i>S. laurifolium</i> , <i>S. stylare</i>
3a. Radios exclusivamente homocelulares de células procumbentes, cristales en parénquima axial, sílice ausente	<i>Hura crepitans</i>
3b. Radios heterocelulares presentes, cristales ausentes, sílice en células parenquimáticas radiales	<i>Mabea piriri</i> , <i>M. taquari</i>

ta esa alta variación en *Hura crepitans*.

e) Radios por mm lineal: tomando en cuenta las categorías de IAWA Committee (1989) y los valores promedios obtenidos en esta característica, el 63,16 % de los individuos se ubican en la categoría II (4-12 radios/mm lineal) y el 36,84 % restante en la categoría III (> 12 radios/mm lineal). Esto se mantiene tanto a nivel de valores promedio como de los resultados arrojados por el análisis estadístico. Los individuos ubicados en la categoría III pertenecen a las especies *Maprounea guianensis*, *Mabea piriri*, *M. taquari* y *Sapium stylare*. Esta última especie estuvo representada tanto en la categoría II como en la III.

f) Altura de radios: el valor promedio de altura de radios osciló entre 365 μm , en un individuo de *Hura crepitans*, y 912 μm , en un individuo de *Mabea piriri*. A nivel de especies se observó un comportamiento homogéneo, presentándose diferencias significativas entre individuos solamente en *Sapium glandulosum* y *S. stylare*.

CONCLUSIONES

Las especies estudiadas se caracterizan por presentar una alta homogeneidad estructural a nivel genérico y se pueden establecer diferencias entre especies pertenecientes a

géneros diferentes, pero no entre especies de un mismo género.

La especie *Hura crepitans* se diferencia del resto de las especies estudiadas por ser la única en presentar cristales en células parenquimáticas axiales y radios exclusivamente homocelulares de células procumbentes. En el caso de *Maprounea guianensis*, la combinación de platinas escalariformes, punteaduras intervasculares pequeñas y parénquima en bandas permite separarla del resto de las especies. Las especies del género *Mabea* se pueden diferenciar por la presencia de sílice en cantidades abundantes y la ausencia de cristales. En relación a las especies del género *Sapium* fueron las únicas en donde se observó la presencia de tubos laticíferos.

En *Maprounea guianensis* se encontraron platinas escalariformes y células radiales perforadas. Esta última característica, aunque es poco común, no se toma en consideración como elemento útil en identificación ya que es de ocurrencia esporádica. Es importante señalar que es el primer reporte de células radiales perforadas en *Maprounea guianensis*.

En la mayor parte del material estudiado se observó la presencia de fibras de paredes delgadas, ocasionalmente medianas, y poros medianos a grandes. Esto indica que se debe tratar de maderas con bajo peso específico y propiedades de resistencia mecánica de

medias a bajas. En el caso de las especies estudiadas del género *Mabea*, las altas cantidades de sílice indican que se trata de maderas abrasivas y su procesamiento debe hacerse con el uso de herramientas reforzadas.

BIBLIOGRAFÍA

- Chavarrí, B. & W. León H.** 2006. Anatomía xilemática de ocho especies de la subfamilia Phyllanthoideae (Euphorbiaceae) en Venezuela. *Plántula* Vol. 4 (en prensa).
- Détienne, P., P. Jacquet & A. Mariaux.** 1982. Manuel D'Identification des bois tropicaux. Tome 3: Guyane Française. Ed. Centre Technique Forestier Tropical. Marne, Francia. 312 pp.
- Dias-Leme, C. & V. Angyalossy-Alfonso.** 1998. Intrusive cavities in Euphorbiaceae fibre walls. *IAWA Journal* 19: 279-283.
- Franklin, G.** 1937. Permanent preparations of macerated wood fibres. *Tropical Woods* 49: 21-22.
- IAWA Committee.** 1989. IAWA list of microscopic features for hardwood identification. *IAWA Bulletin new series* 10: 217-332.
- JUNAC.** 1981. Descripción general y anatómica de 105 maderas del grupo andino. Ed. Junta del Acuerdo de Cartagena. Lima, Perú. 442 pp.
- Kribs, D.** 1968. Commercial foreign wood in the american market. Ed. Dover Publications Inc. New York. 241 pp.
- Lindorf, H.** 1987. Contribuciones al establecimiento de diferencias anatómicas entre madera caulinar y radical. *Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales* 42 (145): 143-178.
- Mabberley, D.** 1990. *The Plant Book*. Ed. Cambridge University Press. Cambridge. 707 pp.
- Manieri, C. & J. Peres.** 1989. Fichas de características das madeiras brasileiras. Ed. Instituto de Pesquisas Tecnológicas. Sao Paulo. 420 pp.
- MARNR.** 2001. Boletín Estadístico Forestal N° 3. Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales Renovables. Ed. Dirección General del Recurso Forestal. Caracas, Venezuela.
- Metcalfe, C. & L. Chalk.** 1950. *Anatomy of dicotyledons* Vol. II. Ed. Clarendon Press. Oxford.
- Munsell.** 2000. Soil color charts. MacBth Division of Kollmorgan Corporation. Baltimore, Maryland.
- Nardi, R. & M. Edlmann.** 1992. Legnami tropicali importati in Italia: Anatomia e identificazione. Volume II: América latina ED. Istituto di Assestamento e Tecnología Forestale-Università di Firenze. C.N.R., Firenze. 405 pp.
- Nazma, B. & R. V. Rao.** 1981. Occurrence of perforated ray cells in the wood of *Drypetes roxburghii* (Wall.) Hurusawa. *IAWA Bulletin new series* 201-205
- Paula, J. de.** 1981. Estudo das estruturas internas das madeiras de dezesseis espécies da flora brasileira, visando seu aproveitamento para producao de alcohol, carvão, coque e papel. *Brasil Florestal*: 47: 23-48.
- Pérez, M., A.** 1993. Anatomía e identificación de 40 maderas del Bosque La Mucuy, Estado Mérida, Venezuela. *Pittieria* 20: 5-78.
- Webster, G., P. Berry, W. Scott, H. Esser, L. Gillespie, W. Hayden, G. Levin, R. de Secco & S. Heald.** 1999. Flora of the Venezuelan Guayana. Volume 5: Euphorbiaceae. Ed. Missouri Botanical Garden Press. Editores: P. Berry, K. Yatskievych & B. Holst. New York
- Welle, B. ter.** 1976. Silica grains in woody plants of the neotropics, especially Surinam. En *Wood Structure in Biological and Technological Research*. Editado por P. Baas, A. Bolton & D. Catling. Ed. Leiden University Press. Leiden pp. 107-142.