

## **ESTUDIO ANATÓMICO DEL XILEMA SECUNDARIO EN SIETE ESPECIES DE LA SUBFAMILIA ACALYPHOIDEAE (EUPHORBIACEAE) EN VENEZUELA**

### **Anatomical study of the secondary xylem in seven species of the subfamily Acalyphoideae (Euphorbiaceae) in Venezuela**

**Blanca CHAVARRI R. y Williams J. LEÓN H.**

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

#### **RESUMEN**

Se estudió la estructura anatómica del xilema secundario de siete especies de la subfamilia Acalyphoideae (Euphorbiaceae) que crecen en Venezuela: *Alchornea grandiflora*, *A. triplinervia*, *Alchorneopsis floribunda*, *Aparisthium cordatum*, *Chaetocarpus schomburgkianus*, *Pera bicolor* y *P. glabrata*. Se observó un grupo de características uniformes en las especies estudiadas: porosidad difusa, platinas de perforación simple, punteaduras intervasculares alternas, medianas a grandes, punteaduras radiovasculares distintas a las intervasculares, fibras no septadas, paredes delgadas a gruesas, cristales en parénquima radial o axial. Se pueden diferenciar dos grupos: uno donde predomina el parénquima apotraqueal difuso en agregados (*Alchornea grandiflora*, *A. triplinervia*, *Alchorneopsis floribunda*, *Aparisthium cordatum*) y otro grupo con parénquima en bandas de 1-2 células de ancho (*Chaetocarpus schomburgkianus*, *Pera bicolor*, *P. glabrata*).

**Palabras clave:**Anatomía, Madera, Xilema, Acalyphoideae, Euphorbiaceae, Tallo

#### **ABSTRACT**

Wood anatomy of seven species of Acalyphoideae subfamily (Euphorbiaceae) in Venezuela were studied: *Alchornea grandiflora*, *A. triplinervia*, *Alchorneopsis floribunda*, *Aparisthium cordatum*, *Chaetocarpus schomburgkianus*, *Pera bicolor* and *P. glabrata*. Diffuse porosity, simple perforation plates, alternate intervessels pits, vessel-ray pits larger than intervessels pits, non septate fibres, and crystals in axial or radial parenchyma were observed in the seven species. Two groups were found: one group with diffuse apotracheal parenchyma in aggregates (*Alchornea grandiflora*, *A. triplinervia*, *Alchorneopsis floribunda*, *Aparisthium cordatum*) and another group with parenchyma in narrow bands 1-2 cells wide (*Chaetocarpus schomburgkianus*, *Pera bicolor*, *P. glabrata*).

**Key words:**Wood anatomy, Xylem, Acalyphoideae, Euphorbiaceae, Stem

#### **INTRODUCCIÓN**

La familia Euphorbiaceae pertenece al orden Euphorbiales y está integrada aproximadamente por 320 géneros y 8.100 especies las cuales incluyen árboles, arbustos, hierbas y lianas (Webster *et al.* 1999). Su distribución es cosmopolita, exceptuando solamente las regiones árticas (Mabberley 1990). En Venezuela la

familia se encuentra representada por 72 géneros y 344 especies de las cuales cerca de 50 géneros son de porte arbóreo (Huber *et al.* 1998). Se encuentra dividida en cinco subfamilias: Acalyphoideae, Crotonoideae, Euphorbioideae, Oldfieldioideae y Phyllanthoideae (Mabberley 1990), siendo la subfamilia Acalyphoideae la más numerosa y compleja de las cinco e incluye 20 tribus, 116 géneros y 2.000 especies. El 86% de los géneros de esta subfamilia son de porte leñoso (Hayden & Hayden 2000). Entre los géneros de la subfamilia Acalyphoideae en el país se encuentran *Acalypha*, *Adelia*, *Adenophaedra*, *Alchornea*, *Alchorneopsis*, *Aparisthium*, *Argythamnia*, *Bernardia*, *Caryodendron*, *Chaetocarpus*, *Cleidion*, *Conceveiba*, *Dalechampia*, *Gavarretia*, *Omphalea*, *Pera*, *Pogonophora*, *Ricinus* y *Traiga* (Huber *et al.* 1998). Algunos géneros de esta subfamilia están representados por sólo una especie en Venezuela tal como es el caso de *Alchorneopsis floribunda*, *Aparisthium cordatum*, *Chaetocarpus schomburgkianus* (Aristeguieta 2003).

En estudios de estructura anatómica de la madera, uno de los trabajos más completos con relación a la subfamilia Acalyphoideae es el realizado por Hayden & Hayden (2000) quienes presentan la descripción de material leñoso correspondiente a 19 tribus, 51 géneros y 110 especies. En varios trabajos que presentan descripciones anatómicas de la madera de especies pertenecientes a diferentes grupos taxonómicos se han incluido algunas de la subfamilia Acalyphoideae. En Venezuela se tienen las descripciones de *Chaetocarpus schomburgkianus* (Corothie 1963, 1967; Pérez 1977), *Pera glabrata* (Corothie 1967; Pérez 1971), *Pera schomburgkiana* (Pérez 1974), *Alchornea grandiflora* (Pérez 1993) y *Ricinus communis* (León & Espinoza de P. 1995). Algunas de estas descripciones son a nivel macroscópico, existiendo información de estructura anatómica microscópica sólo en *Alchornea grandiflora*, *Chaetocarpus schomburgkianus* y *Pera glabrata*.

A pesar de lo numeroso de esta subfamilia en el país, es poca la información que existe en cuanto a la anatomía de la madera de las especies que la constituyen, razón por la cual se hace necesario dar inicio a ese tipo de estudios. Así, el presente trabajo tiene como objetivo dar la descripción anatómica del xilema del tallo en siete especies y presentar una clave dicotómica que permita la diferenciación de las mismas.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

El material de estudio lo constituyen muestras de madera de siete especies colectadas en diferentes regiones de Venezuela ([Tabla 1](#)). El material leñoso pertenece a la xiloteca MERw del Laboratorio de Anatomía de Maderas de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales (Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela). El material botánico se encuentra depositado en el Herbario Carlos Liscano (MER) de la Universidad de Los Andes.

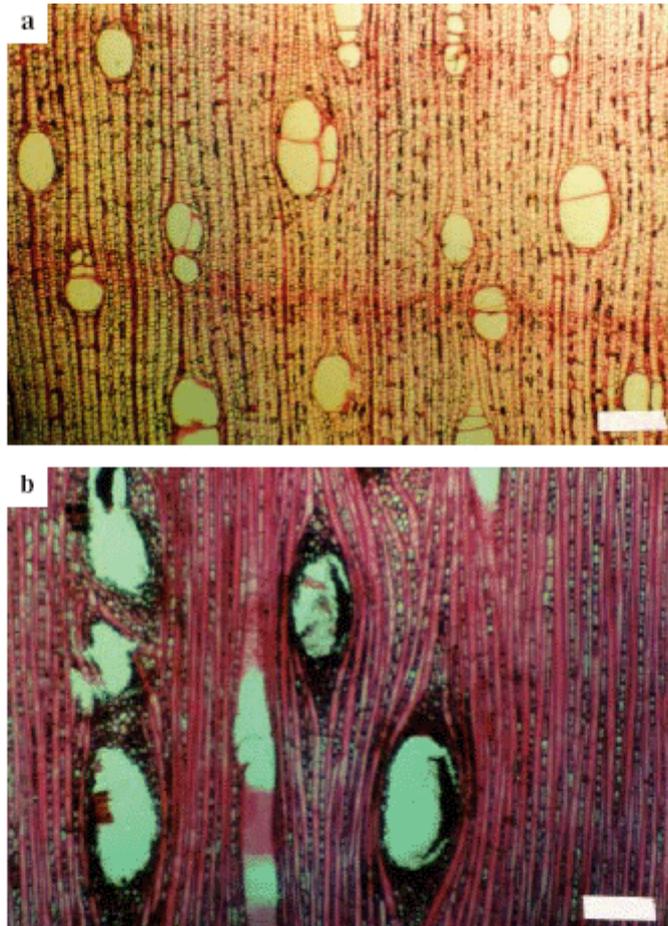
**Tabla 1.** Lista de especies estudiadas y lugar de recolección.

Especie	Nº de muestra de xiloteca y herbario	Sitio de recolección
<i>Alchornea grandiflora</i> Müll.Arg.	X12; 15308 Little	Mérida
	X5404	Mérida
	X6112	Mérida
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll.Arg.	X4612; 72-1-1977 Marcano Berti	Delta Amacuro
<i>Alchorneopsis floribunda</i> (Benth.) Müll.Arg.	X281; 2687 Bernardi	Bolívar
<i>Aparisthium cordatum</i> (A.Juss.) Baill.	X1838; 3941 Breteler	Barinas
	X4193; 4044 Breteler	Barinas
<i>Chaetocarpus schomburgkianus</i> (O. Kuntze) Pax & K.Hoffm.	X1528; 59 Jesús Conejos	Bolívar
	X1798; 289 Marcano Berti	Bolívar
	X2477; 3802 Breteler	Bolívar
	X5910; 5910 Breteler X5911; 4971 Breteler	Bolívar Bolívar
<i>Pera bicolor</i> (Klotzsch) Müll.Arg.	X121; 1156 Bernardi	Barinas
	X206; 1460 Bernardi	Guayana venezolana
	X265; 2145 Bernardi	Mérida
	X278; 2357 Bernardi	Mérida
<i>Pera glabrata</i> (Schott) Poepp. ex Baill.	X1504; 35 Jesús Conejos	Guayana
	X1787; 293 Marcano Berti	Bolívar
	X2570; 204.497 Marcano B.	Guayana
	X4767; 86353 Steyermark	Bolívar

Para el estudio microscópico se realizaron cortes de 15-25  $\mu\text{m}$  de espesor, utilizando un micrótopo de deslizamiento, para obtener secciones de los tres planos de corte: transversal, tangencial y radial, las cuales fueron coloreadas con safranina. La preparación de macerados se hizo de acuerdo al método de Franklin (1937). La descripción anatómica se realizó siguiendo lo propuesto por IAWA Committee (1989); Se realizaron fotomicrografías con una cámara Pentax SXn acoplada a un microscopio óptico. Los datos correspondientes a diámetro de poros, diámetro de punteaduras, longitud de elementos de los vasos, longitud de fibras y altura de radios fueron procesados con el programa estadístico SPSS 10.0 para Windows, realizándose estadística básica, análisis de la varianza y la prueba de Tukey para la diferencia de las medias ( $p = 0,05$ ). El número de mediciones hechas para cada característica es el indicado por IAWA Committee (1989), es decir, por cada individuo estudiado se realizaron 25 mediciones de diámetro de poros, longitud de elementos de los vasos, longitud de fibras y altura de radios, mientras que para el diámetro de punteaduras y número de radios por mm lineal se hicieron 10 mediciones. A nivel macroscópico, para la determinación del color se utilizó la tabla de colores de suelos de Munsell (2000).

## RESULTADOS

***Alchornea grandiflora*** Müll.Arg. (X12, X5404, X6112) ([Fig. 1](#)).



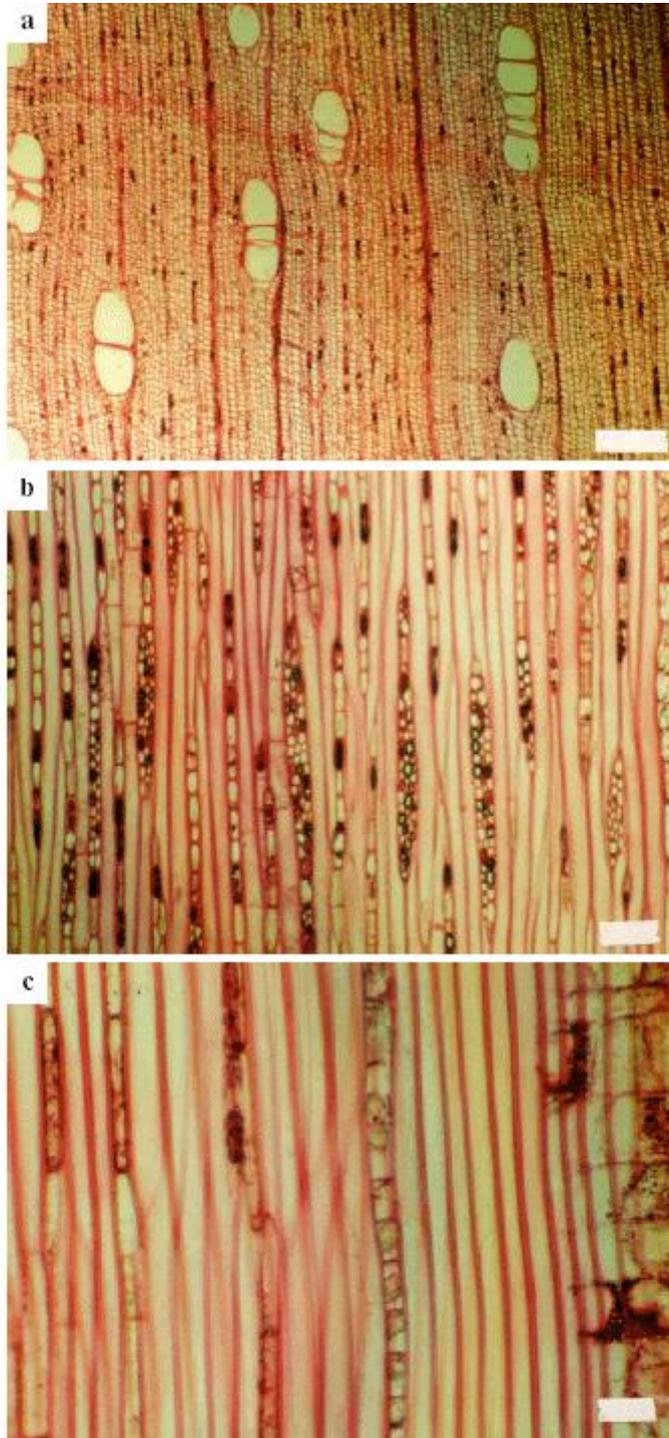
**Fig. 1.** *Alchornea grandiflora*. a. Anillos de crecimiento definidos, poros solitarios, múltiples radiales y arracimados. Escala = 300  $\mu\text{m}$ . b. Conductos lisígenos. Escala = 300  $\mu\text{m}$ .

Madera de color marrón (7.5YR 5/3), sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor ausentes. Lustre mediano. Textura mediana. Grano recto a ligeramente inclinado. Blanda y liviana.

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 2-5(-6), algunos arracimados, 3-5 poros por  $\text{mm}^2$ , diámetro tangencial (95-) 126-175 (-230)  $\mu\text{m}$ . Longitud de elementos de los vasos (315-) 684-838 (-1.340)  $\mu\text{m}$ . Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, grandes, diámetro de 13,75-17,5  $\mu\text{m}$ . Punteaduras radiovasculares distintas a las intervasculares, con aréola reducida o aparentemente simple, de forma redondeada o alargada horizontalmente. Punteaduras ornadas ausentes. Tíldes presentes. Fibras no septadas; paredes delgadas; medianas en la zona de madera tardía del anillo, longitud (1.180-) 1.669-1.954 (-2.500)  $\mu\text{m}$ , punteaduras claramente areoladas. Traqueidas ausentes. Parénquima apotraqueal difuso, en agregados, paratraqueal escaso, vasicéntrico delgado; en series de 2-8 células. Parénquima no lignificado ausente. Radios homocelulares de células cuadradas o erectas y heterocelulares hasta de 5 hileras de células marginales, 10-19 radios por  $\text{mm}$ , 1-2 células de ancho, predominantemente uniseriados, altura (380-) 748-869 (-1.640)  $\mu\text{m}$ . Radios de dos tamaños ausentes. Radios agregados ausentes. Células envolventes ausentes. Células tipo baldosa ausentes. Células radiales perforadas ausentes. Parénquima radial disyuntivo distinguible. Estructura estratificada ausente. Cristales prismáticos presentes en células parenquimáticas radiales, desde

escasos hasta numerosos; drusas ocasionalmente presentes en las células parenquimáticas radiales. Sílice ausente. Células oleíferas o mucilaginosas ausentes. Tubos taniníferos o laticíferos ausentes. Conductos gomíferos transversales presentes, lisígenos, grandes y abundantes. Floema incluso ausente.

***Alchornea triplinervia*** (Spreng.) Müll.Arg. (X4612) ([Fig. 2](#)).



**Fig. 2.** *Alchornea triplinervia*. a. Anillo de crecimiento definido, parénquima apotraqueal difuso y en agregados. Escala = 300  $\mu\text{m}$ . b. Radios de 1-3 células de ancho. Escala = 100  $\mu\text{m}$ . c. Series parenquimáticas cristalíferas. Escala = 300  $\mu\text{m}$ .

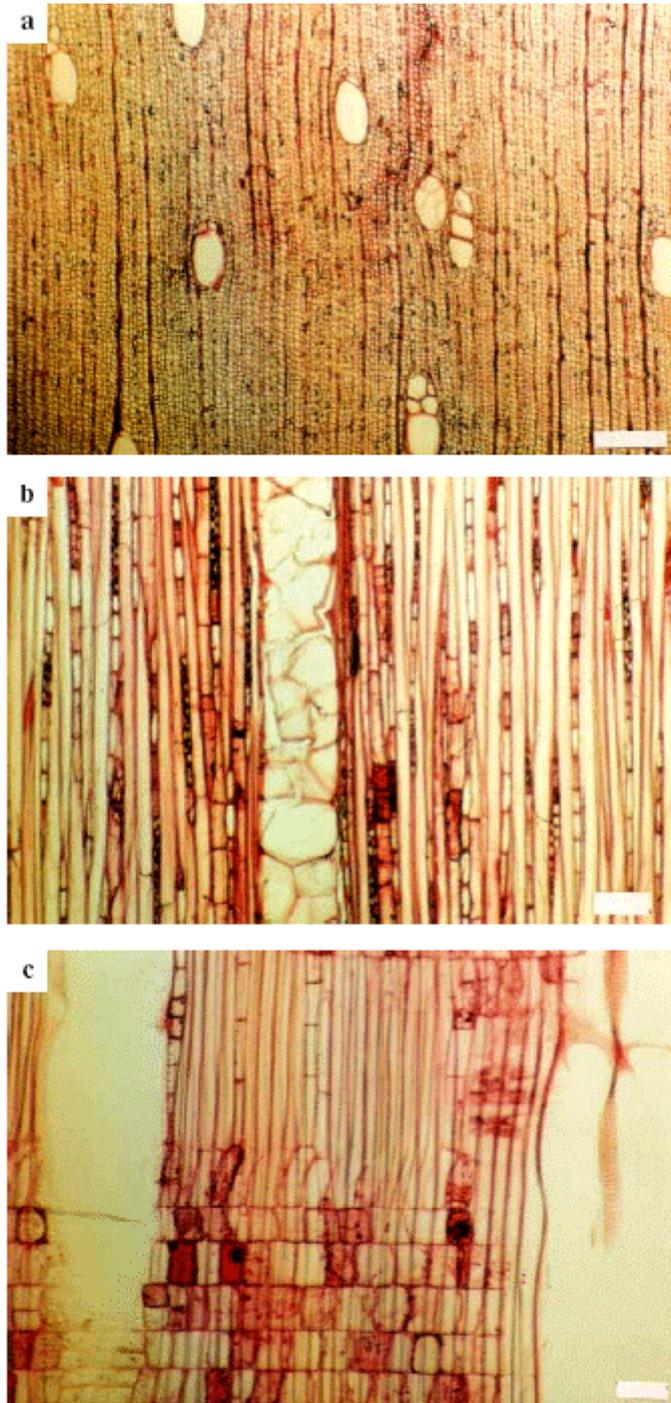
*Antidesma guatemalensis* Lundell

*Antidesma triplinervium* Spreng.

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

Anillos de crecimiento 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 2-5, algunos arracimados, 3 poros por mm<sup>2</sup>, diámetro tangencial (130-) 167 (-210) µm. Longitud de elementos de los vasos (260-) 683 (-930) µm. Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, grandes, diámetro de 10-12,5 µm. Punteaduras radiovasculares distintas a las intervasculares, con aréola reducida o aparentemente simple, de forma redondeada o alargada horizontalmente. Punteaduras ornadas ausentes. Engrosamientos espiralados ausentes. Tíldes presentes. Fibras no septadas; paredes delgadas, longitud (1.230-) 1.506 (-1.775) µm, punteaduras claramente areoladas, comunes tanto en paredes radiales como tangenciales. Traqueidas presentes. Parénquima apotraqueal difuso, en agregados ([Fig. 2a](#)) y paratraqueal escaso; en series de 5-9 células, predominantemente de 8 células. Parénquima no lignificado ausente. Radios heterocelulares con más de 4 hileras de células cuadradas y/o erectas y heterocelulares con células procumbentes, cuadradas y erectas mezcladas; 9-16 radios por mm, 1-3 células de ancho, predominantemente 3 células; altura (145-) 860 (-1.520) µm. Radios de dos tamaños ausentes. Radios agregados ausentes. Células envolventes ausentes. Células tipo baldosa ausentes. Células radiales perforadas ausentes. Parénquima radial disyuntivo indistinguible. Estructura estratificada ausente. Cristales prismáticos formando series parenquimatosas cristalíferas, un cristal por cámara. Sílice ausente. Células oleíferas ausentes. Tubos taniníferos o laticíferos ausentes. Conductos gomíferos ausentes. Floema incluso ausente.

**Alchorneopsis floribunda** (Benth.) Müll.Arg. (X281) ([Fig. 3](#)).



**Fig. 3.** *Alchorneopsis floribunda*. a. Anillos de crecimiento no definidos; parénquima apotraqueal difuso, en agregados. Escala = 300  $\mu\text{m}$ . b. Radios de 1-2 células de ancho, vaso con tílides. Escala = 100  $\mu\text{m}$ . c. Radio homocelular de células cuadradas o erectas. Escala = 100  $\mu\text{m}$ .

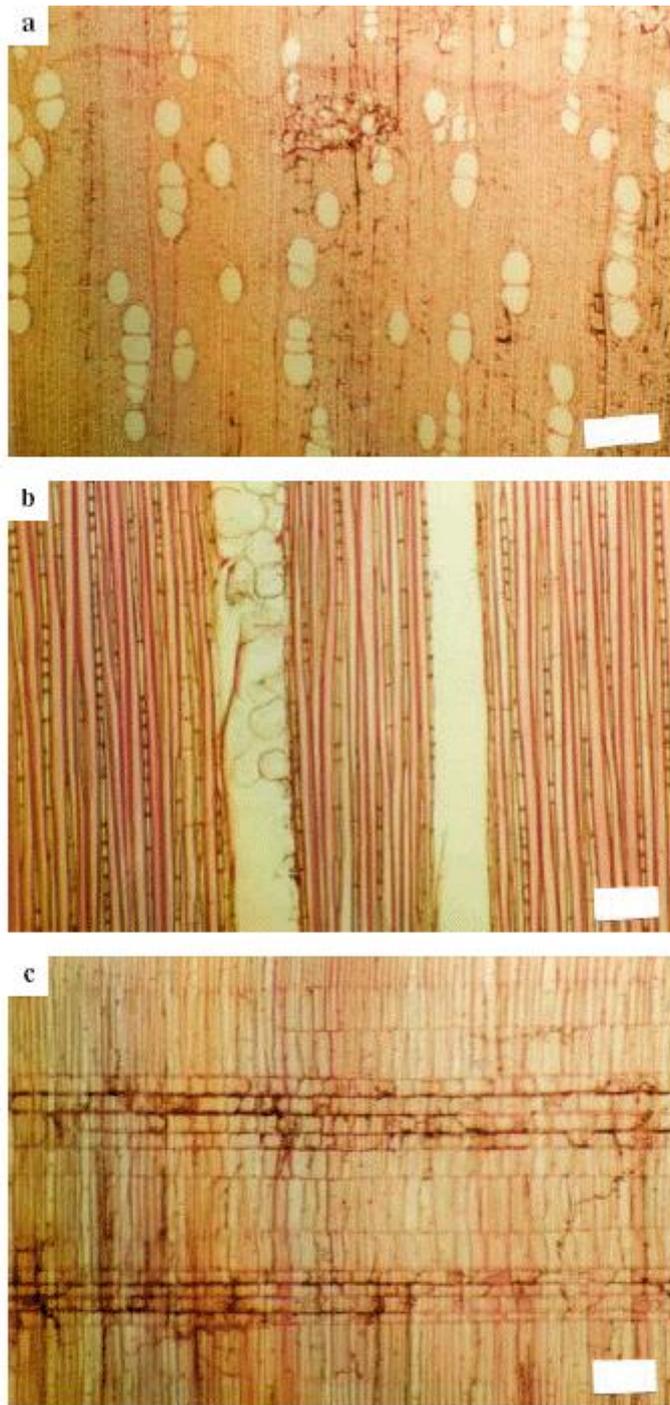
*Alchornea glandulosa* var. *floribunda* Benth.

Madera de color amarillo rojizo (7.5YR 7/6), sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor ausentes. Lustre bajo. Textura mediana. Grano recto. Blanda y liviana.

Anillos de crecimiento ausentes. Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, solitarios y múltiples radiales de 2-3(-4), 2 poros por  $\text{mm}^2$ , diámetro tangencial (110-) 141 (-170)  $\mu\text{m}$ . Longitud de elementos de los vasos (400-) 644 (-

1.010)  $\mu\text{m}$ . Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, medianas a grandes, diámetro de 8,75–15  $\mu\text{m}$ . Punteaduras radiovasculares distintas a las intervasculares, con aréola reducida o aparentemente simples, de forma redondeada o alargada horizontalmente. Punteaduras ornadas ausentes. Tíldes presentes. Fibras no septadas; paredes delgadas, longitud (1.320-) 1.625 (-1.965)  $\mu\text{m}$ , punteaduras indistintamente areoladas. Traqueadas ausentes. Parénquima apotraqueal difuso, en agregados, paratraqueal escaso, vasicéntrico delgado; en series de 6-9 células. Parénquima no lignificado ausente. Radios homocelulares de células cuadradas y/o erectas y heterocelulares con más de 2 hileras de células marginales; 12-16 radios por mm, 1-2 células de ancho, predominantemente biseriados; altura (600-) 644 (-1.840)  $\mu\text{m}$ . Radios de dos tamaños ausentes. Radios agregados ausentes. Células envolventes ausentes. Células tipo baldosa ausentes. Células radiales perforadas ausentes. Parénquima radial disyuntivo indistinguible. Estructura estratificada ausente. Cristales ausentes. Sílice ausente. Células oleíferas ausentes. Tubos taniníferos o laticíferos ausentes. Conductos gomíferos ausentes. Floema incluso ausente.

**Aparisthmium cordatum** (A.Juss.) Baill. (X1838, X4193) ([Fig. 4](#)).



**Fig. 4.** *Aparisthium cordatum*. a. Anillos de crecimiento definidos; poros solitarios y múltiples radiales, máculas presentes. Escala = 300  $\mu\text{m}$ . b. Radios exclusivamente uniseriados, vaso con tílides. Escala = 100  $\mu\text{m}$ . c. Radio heterocelular. Escala = 100  $\mu\text{m}$ .

*Alchornea cordata* (A.Juss.) Mull.Arg.

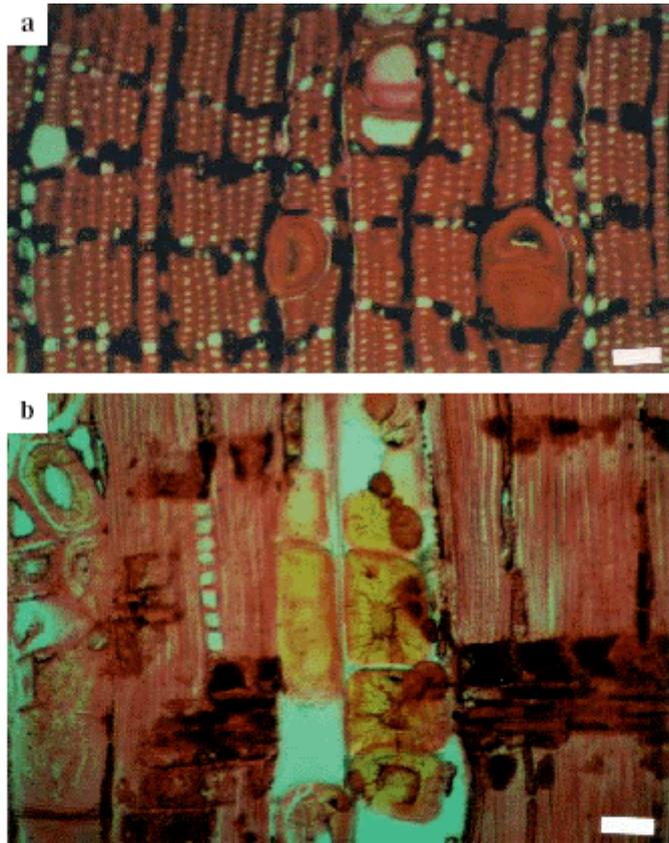
*Alchornea macrophylla* Mart.

*Conceveibum cordatum* A.Juss.

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

Anillos de crecimiento bien 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 2-6 (-7-12), algunos arracimados, predominantemente múltiples radiales de 4-6, 8-15 poros por mm<sup>2</sup>, diámetro tangencial (65-) 102-125 (-165) µm. Longitud de elementos de los vasos (120-) 704 (-1.110) µm. Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, grandes, diámetro de 11,25-13,75 µm. Punteaduras radiovasculares distintas a las intervasculares, con aréola reducida o aparentemente simple, de forma redondeada o angular y alargadas horizontalmente. Punteaduras ornadas ausentes. Engrosamientos espiralados ausentes. Tíldes presentes. Fibras no septadas; paredes delgadas a medianas, longitud (660-) 1.131-1.454 (-1.880) µm, punteaduras indistintamente areoladas. Traqueidas ausentes. Parénquima apotraqueal difuso, en agregados y paratraqueal escaso, en series de 4-8 células. Parénquima no lignificado ausente. Radios homocelulares de células cuadradas y/o erectas y heterocelulares con más de 4 hileras de células marginales; 13-24 radios por mm, exclusivamente uniseriados, altura (500-) 1.312-1.455 (-3.320) µm. Radios de dos tamaños ausentes. Radios agregados ausentes. Células envolventes ausentes. Células tipo baldosa ausentes. Células radiales perforadas ausentes. Parénquima radial disyuntivo indistinguible. Estructura estratificada ausente. Cristales prismáticos en células parenquimáticas radiales cuadradas y/o erectas y ocasionalmente en células procumbentes, un cristal por célula o cámara. Sílice ausente. Células oleíferas ausentes. Canales y tubos taniníferos o laticíferos ausentes. Conductos gomíferos ausentes. Floema incluso ausente. Máculas presentes.

**Chaetocarpus schomburgkianus** (O.Kuntze) Pax & K.Hoffm. (X1528, X1798, X2477, X5910, X5911) ([Fig. 5](#)).



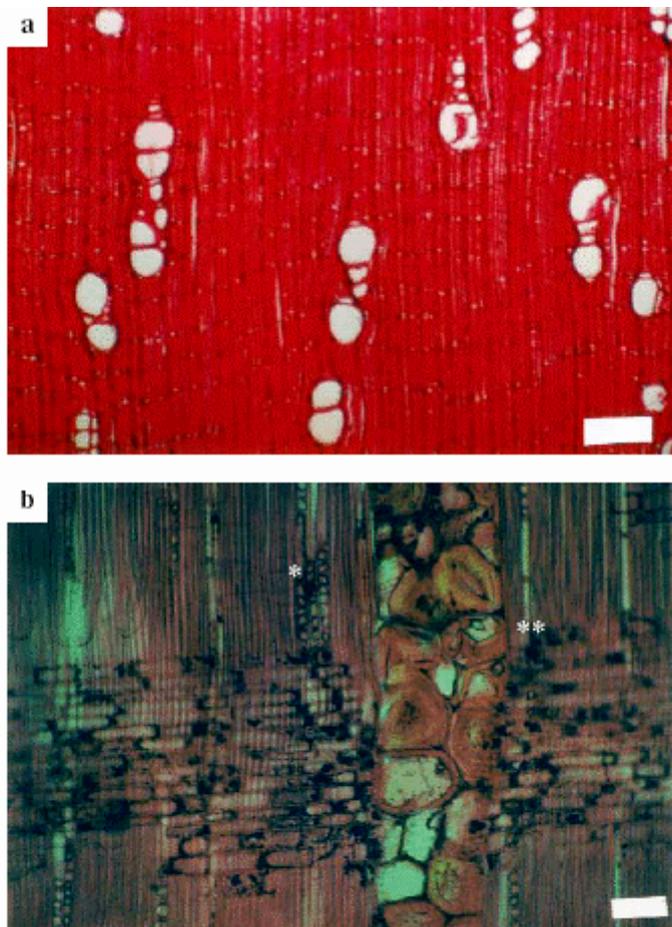
**Fig. 5.** *Chaetocarpus schomburgkianus*. a. Parénquima en bandas finas; poros con esclerotíflides. Escala = 100  $\mu\text{m}$ . b. Vaso con esclerotíflides, series parenquimáticas cristalíferas. Escala = 100  $\mu\text{m}$ .

Madera con albura de color marrón claro (7.5YR 6/4) y duramen de color marrón (7.5YR 4/4), transición abrupta entre albura y duramen. Olor y sabor ausentes. Lustre bajo a medio. Grano recto a inclinado. Textura fina a mediana. Dura y pesada.

Anillos de crecimiento ausentes. Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, solitarios y múltiples radiales de 2-3 (-4-11), 5-6 poros por  $\text{mm}^2$ , diámetro tangencial (95-) 124-164 (-210)  $\mu\text{m}$ . Longitud de elementos de los vasos (130-) 826-936 (-2.865)  $\mu\text{m}$ . Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, medianas a grandes, diámetro de 8,75-16,25  $\mu\text{m}$ . Punteaduras radiovasculares distintas a las intervasculares, con aréola reducida o aparentemente simple, de forma redondeada o angular y alargadas horizontalmente. Punteaduras ornadas ausentes. Engrosamientos espiralados ausentes. Tíflides, esclerotíflides y depósitos de calcio presentes, abundantes. Fibras no septadas; paredes medianas a gruesas, longitud (535-) 1.402-1.652 (-2.800)  $\mu\text{m}$ , punteaduras indistintamente areoladas. Traqueidas presentes (X1528). Parénquima apotraqueal difuso y en agregados, predominantemente en bandas de 1(-2) célula de ancho, en series de 3-8 (-9) células. Parénquima no lignificado ausente. Radios homocelulares de células procumbentes, de células cuadradas o erectas y heterocelulares con 1-4 hileras de células marginales predominantemente, ocasionalmente heterocelulares con más de 4 hileras de células marginales; 5-13 radios por  $\text{mm}$ , 1-3 células de ancho, predominantemente 2-3 células; altura (185-) 436-944 (-1.915)  $\mu\text{m}$ . Radios de dos tamaños ausentes. Radios agregados ausentes. Células envolventes ausentes. Células tipo baldosa ausentes. Células radiales perforadas ausentes. Parénquima radial disyuntivo distinguible. Estructura estratificada ausente. Cristales prismáticos

en series cristalíferas, un cristal por cámara, ocasionalmente 2 cristales por cámara. Sílice ausente. Células oleíferas ausentes. Canales y tubos taniníferos o laticíferos ausentes. Conductos gomíferos ausentes. Floema incluso ausente.

**Pera bicolor** (Klotzsch) Müll.Arg. (X121, X206, X265,X278) ([Fig. 6](#)).



**Fig. 6.** *Pera bicolor*. a. Poros en múltiples radiales; parénquima en bandas finas. Escala = 300  $\mu\text{m}$ . b. Radio homocelular de células procumbentes; series parenquimáticas cristalíferas (\*), vaso con esclerotilides, cristal (\*\*) en esclerotilides. Escala = 100  $\mu\text{m}$ .

*Pera schomburgkiana* (Benth.) Müll.Arg.

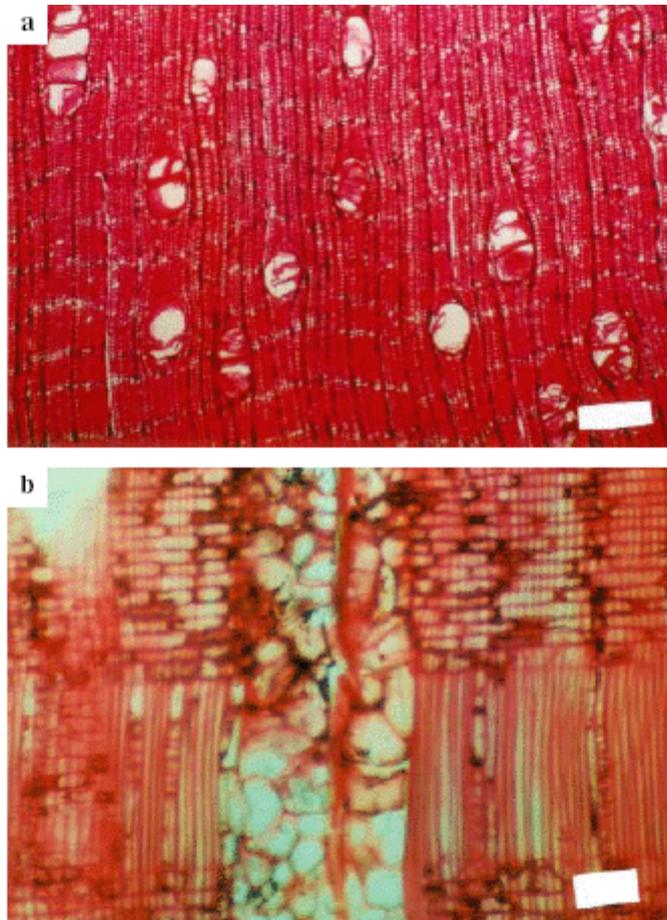
*Peridium bicolor* Klotzsch

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

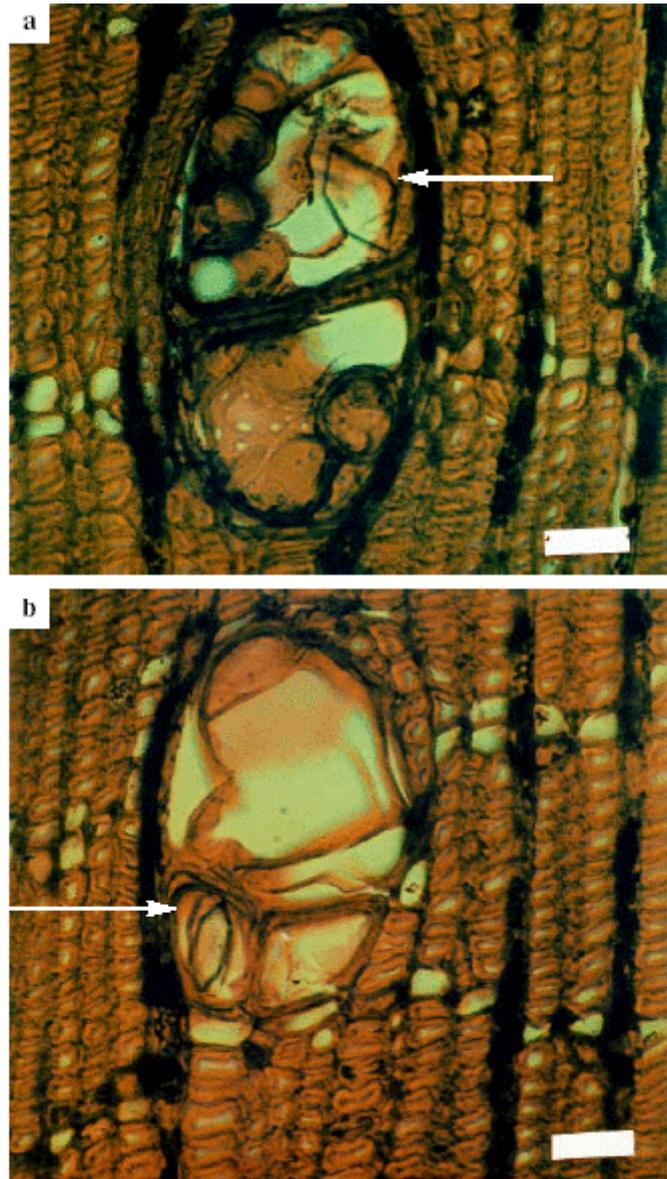
Anillos de crecimiento ligeramente definidos por engrosamiento y reducción del diámetro radial de las paredes de las fibras (X206, X265). Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, múltiples radiales de 2-5 (-9-10), algunos arracimados, 4-10 poros por  $\text{mm}^2$ , diámetro tangencial (105-) 144-199 (-230)  $\mu\text{m}$ . Longitud de elementos de los vasos (270-) 608-754 (-1.350)  $\mu\text{m}$ . Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, medianas a grandes, diámetro de 7,5-15  $\mu\text{m}$ . Punteaduras radiovasculares distintas a las intervasculares, con aréola reducida o aparentemente simples, de forma

redondeada o angular y alargadas horizontalmente. Punteaduras ornadas ausentes. Tíldes y esclerotíldes presentes, algunas veces con cristales prismáticos (X121). Fibras no septadas, paredes delgadas a muy gruesas, longitud (850-) 1285-1453 (-2220)  $\mu\text{m}$ , punteaduras indistintamente areoladas. Traqueidas presentes (X121, X265). Parénquima apotraqueal difuso, agregados, predominantemente en bandas estrechas, 1-2 células de ancho, en series de 3-9 células. Parénquima no lignificado ausente. Radios homocelulares de células procumbentes y heterocelulares con una hilera de células marginales; 8-17 radios por mm, 1-2 (-3) células de ancho, predominantemente uniseriados, altura (325-) 619-699 (-1.440)  $\mu\text{m}$ . Radios de dos tamaños ausentes. Radios agregados ausentes. Células envolventes ausentes. Células tipo baldosa ausentes. Células radiales perforadas ausentes. Parénquima radial disyuntivo distinguible. Estructura estratificada ausente. Cristales prismáticos en las células parenquimáticas axiales, formando series cristalíferas, un cristal por célula o cámara, ocasionalmente 2 cristales por cámara. Sílice ausente. Células oleíferas ausentes. Tubos taniníferos o laticíferos ausentes. Conductos gomíferos ausentes. Floema incluso ausente.

**Pera glabrata** (Schott) Poepp. ex Baill. (X1504, X1787, X2570, X4767) ([Fig. 7 y 8](#)).



**Fig. 7.** *Pera glabrata*. a. Poros solitarios y múltiples radiales, tíldes presentes, parénquima en bandas finas. Escala = 300  $\mu\text{m}$ . b. Radio homocelular de células procumbentes, series parenquimáticas cristalíferas. Escala = 300  $\mu\text{m}$ .



**Fig. 8.** *Pera glabrata*. a. Cristal prismático en los poros. Escala = 50  $\mu\text{m}$ . b. Cristal estivoide en los poros. Escala = 500  $\mu\text{m}$ .

*Pera ferruginea* (Schott) Müll.Arg.

*Peridium ferrugineum* Schott

*Peridium glabratum* Schott

Madera de color marrón amarillento claro (10YR 6/4) a marrón pálido (10YR 6/3), sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor ausentes. Lustre bajo a mediano. Textura mediana. Grano recto a inclinado. Moderadamente dura y pesada.

Anillos de crecimiento ligeramente definidos por engrosamiento y reducción del diámetro radial de las paredes de las fibras (X1504, X4767). Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, solitarios y múltiples radiales de 2-3 (-4-6), 5-7 poros por  $\text{mm}^2$ , diámetro tangencial (100-) 141-192 (-240)  $\mu\text{m}$ . Longitud de elementos de los vasos (200-) 468-778 (-2.050)  $\mu\text{m}$ . Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, medianas a

grandes, diámetro de 7,5-15  $\mu\text{m}$ . Punteaduras radiovasculares distintas a las intervasculares, con aréola reducida o aparentemente simple, de forma redondeada o angular y alargadas horizontalmente. Punteaduras ornadas ausentes. Tíldes presentes, algunas veces con cristales prismáticos a estiloides (X1504, X1787). Fibras no septadas; paredes delgadas a gruesas, longitud (330-) 1.204-1.286 (-1.980)  $\mu\text{m}$ , punteaduras indistintamente areoladas. Traqueidas ausentes. Parénquima apotraqueal difuso en agregados, paratraqueal escaso, en bandas estrechas, continuas, 1-2 células de ancho, en series de 2-10 células. Parénquima no lignificado ausente. Radios homocelulares de células procumbentes, de células cuadradas y/o erectas y heterocelulares con 1-3 hileras de células marginales, 8-15 radios por mm, 1-2 células de ancho, predominantemente uniseriados, altura (160-) 406-616 (-1.260)  $\mu\text{m}$ . Radios de dos tamaños ausentes. Radios agregados ausentes. Células envolventes ausentes. Células tipo baldosa ausentes. Células radiales perforadas ausentes. Parénquima radial disyuntivo distinguible. Estructura estratificada ausente. Cristales prismáticos en series cristalíferas, un cristal por célula o cámara, ocasionalmente 2 cristales por cámara. Sílice ausente. Células oleíferas ausentes. Tubos taniníferos o laticíferos ausentes. Conductos gomíferos ausentes. Floema incluso ausente.

Con relación a las características cuantitativas se observó lo siguiente:

**a.** Número de poros por  $\text{mm}^2$ . De acuerdo a las categorías establecidas por IAWA Committee (1989), las especies estudiadas se ubican en la categoría I (menos de 5 poros por  $\text{mm}^2$ ) y II (5-20 poros por  $\text{mm}^2$ ). Los individuos de las especies *Alchornea grandiflora*, *A. triplinerviay* *A. floribunda* se encuentran en la categoría I, mientras que *Aparisthium cordatum*, *Chaetocarpus schomburgkianus* y *Pera glabrata* se incluyen en la categoría II. En el caso de *P. bicolor* se observó un comportamiento donde se presentaron individuos en la categoría I y II.

**b.** Diámetro de poros. Todos los individuos estudiados presentan poros medianos (100-200  $\mu\text{m}$ ) de acuerdo a las categorías establecidas por IAWA Comité (1989). El menor promedio se observó en un individuo de *Aparisthium cordatum*, con 102  $\mu\text{m}$ , y el mayor diámetro promedio se presentó en un individuo de *Pera bicolor*, con 199  $\mu\text{m}$  ([Tabla 2](#)). A nivel de especies, según la prueba de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ), se forman 10 grupos homogéneos que muestran la existencia de diferencias significativas entre individuos de *Alchornea grandiflora*, *Chaetocarpus schomburgkinus*, *Pera glabrata* y *P. bicolor* ([Tabla 3](#)). Esto indica que aún cuando todas las especies se ubican en una misma categoría se pueden presentar diferencias significativas no solamente entre especies diferentes, sino también entre individuos de una misma especie y en esto pueden influir las condiciones del sitio donde crecen los individuos, especialmente lo relacionado con disponibilidad de humedad, y diferencias en el grado de desarrollo de los individuos.



**c.** Longitud de elementos de los vasos. Todos los individuos estudiados se ubican en la categoría de elementos de los vasos medianos (350-800  $\mu\text{m}$ ) de IAWA Committee (1989), excepto en el caso de *Chaetocarpus schomburgkianus* donde los diferentes individuos estudiados desarrollan elementos vasculares largos ( $> 800 \mu\text{m}$ ). Esto podría indicar diferencias filogenéticas entre géneros de una misma subfamilia, pero sería necesario incluir un mayor número de variables para conocer con más precisión el grado de especialización del tejido xilemático dentro de la subfamilia. A nivel de especie, el comportamiento es bastante uniforme, formándose cuatro grupos homogéneos que se superponen y observándose diferencias significativas entre individuos de una misma especie sólo en el caso de *Pera glabrata* (Tabla 4).

**Tabla 4.** Grupos homogéneos para longitud de elementos vasculares según la prueba de Tukey ( $\alpha = 0,05$ )

Individuo (Especie)	GRUPO			
	1	2	3	4
<i>Pera glabrata</i>	X			
<i>Pera bicolor</i>	X	X		
<i>Alchorneopsis floribunda</i>	X	X	X	
<i>Pera bicolor</i>	X	X	X	
<i>Pera glabrata</i>	X	X	X	X
<i>Alchornea triplinervia</i>	X	X	X	X
<i>Alchornea grandiflora</i>	X	X	X	X
<i>Aparisthium cordatum</i>	X	X	X	X
<i>Aparisthium cordatum</i>	X	X	X	X
<i>Pera bicolor</i>	X	X	X	X
<i>Pera glabrata</i>	X	X	X	X
<i>Pera bicolor</i>	X	X	X	X
<i>Alchornea grandiflora</i>	X	X	X	X
<i>Pera glabrata</i>	X	X	X	X
<i>Chaetocarpus schomburgkianus</i>		X	X	X
<i>Alchornea grandiflora</i>		X	X	X
<i>Chaetocarpus schomburgkianus</i>			X	X
<i>Chaetocarpus schomburgkianus</i>			X	X
<i>Chaetocarpus schomburgkianus</i>			X	X
<i>Chaetocarpus schomburgkianus</i>				X

**d.** Longitud de fibras. Los individuos de las diferentes especies estudiadas se ubican en las categorías de fibras medianas (900-1600  $\mu\text{m}$ ) y largas ( $> 1600 \mu\text{m}$ ) de IAWA Committee (1989). A nivel de especie, *Alchornea triplinervia*, *Aparisthium cordatum*, *Pera bicolor* y *P. glabrata* poseen fibras exclusivamente medianas; *Alchornea grandiflora* y *Alchorneopsis floribunda* desarrollan fibras exclusivamente largas, mientras que en *Chaetocarpus schomburgkianus* algunos individuos presentan fibras medianas y otros largas. Desde el punto de vista estadístico, según la prueba de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ), se observa un comportamiento homogéneo entre individuos de una misma especie (Tabla 5).

**Tabla 5.** Grupos homogéneos para longitud de fibras según la prueba de Tukey ( $\alpha= 0,05$ )

Individuo (Especie)	GRUPO						
	1	2	3	4	5	6	7
<i>Aparisthium cordatum</i>	X						
<i>Pera glabrata</i>	X	X					
<i>Pera glabrata</i>	X	X	X				
<i>Pera bicolor</i>	X	X	X				
<i>Pera glabrata</i>	X	X	X				
<i>Pera bicolor</i>	X	X	X	X			
<i>Pera bicolor</i>	X	X	X	X	X		
<i>Chaetocarpus schomburgkianus</i>	X	X	X	X	X	X	
<i>Pera bicolor</i>	X	X	X	X	X	X	
<i>Aparisthium cordatum</i>	X	X	X	X	X	X	
<i>Chaetocarpus schomburgkianus</i>		X	X	X	X	X	
<i>Alchornea triplinervia</i>		X	X	X	X	X	
<i>Chaetocarpus schomburgkianus</i>		X	X	X	X	X	
<i>Chaetocarpus schomburgkianus</i>		X	X	X	X	X	
<i>Pera glabrata</i>		X	X	X	X	X	
<i>Alchorneopsis floribunda</i>			X	X	X	X	X
<i>Chaetocarpus schomburgkianus</i>				X	X	X	X
<i>Alchornea grandiflora</i>					X	X	X
<i>Alchornea grandiflora</i>						X	X
<i>Alchornea grandiflora</i>							X

**e.** Altura de los radios. En todas las especies estudiadas la altura promedio de los radios fue inferior a 1 mm, excepto en el caso de *Aparisthium cordatum* donde osciló entre 1312 y 1455  $\mu\text{m}$  (Tabla 2). Esta diferenciación entre categorías se observó tanto en función de valores absolutos, como de acuerdo a las pruebas estadísticas de diferencias de medias. A nivel de individuos de una misma especie, sólo se observaron diferencias estadísticamente significativas en el caso de *Chaetocarpus schomburgkianus* (Tabla 6).

**Tabla 6.** Grupos homogéneos para altura de radios según la prueba de Tukey ( $\alpha = 0,05$ )

(Especie)	GRUPO						
	1	2	3	4	5	6	7
<i>Chaetocarpus schomburgkianus</i>	X						
<i>Pera glabrata</i>	X						
<i>Chaetocarpus schomburgkianus</i>	X	X					
<i>Chaetocarpus schomburgkianus</i>	X	X	X				
<i>Pera glabrata</i>	X	X	X				
<i>Pera glabrata</i>	X	X	X	X			
<i>Pera glabrata</i>	X	X	X	X	X		
<i>Pera bicolor</i>	X	X	X	X	X		
<i>Pera bicolor</i>	X	X	X	X	X		
<i>Pera bicolor</i>	X	X	X	X	X		
<i>Pera bicolor</i>		X	X	X	X	X	
<i>Chaetocarpus schomburgkianus</i>			X	X	X	X	
<i>Alchornea grandiflora</i>			X	X	X	X	
<i>Alchornea grandiflora</i>				X	X	X	
<i>Alchornea triplinervia</i>				X	X	X	
<i>Alchornea grandiflora</i>					X	X	
<i>Chaetocarpus schomburgkianus</i>						X	
<i>Alchorneopsis floribunda</i>						X	
<i>Aparisthium cordatum</i>							X
<i>Aparisthium cordatum</i>							X

**Clave de identificación**

- 1a. Parénquima predominantemente apotraqueal difuso en agregados ..... 2
- 1b. Parénquima predominantemente en bandas finas ..... 5
- 2a. Cristales presentes ..... 3
- 2b. Cristales ausentes ..... *Alchorneopsis floribunda*
- 3a. Conductos gomíferos transversales presentes, grandes y numerosos .....  
..... *Alchornea grandiflora*
- 3b. Conductos gomíferos transversales ausentes ..... 4
- 4a. Radios exclusivamente uniseriados ..... *Aparisthium cordatum*
- 4b. Radios de 1-3 células de ancho, predominantemente 3 células .....  
..... *Alchornea triplinervia*
- 5a. Radios predominantemente de 2-3 células de ancho .....  
..... *Chaetocarpus schomburgkianus*
- 5b. Radios predominantemente uniseriados ..... 6
- 6a. Esclerofilides presentes ..... *Pera bicolor*
- 6b. Esclerofilides ausentes ..... *Pera glabrata*

**DISCUSIÓN**

En la madera de las siete especies estudiadas se observó, como característica común, el desarrollo de colores claros y uniformes. El 85,71% de las especies presentó coloración homogénea, sin diferencias de color entre albura y duramen. Sólo en *Chaetocarpus schomburgkianus* se distinguió una transición abrupta entre la zona de albura y duramen. A nivel de los elementos de conducción se observa bastante uniformidad en cuanto a porosidad, agrupación y disposición de los poros, tipo de platinas de perforación, características de punteaduras intervasculares y

radiovasculares. Con relación al contenido de los vasos, fue común la presencia de tílides. En *Chaetocarpus schomburgkianus* y *Pera bicolor* también se observaron esclerotíides. En *C. schomburgkianus* se presentaron depósitos de calcio. En *Alchornea triplinervia*, *Chaetocarpus schomburgkianus* y *Pera bicolor* se observaron traqueidas en el tejido macerado. En el tejido de soporte se observó uniformidad en cuanto a la ausencia de septos en las fibras y el tipo de punteaduras predominante fue indistintamente areolado, excepto en *Alchornea triplinervia* y *A. grandiflora* donde se presentaron fibras con punteaduras claramente areoladas. Con relación al grosor de las paredes de las fibras, se presentó una amplia variación observándose desde fibras de paredes delgadas (*Alchornea grandiflora*, *A. triplinervia*, *Alchorneopsis floribunda*, *Aparisthium cordatum*) hasta fibras de paredes gruesas (*Chaetocarpus schomburgkianus*, *Pera bicolor*, *P. glabrata*). El tejido parenquimático axial predominantemente fue de tipo apotraqueal difuso y en agregados en las especies *Alchornea grandiflora*, *A. triplinervia*, *Alchorneopsis floribunda*, *Aparisthium cordatum*; bandas de 1-2 células de ancho en *Chaetocarpus schomburgkianus*, *Pera bicolor*, *P. glabrata*; solamente se presentó parénquima en series con un número de células que osciló entre 2 y 10 células. Los radios se presentaron en forma combinada de homocelulares y heterocelulares; exclusivamente uniseriados en *Alchornea grandiflora* y *Aparisthium cordatum*, hasta tres células de ancho en el resto de las especies. La presencia de sustancias minerales se limitó al desarrollo de cristales en células parenquimáticas axiales (*Alchornea triplinervia*, *Chaetocarpus schomburgkianus*, *Pera bicolor*, *P. glabrata*) y radial (*Alchornea grandiflora*, *Aparisthium cordatum*); *Alchorneopsis floribunda* no presentó ningún tipo de cristal. En *Pera bicolor* y *P. glabrata* también se presentaron cristales en los poros y en comparación con los observados en el parénquima axial de ambas especies, se encontró que los cristales son del mismo tipo (prismático) pero desarrollando mayores dimensiones los que se encuentran en los poros. Adicionalmente, en *P. glabrata* también se encontraron cristales estiloides en los poros. El desarrollo de estructuras secretoras se observó en *Alchornea grandiflora* en forma de conductos gomíferos transversales de gran tamaño, claramente distinguibles a simple vista.

En *Alchornea grandiflora* se observó la presencia de anillos de crecimiento definidos por engrosamiento y reducción del diámetro radial de las paredes de las fibras. Estos anillos son claramente diferenciables a nivel microscópico, pero en observaciones macroscópicas no se distinguen claramente. Pérez (1993) no reporta la presencia de anillos de crecimiento en esta especie. Hayden & Hayden (2000) mencionan que las especies correspondientes a la subfamilia Acalyphoideae se caracterizan porque cuando presentan anillos de crecimiento están ligeramente definidos por variaciones en el grosor de las paredes de las fibras. Esto coincide con lo encontrado en el presente estudio para la especie *Alchornea grandiflora*. En esta especie también se observó la presencia de cristales tipo drusa, en baja proporción. Según Hayden & Hayden (2002), en la subfamilia Acalyphoideae, estos cristales se presentan en las especies *Acalypha amentacea*, *Claoxylon purpureum*, *Koiloclepea bantamense*, *K. hainanense* y *Macaranga kilimandsharica*. Otra característica resaltante en *Alchornea grandiflora* es la presencia de conductos gomíferos transversales de grandes dimensiones, con un diámetro tangencial que osciló entre 245 y 460  $\mu\text{m}$ . Estos conductos se caracterizaron por tener una distribución irregular, encontrándose áreas con una gran cantidad de conductos y otras áreas desprovistas de los mismos. Adicionalmente, esos conductos no presentan un epitelio bien definido y algunas veces toman formas bastante irregulares. Hayden & Hayden (2000) reportan la presencia de canales lisígenos anormalmente grandes en algunas especies de los géneros *Adenophaedra*, *Alchornea* y *Conceveiba*. En el caso del género *Alchornea* indican que los conductos pueden alcanzar diámetros tangenciales de 160-325  $\mu\text{m}$ . Pérez (1993), en su descripción de *Alchornea grandiflora*, indica que a veces se pueden presentar conductos transversales grandes. Hayden & Hayden (2000) señalan que los reportes de este tipo de

estructuras muestran ciertas inconsistencias que pueden ser debidas a diferencias de edad en el material estudiado o a que los conductos se pueden presentar a ciertos intervalos, esto hace que muchas veces no sean incluidos en los pequeños cubos utilizados para la preparación en estudios microscópicos. Esto indica la necesidad de profundizar más sobre el desarrollo de este tipo de estructuras secretoras en algunas especies de Euphorbiaceae. Es necesario indicar que entre las especies estudiadas por Hayden & Hayden (2000) no se incluye *Alchornea grandiflora*. Manieri & Peres (1989) también reportan este tipo de canales en *Alchornea triplinervia*, sin embargo el material incluido en la presente investigación no evidenció el desarrollo de ese tipo de estructuras. En esta última especie, Manieri & Peres (1989) también mencionan la presencia de cristales prismáticos en las células parenquimáticas radiales. Esta observación no coincide con lo reportado por Hayden & Hayden (2000) y lo observado en el presente estudio en donde los cristales se ubican en las células parenquimáticas axiales. Con relación a la especie *Aparisthium cordatum*, Hayden & Hayden (2000) mencionan la presencia de platinas múltiples en combinación con platinas de perforación simples y sílice en las células parenquimáticas radiales, mientras que Déttiene *et al.* (1982) y Vasconcelos *et al.* (1995) sólo mencionan la presencia de platinas de perforación simples y no hacen referencia a la presencia de sílice. Esto último coincide con lo encontrado en el presente estudio. Déttiene *et al.* (1982) también mencionan la presencia de tubos laticíferos, estructuras secretoras no observadas en el presente trabajo. Con respecto a la especie *Chaetocarpus schomburgkianus* se observan algunas divergencias con lo reportado por Corothie (1963, 1967) en relación con la ubicación de los cristales en el sentido que reporta la presencia de cristales prismáticos en el parénquima axial y radial, mientras que el material analizado en el presente trabajo sólo presenta cristales en el parénquima axial, coincidiendo con lo encontrado por Déttiene *et al.* (1982) y Hayden & Hayden (2000). Para las especies *Pera bicolor* y *P. glabrata*, Déttiene *et al.* (1982) mencionan dos caracteres que no coinciden con el material descrito en el presente trabajo: la presencia de tubos laticíferos y punteaduras claramente aréoladas. Hayden & Hayden (2000), para las dos especies mencionadas, coinciden con lo observado en el presente trabajo.

## **AGRADECIMIENTO**

Al Sr. Julio C. Maldonado R., técnico del laboratorio de Anatomía de maderas, por la preparación de material para el estudio microscópico.

## **BIBLIOGRAFÍA**

1. Aristeguieta, L. 2003. *Estudio dendrológico de la flora de Venezuela*. Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales. Caracas, Venezuela.
2. Corothie, H. 1963. *Estructura anatómica de 47 maderas de la Guayana venezolana y clave para su identificación*. Universidad de Los Andes. Facultad de Ciencias Forestales. Mérida, Venezuela.
3. Corothie, H. 1967. *Estructura anatómica de 47 maderas de la Guayana venezolana*. Universidad de Los Andes. Laboratorio Nacional de Productos Forestales. Mérida, Venezuela.
4. Déttiene, P., P. Jacquet & A. Mariaux. 1982. *Manuel d'Identification des bois tropicaux. Tome 3: Guyane Francaise*. Centre Technique Forestier Tropical. Marne, Francia.

5. Franklin, G. 1937. Permanent preparations of macerated wood fibres. *Trop. Woods* 49: 21-22.
6. Hayden, W. & S. Hayden. 2000. Wood anatomy of Acalyphoideae (Euphorbiaceae). *IAWA J.* 21: 213-235.
7. Huber, O., R. Duno, F. Stauffer, L. Pappaterra, A. Jiménez, S. Llamozas & G. Orsini. 1998. *Estado actual del conocimiento de la flora en Venezuela*. Documentos Técnicos de la Estrategia Nacional de Diversidad Biológica. Caracas.
8. IAWA Committee. 1989. IAWA list of microscopic features for hardwood identification. *IAWA Bull. n.s.* 10: 217-332.
9. León H., W. & N. Espinoza de P. 1995. Descripción macroscópica y clave de identificación de 73 especies de la unidad experimental de la Reserva Forestal de Caparo (estado Barinas). Universidad de los Andes. Facultad de Ciencias Forestales. Comodato ULA\_MARNR. *Cuaderno de Comodato N° 24*. Mérida, Venezuela.
10. Mabberley, D. 1990. *The plant book*. Cambridge University Press. Cambridge.
11. Manieri, C. & J. Peres. 1989. *Fichas de Características das Madeiras Brasileiras*. Instituto de Pesquisas Tecnológicas. Sao Paulo, Brasil.
12. Munsell Soil Color Charts. 2000. MacBeth División of Kollmorgen Corporation. Baltimore, Maryland.
13. Pérez M., A. 1971. Estructura anatómica de 37 maderas de la Guayana venezolana y clave para su identificación. Trabajo de Ascenso. Universidad de Los Andes. Facultad de Ciencias Forestales. Mérida, Venezuela.
14. Pérez M., A. 1974. Identificación macroscópica de algunas maderas de los Llanos Occidentales de Venezuela. Trabajo de Ascenso. Universidad de Los Andes. Facultad de Ciencias Forestales. Mérida, Venezuela.
15. Pérez M., A. 1977. Identificación macroscópica de algunas maderas de la Guayana venezolana. Trabajo de Ascenso. Universidad de Los Andes. Facultad de Ciencias Forestales. Mérida, Venezuela.
16. Pérez M., A. 1993. Anatomía e identificación de 40 maderas del Bosque La Mucuy, estado Mérida, Venezuela. *Pittieria* 20: 5-78.
17. Vasconcellos, F., J. Freitas & J. De Silva. 1995. Observação microscópica de inclusões minerais no xilema de espécies tropicais da Amazonia. *Acta Amazon.* 25: 55-68.
18. Webster, G., P. Berry, W. Scott, H. Esser, L. Gillespie, W. Hayden, G. Levin, R. De Secco & S. Heald. 1999. Euphorbiaceae. In: *Flora of the Venezuelan Guayana*. Vol. 5 (Berry, P., K. Yatskievych & B. Holst, eds.), pp. 72-228. Missouri Botanical Garden Press, St. Louis.