

ANATOMÍA DEL XILEMA SECUNDARIO DE 14 ESPECIES DEL GÉNERO *POUTERIA* AUBL. (SAPOTACEAE) EN VENEZUELA

Wood anatomy of 14 species of the genus *Pouteria* Aubl. (Sapotaceae) in Venezuela

Williams J. LEÓN H.

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

RESUMEN

Se realizó el estudio anatómico de la madera de 14 especies del género *Pouteria* Aubl. (Sapotaceae) que crecen en Venezuela. Las especies estudiadas fueron *P. amygdallicarpa*, *P. caimito*, *P. coriacea*, *P. cuspidata* subsp. *dura*, *P. decorticans*, *P. egregia*, *P. eugeniifolia*, *P. guianensis*, *P. hispida*, *P. macrophylla*, *P. procera*, *P. reticulata*, *P. trilocularis* y *P. venosa*. La descripción se realizó de acuerdo a lo indicado por IAWA Committee. Las características cuantitativas fueron sometidas a un análisis de varianza y prueba de diferencia de medias de Tukey. Se observó homogeneidad del xilema secundario dentro del género, con diferencias en aspectos relacionados con diámetro de poros, diámetro de punteaduras, ancho de radios y número de células de ancho de las bandas de parénquima. Basado en estas características se elaboró una clave que permitió la identificación de las especies estudiadas. *Pouteria decorticans* y *P. hispida* sólo fue posible separarlas mediante el uso de características cuantitativas, específicamente el diámetro de punteaduras, mientras que *P. egregia* y *P. procera* fueron separadas por la longitud de las fibras.

Palabras clave: Anatomía, cuerpos de sílice, madera, *Pouteria*, Sapotaceae, Venezuela, xilema

ABSTRACT

Wood anatomy of 14 species of the genus *Pouteria* Aubl. (Sapotaceae) growing in Venezuela was studied. The following species were studied: *P. amygdallicarpa*, *P. caimito*, *P. coriacea*, *P. cuspidata* subsp. *dura*, *P. decorticans*, *P. egregia*, *P. eugeniifolia*, *P. guianensis*, *P. hispida*, *P. macrophylla*, *P. procera*, *P. reticulata*, *P. trilocularis* and *P. venosa*. Wood description was done according IAWA Committee list. An one way ANOVA and Tukey test for multiple comparisons was performed regarding quantitative features. Secondary xylem shows homogeneity in *Pouteria* genus; the main distinctive features between species are pore diameter, pit diameter, rays width and number of wide cells in parenchyma bands. According to these features, a dichotomous key was elaborated. *Pouteria decorticans* and *P. hispida* can only be separated using quantitative features like diameter of intervessel pits. Similar case was observed between *P. egregia* and *P. procera*, separated by fibre length.

Key words: Anatomy, *Pouteria*, Sapotaceae, silica bodies, Venezuela, wood, xylem

INTRODUCCIÓN

La Sapotaceae es una familia de distribución tropical que pertenece al orden Ebenales de acuerdo al sistema de clasificación de Cronquist (1981). El género *Pouteria* Aubl. es el más numeroso de la familia e incluye 188 especies en el Neotrópico y cerca de 150 en Asia tropical y el Pacífico (Pennington 1990). En Venezuela, la familia está representada por 11 géneros, siendo *Pouteria* el que tiene mayor representación en número de especies, con aproximadamente 60 distribuidas en toda la geografía nacional, de las cuales siete son endémicas (Pennington 2008). Algunas especies de este género se han tratado de introducir en el mercado maderero nacional, a pesar de las dificultades que ofrecen para su procesamiento debido a los altos contenidos de sílice. Varios autores han realizado estudios anatómicos del xilema secundario de especies de *Pouteria* (Kribs 1968; JUNAC 1981; Déttienne *et al.* 1982; Mainieri & Peres 1989; Barajas *et al.* 1997; Miller & Déttienne 2001). Sin embargo, el trabajo realizado por Kukachka (1982) se puede considerar el más completo por presentar información del género basada en el estudio de 41 especies neotropicales. De las especies venezolanas, las únicas descripciones completas (macroscópica y microscópica) corresponden a *P. egregia* (Corothie 1967) y *P. reticulata* (León & Espinoza de Pernía 2001). En las investigaciones realizadas sobre este género no se han reportado características que permitan diferenciar especies o grupos de especies en función de la estructura xilemática. Debido a esta razón, el presente trabajo tiene como objetivo describir la anatomía del xilema secundario de 14 especies del género *Pouteria* que crecen en Venezuela y presentar una clave para la identificación de las mismas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El material de estudio está representado por muestras de madera de 14 especies colectadas en diferentes localidades de la geografía venezolana, pertenecientes a la xiloteca MERw del Laboratorio de Anatomía de Maderas de la Universidad de Los Andes. Cada muestra de madera tiene su respectivo pliego en el Herbario MER de la Universidad de Los Andes (Tabla 1) y fueron determinadas por T. Pennington en el marco del proyecto de Flora Neotropica para la familia Sapotaceae (Pennington 1990). Por cada especie se estudiaron entre uno y cinco individuos. La preparación del material se realizó utilizando las técnicas convencionales de microtecnia xilemática, mediante el ablandamiento de cubos de madera en agua caliente, excepto en *Pouteria egregia* y *P. eugeniifolia* donde se utilizó la inmersión de muestras en etilendiamina y se aplicó un tratamiento en vacío. La coloración se hizo utilizando safranina (50%). Se preparó tejido macerado sumergiendo astillas en una mezcla de ácido acético glacial y peróxido de hidrógeno (1:1) que se colocó en una estufa (60°C) durante 12 h. La descripción se realizó de acuerdo a lo indicado por IAWA Committee (1989). Para el análisis estadístico se utilizó el programa SPSS 13.0 para Windows. Se realizaron pruebas

de análisis de varianza y la prueba de medias de Tukey ($\alpha = 0,05$) con el fin de determinar la existencia de diferencias significativas en las características cuantitativas estudiadas y con ello conocer su grado de confiabilidad, para ser utilizadas en la elaboración de una clave.

Tabla 1. Especies del género *Pouteria* (Sapotaceae) estudiadas.

Especie	Nº Xiloteca	Pliego	Procedencia (estado)
<i>P. amygdalicarpa</i> (Pittier) T.D.Penn.	3219	Bernardi 6944	Bolívar
<i>P. caimito</i> (Ruiz & Pav.) Radlk.	205	Bernardi 1459	Bolívar
<i>P. coriacea</i> (Pierre) Pierre	273	Bernardi 2349	Mérida
<i>P. cuspidata</i> (A.DC.) Baehni subsp. <i>dura</i> (Eyma) T.D.Penn.	234	Bernardi 1606	Bolívar
<i>P. decorticans</i> T.D.Penn.	973	Veillón 13	Mérida
<i>P. egregia</i> Sandwith	743	Bernardi 885	Bolívar
	1803	Marcano-Berti 323	Bolívar
	5967	Breteler 5004	Bolívar
<i>P. eugeniifolia</i> (Pierre) Baehni	107	Bernardi 1148	Barinas
	5959		Bolívar
<i>P. guianensis</i> Aubl.	5895	Ruiz Terán 1440	Mérida
<i>P. hispida</i> Eyma	1745	Conejos 79	Bolívar
<i>P. macrophylla</i> (Lam.) Eyma	320	Bernardi 5813	Miranda
<i>P. procera</i> (Mart.) T.D.Penn.	891	Veillón 13	Barinas
	6055	Marcano Berti 2841	Barinas
	5644	León, Hernández, Torres 04-1Ba	Barinas
<i>P. reticulata</i> (Engl.) Eyma	5645	León, Hernández, Torres 04-2Ba	Barinas
	5646	León, Hernández, Torres 04-3Ba	Barinas
	5647	León, Hernández, Torres 04-4Ba	Barinas
	5648	León, Hernández, Torres 04-5Ba	Barinas
	324	Bernardi 5893	Miranda
<i>P. trilocularis</i> Cronquist	5852	Ruiz Terán 1569	Mérida
	1810	Marcano-Berti 332	Bolívar

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Pouteria amygdalicarpa (Pittier) T.D.Penn.

Madera de color marrón-rosáceo, sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor no distintivos. Lustre mediano. Grano entrecruzado. Textura fina. Muy dura y pesada.

Anillos de crecimiento no definidos. Porosidad difusa. Poros en disposición radial y/o oblicua, múltiples radiales de 2-4 (-5), predominantemente múltiples de

3-4, 20 poros/mm², diámetro tangencial de (65-) 88 (-115) μm . Longitud de elementos vasculares de (210-) 517 (-735) μm . Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, pequeñas, con diámetro de 5-6,25 μm . Punteaduras radiovasculares con aréola reducida o aparentemente simples, de forma redondeada a alargada, no ornamentadas. Fibras no septadas, paredes muy gruesas, con punteaduras indistintamente areoladas, longitud de (1120-) 1515 (-1790) μm . Traqueidas presentes. Parénquima en bandas de 2-3 células de ancho, en series predominantemente de 8 células. Radios heterocelulares con 1-4 filas de células marginales, 10-14 radios por mm, 1-2 células de ancho, predominantemente biseriados, altura de (260-) 361 (-730) μm . Sílice en las células parenquimáticas radiales.

Pouteria caimito (Ruiz & Pav.) Radlk. (Fig. 1)

Madera de color marrón, sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor ausentes. Lustre bajo. Grano entrecruzado. Textura fina. Muy dura y pesada.

Anillos de crecimiento no definidos. Porosidad difusa. Poros en disposición radial y/o oblicua, múltiples radiales de 2-3, 9 poros/mm², diámetro tangencial de (115-) 166 (-200) μm . Longitud de elementos vasculares de (350-) 486 (-670) μm . Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, medianas, con diámetro de 7,5-8,75 μm . Punteaduras radiovasculares con aréola reducida o aparentemente simples, de forma redondeada a alargada, no ornamentadas. Tíldes presentes, abundantes. Fibras no septadas, paredes muy gruesas, con punteaduras indistintamente areoladas, longitud de (1060-) 1292 (-1680) μm . Traqueidas presentes. Parénquima en bandas de 1-2 células de ancho, en series de (4-) 6-8 células. Radios heterocelulares con 1-4 filas de células marginales, 8-12 radios por mm, 1-2 células de ancho, altura de (230-) 326 (-450) μm . Sílice en las células parenquimáticas radiales.

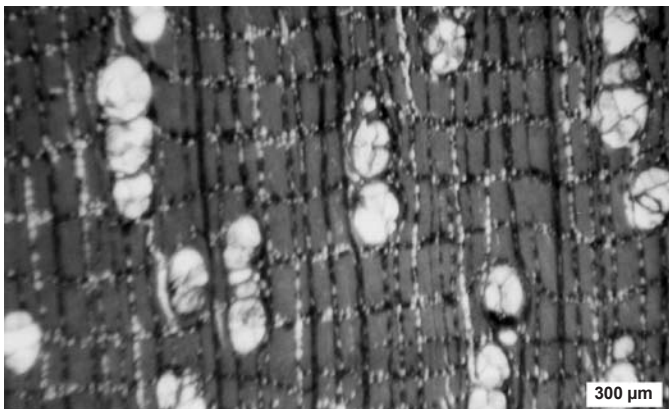


Fig. 1. *Pouteria caimito*. Parénquima en bandas de 1-2 células de ancho. Poros predominantemente en múltiples radiales de 2-3, con disposición radial-oblicua. Tíldes abundantes.

Pouteria coriacea (Pierre) Pierre (Fig. 2)

Madera de color marrón-rosáceo, sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor no distintivos. Lustre bajo. Grano recto. Textura fina. Muy dura y pesada.

Anillos de crecimiento no definidos. Porosidad difusa. Poros con patrón de disposición radial y/o oblicua, múltiples radiales de 2-6, predominantemente 4-5, 28 poros/mm², diámetro tangencial de (85-) 105 (-125) μm . Longitud de elementos vasculares de (290-) 571 (-790) μm . Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, diminutas a pequeñas, con diámetro de 3,75-5 μm . Punteaduras radiovasculares con aréola reducida o aparentemente simples, de forma redondeada a alargada, no ornamentadas. Tíldes abundantes; esclerotíldes presentes, pocos. Fibras no septadas, paredes muy gruesas, con punteaduras indistintamente areoladas, longitud de (1255-) 1601 (-2000) μm . Traqueidas presentes. Parénquima en bandas de 1 (-2) células de ancho, en series de 8-12 (-16) células. Radios heterocelulares con 1-4 filas de células marginales, 12-17 radios por mm, 1-2 células de ancho, predominantemente uniseriados, altura de (375-) 548 (-700) μm . Sílice en células parenquimáticas radiales.

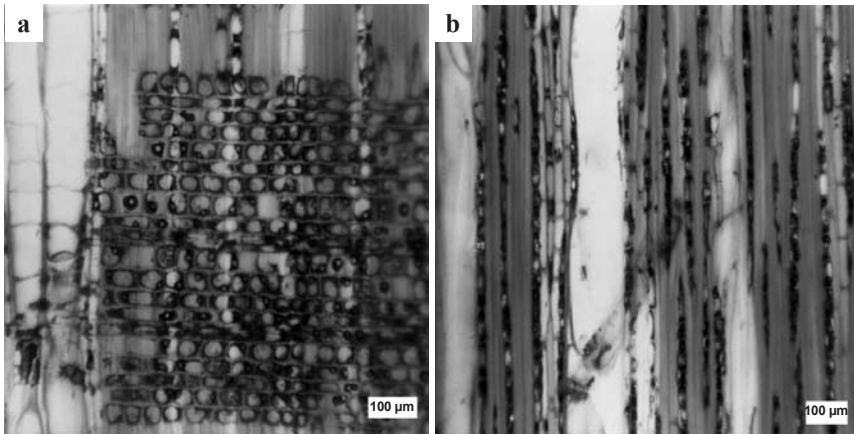


Fig. 2. *Pouteria coriacea*. **a.** Radio heterocelular, sílice abundante. **b.** Radios de 1-2 células de ancho, parénquima en serie.

Pouteria cuspidata (A.DC.) Baehni subsp. **dura** (Eyma) T.D.Penn. (Fig. 3)

Madera de color marrón, sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor no distintivos. Lustre bajo. Grano recto. Textura fina. Muy dura y pesada.

Anillos de crecimiento no definidos. Porosidad difusa. Poros con patrón de disposición radial y/o oblicua, múltiples radiales de 2-3 (-4), 7 poros/mm², diámetro tangencial de (95-) 126 (-150) μm . Longitud de elementos vasculares de (315-) 584 (-900) μm . Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas,

pequeñas a medianas, con diámetro de 5-7,5 μm . Punteaduras radiovasculares con aréola reducida o aparentemente simples, de forma redondeada a alargada, no ornamentadas. Tíldes y esclerotíldes presentes. Fibras no septadas, paredes muy gruesas, con punteaduras indistintamente areoladas, longitud de (1490-) 1790 (-2320) μm . Traqueidas presentes. Parénquima apotraqueal difuso en agregados, predominantemente en bandas de 1 (-2) células de ancho, en series de (6-) 8-10 células. Radios heterocelulares con 1 (-2) filas de células marginales, 11-14 radios por mm, exclusivamente uniseriados, altura de (295-) 531 (-950) μm . Sílice en células parenquimáticas radiales.

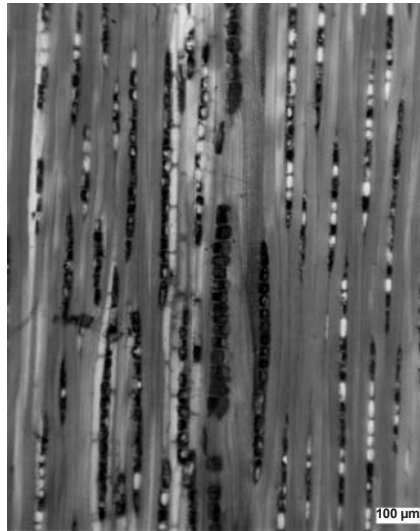


Fig. 3. *Pouteria cuspidata* subsp. *dura*. Radios exclusivamente uniseriados.

Pouteria decorticans T.D.Penn. (Fig. 4)

Madera de color marrón-rosáceo claro, sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor no distintivos. Lustre bajo. Grano recto a entrecruzado. Textura fina. Muy dura y pesada.

Anillos de crecimiento no definidos. Porosidad difusa. Poros con patrón de disposición radial y/o oblicua, múltiples radiales de 2-3 (-6), 7 poros/ mm^2 , diámetro tangencial de (90-) 136 (-180) μm . Longitud de elementos vasculares de (320-) 550 (-740) μm . Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, pequeñas a medianas, con diámetro de 6,25-7,5 μm . Punteaduras radiovasculares con aréola reducida o aparentemente simples, de forma redondeada a alargada, no ornamentadas. Tíldes abundantes. Fibras no septadas, paredes gruesas a muy gruesas, con punteaduras indistintamente areoladas, longitud de (1280-) 1467 (-1760) μm . Traqueidas presentes. Parénquima en bandas de 2 (-3) células

de ancho, en series de (5-) 8-11 células. Radios heterocelulares con 1-4 filas de células marginales, 11-16 radios por mm, 1-2 células de ancho, predominantemente biseriados, altura de (350-) 531 (-850) μm . Sílice en células parenquimáticas radiales.

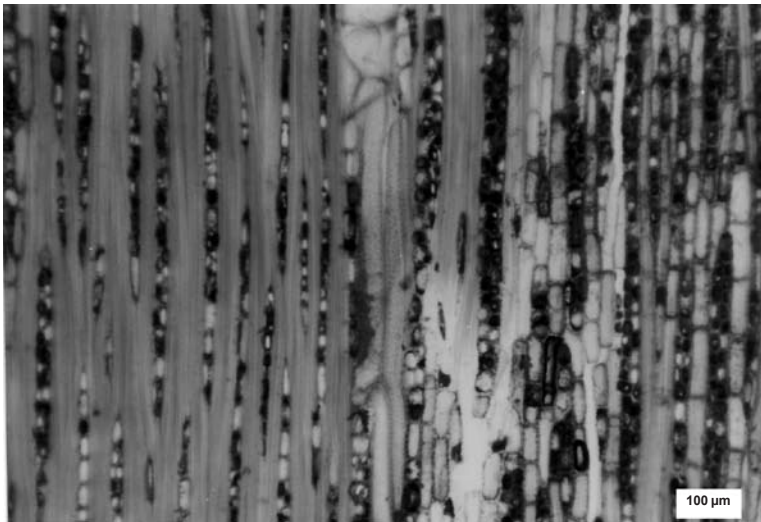


Fig. 4. *Pouteria decorticans*. Radios predominantemente biseriados. Traqueidas presentes.

Pouteria egregia Sandwith (Fig. 5)

Madera de color marrón-rosáceo claro, sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor no distintivos. Lustre bajo. Grano entrecruzado. Textura fina. Muy dura y pesada.

Anillos de crecimiento no definidos. Porosidad difusa. Poros con disposición radial y/o oblicua, múltiples radiales de 2-4 (-7), 7-18 poros/ mm^2 , diámetro tangencial de (65-) 98-137 (-180) μm . Longitud de elementos vasculares de (205-) 455-621 (-950) μm . Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, pequeñas, con diámetro de 3,75-6,25 μm . Punteaduras radiovasculares con aréola reducida o aparentemente simples, de forma redondeada a alargada, no ornamentadas. Tíldes presentes, ocasionalmente depósitos de goma (X743). Fibras no septadas, paredes muy gruesas, con punteaduras indistintamente areoladas, longitud de (1000-) 1369-1716 (-2270) μm . Traqueidas presentes. Parénquima en bandas de 1-3 células de ancho, predominantemente 2 células, en series de 5-8 (-9) células. Radios heterocelulares con 1-2 (-4) filas de células marginales, (8-) 10-15 radios por mm, 1-3 células de ancho, predominantemente biseriados, altura de (210-) 316-471 (-830) μm . Sílice en células parenquimáticas radiales.

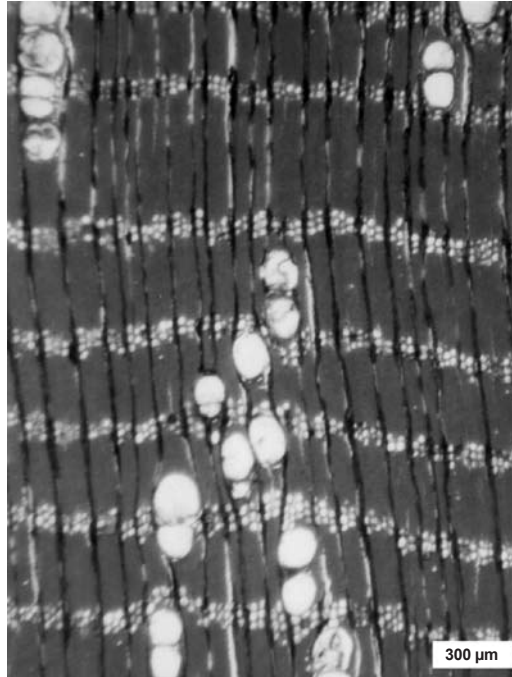


Fig. 5. *Pouteria egregia*. Parénquima en bandas de 3 células de ancho.

***Pouteria eugeniifolia* (Pierre) Baehni (Fig. 6)**

Madera de color marrón-rojizo claro, sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor no distintivos. Lustre bajo a mediano. Grano recto a entrecruzado. Textura fina. Muy dura y pesada.

Anillos de crecimiento no definidos. Porosidad difusa. Poros con disposición radial y/o oblicua, múltiples radiales de 2-4 (-5), 4-5 poros/mm², diámetro tangencial de (100-) 126-157 (-190) μm. Longitud de elementos vasculares de (210-) 422-443 (-820) μm. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, diminutas a pequeñas, con diámetro de 3,75-6,25 μm. Punteaduras radiovasculares con aréola reducida o aparentemente simples, de forma redondeada a alargada, no ornamentadas. Esclerotilides presentes, abundantes. Fibras no septadas, paredes medianas, con punteaduras indistintamente areoladas, longitud de (1220-) 1831-1918 (-2240) μm. Traqueidas presentes. Parénquima en bandas de 1-2(-3) células de ancho, en series de (6-) 8-12 (-14) células. Radios heterocelulares con 1-2 (-4) filas de células marginales, 9-14 radios por mm, 1-2 (-3) células de ancho, altura de (280-) 451-569 (-1020) μm. Sílice en células parenquimáticas radiales, abundantes.

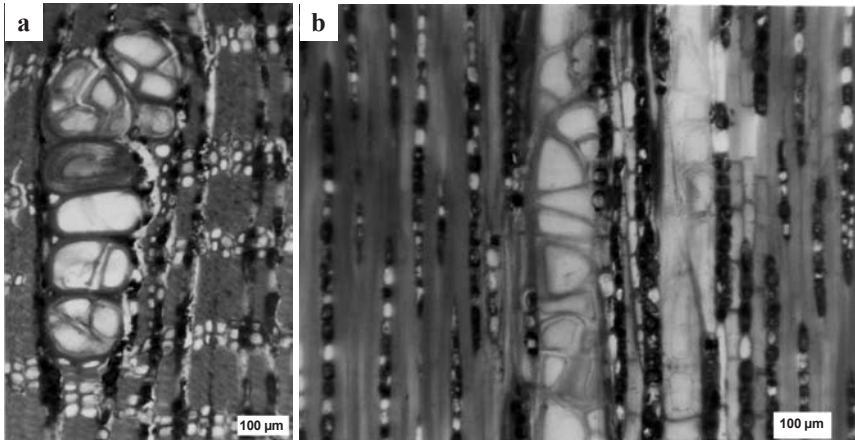


Fig. 6. *Pouteria eugeniifolia*. **a.** Poros múltiples radiales, con esclerotíldes. **b.** Radios de 1-2 células de ancho; vaso con esclerotíldes.

Pouteria guianensis Aubl.

Madera de color marrón-rosáceo claro, sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor no distintivos. Lustre bajo. Grano recto a entrecruzado. Dura y pesada.

Anillos de crecimiento no definidos. Porosidad difusa. Poros con patrón de disposición radial y/o oblicua, múltiples radiales de 2-6, predominantemente 3-4, 10 poros/mm², diámetro tangencial de (90-) 119 (-145) µm. Longitud de elementos vasculares de (270-) 446 (-630) µm. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, pequeñas a medianas, con diámetro de 6,25-8,75 (-10) µm. Punteaduras radiovasculares con aréola reducida o aparentemente simples, de forma redondeada a alargada, no ornamentadas. Tíldes presentes. Fibras no septadas, paredes muy gruesas, con punteaduras indistintamente areoladas, longitud de (940-) 1209 (-1460) µm. Traqueidas presentes. Parénquima en bandas de 1-2 (-3) células de ancho, en series de (4-) 7-8 células. Radios heterocelulares con 1-4 filas de células marginales, algunos homocelulares de células erectas, 11-15 radios por mm, 1-2 células de ancho, predominantemente uniseriados, altura de (330-) 541 (-760) µm. Sílice en células parenquimáticas radiales.

Pouteria hispida Eyma

Madera de color marrón-rosáceo claro, sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor no distintivo. Lustre bajo. Grano entrecruzado. Textura fina. Muy dura y pesada.

Anillos de crecimiento no definidos. Porosidad difusa. Poros con disposición radial y/o oblicua, múltiples radiales de 2-3 (-4), 7 poros/mm², diámetro tan-

gencial de (90-) 123 (-170) μm . Longitud de elementos vasculares de (260-) 534 (-740) μm . Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, medianas, con diámetro de 7,5-8,75 μm . Punteaduras radiovasculares con aréola reducida o aparentemente simples, de forma redondeada a alargada, no ornamentadas. Tíli- des y esclerotíli- des presentes. Fibras no septadas, paredes muy gruesas, con pun- teaduras indistintamente areoladas, longitud de (940-) 1252 (-1470) μm . Traquei- das presentes. Parénquima en bandas de 2-3 células de ancho, en series de 8-10 células. Radios heterocelulares con 1-2 filas de células marginales, 11-15 radios por mm, 1-2 (-3) células de ancho, predominantemente biseriados, altura de (290-) 452 (-710) μm . Sílice en células parenquimáticas radiales.

***Pouteria macrophylla* (Lam.) Eyma**

Madera de color marrón-rosáceo claro, sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor no distintivos. Grano inclinado a entrecruzado. Textura fina. Muy dura y pesada.

Anillos de crecimiento no definidos. Porosidad difusa. Poros con disposi- ción radial y/o oblicua, múltiples radiales de 2-3 (-5), 9 poros/ mm^2 , diámetro tan- gencial de (75-) 109 (-160) μm . Longitud de elementos vasculares de (350-) 580 (-750) μm . Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, pequeñas a medianas, con diámetro de 6,25-8,75 μm . Punteaduras radiovasculares con aréola reducida o aparentemente simples, de forma redondeada a alargada, no ornamen- tadas. Tíli- des presentes. Fibras no septadas, paredes muy gruesas, con punteadu- ras indistintamente areoladas, longitud de (1275-) 1607 (-1820) μm . Traqueidas presentes. Parénquima apotraqueal difuso, en agregados (abundante), en bandas de una célula de ancho, en series de 4-8 células. Radios heterocelulares con 1-4 fi- las de células marginales, (13-) 15-22 radios por mm, 1-2 células de ancho, altura de (330-) 522 (-840) μm . Sílice en células parenquimáticas radiales.

***Pouteria procera* (Mart.) T.D.Penn. (Fig. 7)**

Madera de color marrón-rojizo claro, sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor no distintivos. Lustre mediano. Grano entrecruzado. Textura fina. Muy dura y pesada.

Anillos de crecimiento no definidos. Porosidad difusa. Poros con patrón de disposición radial y/o oblicua, múltiples radiales de 2-4 (-6), 16-20 poros/ mm^2 , diámetro tangencial de (75-) 96-115 (-150) μm . Longitud de elementos vascula- res de (285-) 379-529 (-720) μm . Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, diminutas a pequeñas, con diámetro de 3,75-6,25 μm . Punteaduras radiovasculares con aréola reducida o aparentemente simples, de forma redon- deada a alargada, no ornamentadas. Tíli- des presentes. Fibras no septadas, pare- des muy gruesas, con punteaduras indistintamente areoladas, longitud de (940-) 1106-1233 (-1550) μm . Traqueidas presentes. Parénquima en bandas de 1-2 (-3)

células de ancho, en series de 6-8 (-9) células. Radios heterocelulares con 2-5 filas de células marginales, algunos homocelulares de células erectas, 14-20 radios por mm, 1-3 células de ancho, predominantemente biseriados, altura de (230-) 361-473 (-725) μm . Sílice en células parenquimáticas radiales, abundante.

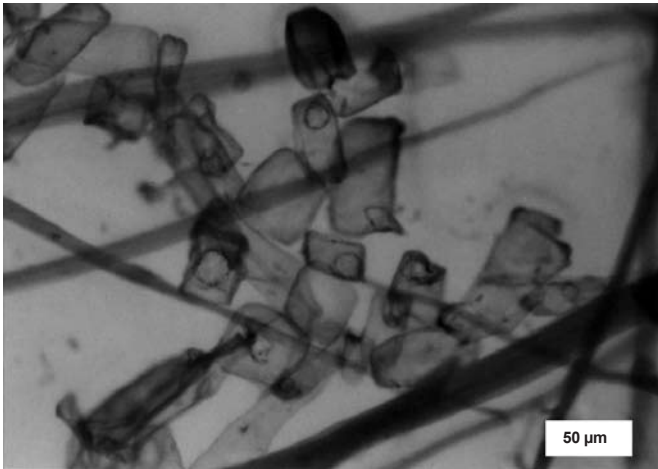


Fig. 7. *Pouteria procera*. Sílice en células parenquimáticas radiales vistas en tejido maceado.

Pouteria reticulata (Engl.) Eyma (Fig. 8)

Madera de color marrón-rosáceo a marrón-rojizo claro, sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor no distintivos. Lustre bajo a mediano. Grano entrecruzado a ondulado. Textura fina. Dura y pesada.

Anillos de crecimiento no definidos. Porosidad difusa. Poros con disposición radial y/o oblicua, múltiples radiales de 2-4 (-6), predominantemente 3-4, 14-16 poros/ mm^2 , diámetro tangencial de (125-) 165-185 (-220) μm . Longitud de elementos vasculares de (255-) 522-661 (-930) μm . Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, pequeñas, ocasionalmente medianas, con diámetro de 5-6,25 (-7,5) μm . Punteaduras radiovasculares con aréola reducida o aparentemente simples, de forma redondeada a alargada, no ornamentadas. Tíldes abundantes, ocasionalmente depósitos de goma (X5647). Fibras no septadas, paredes muy gruesas, con punteaduras indistintamente areoladas, longitud de (1040-) 1311-1563 (-1990) μm . Traqueidas presentes. Parénquima apotraqueal difuso, en agregados, predominantemente en bandas de 1-3 células de ancho, en series de (6-) 8-10 (-12) células. Radios heterocelulares con 2-6 (-8) filas de células marginales, 12-19 radios por mm, 1-2 (-3) células de ancho, predominantemente biseriados, altura de (270-) 424-474 (-810) μm . Sílice en células parenquimáticas radiales, abundante.

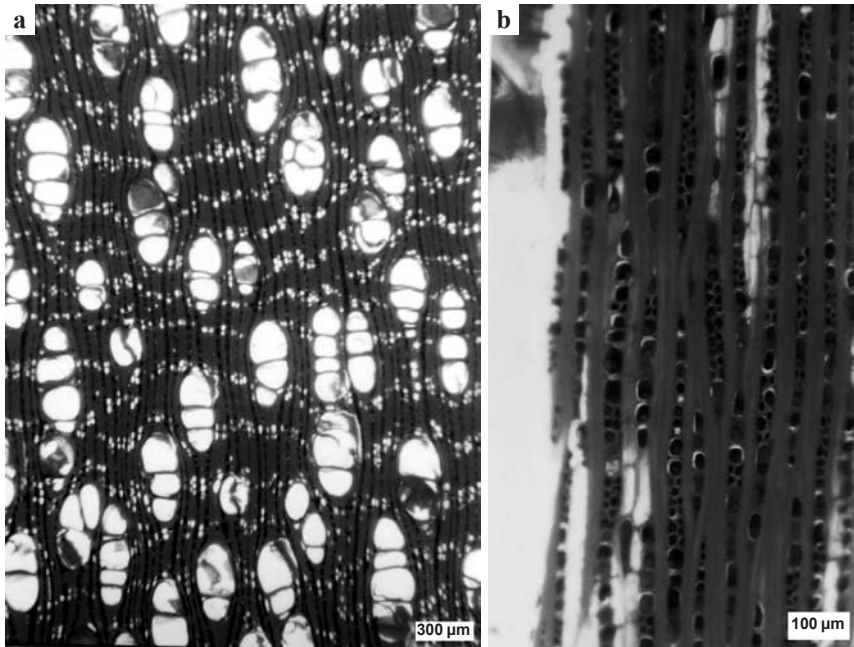


Fig. 8. *Pouteria reticulata*. **a.** Poros predominantemente en múltiples radiales de 3-4. Parénquima en bandas de 1-3 células de ancho. **b.** Radios predominantemente biseriados.

***Pouteria trilocularis* Cronquist (Fig. 9)**

Madera de color amarillo-rosáceo claro, sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor no distintivos. Lustre bajo. Grano entrecruzado. Textura fina. Dura y pesada.

Anillos de crecimiento no definidos. Porosidad difusa. Poros con disposición radial y/o oblicua, múltiples radiales de 2-5 (-8), 5-9 poros/mm², diámetro tangencial de (100-) 136-184 (-240) µm. Longitud de elementos vasculares de (300-) 546-553 (-925) µm. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, pequeñas a medianas, con diámetro de 6,25-8,75 µm. Punteaduras radiovasculares con aréola reducida o aparentemente simples, de forma redondeada a alargada, no ornamentadas. Tilides presentes. Fibras no septadas, paredes medianas, con punteaduras indistintamente areoladas, longitud de (1080-) 1372-1394 (-1900) µm. Traqueidas presentes. Parénquima en bandas de 1-2 (-3) células de ancho, en series de (6-) 8-9 (-12) células. Radios heterocelulares con 1-2 (-4) filas de células marginales, 13-18 radios por mm, exclusivamente uniseriados, altura de (270-) 471-526 (-790) µm. Sílice en células parenquimáticas radiales.

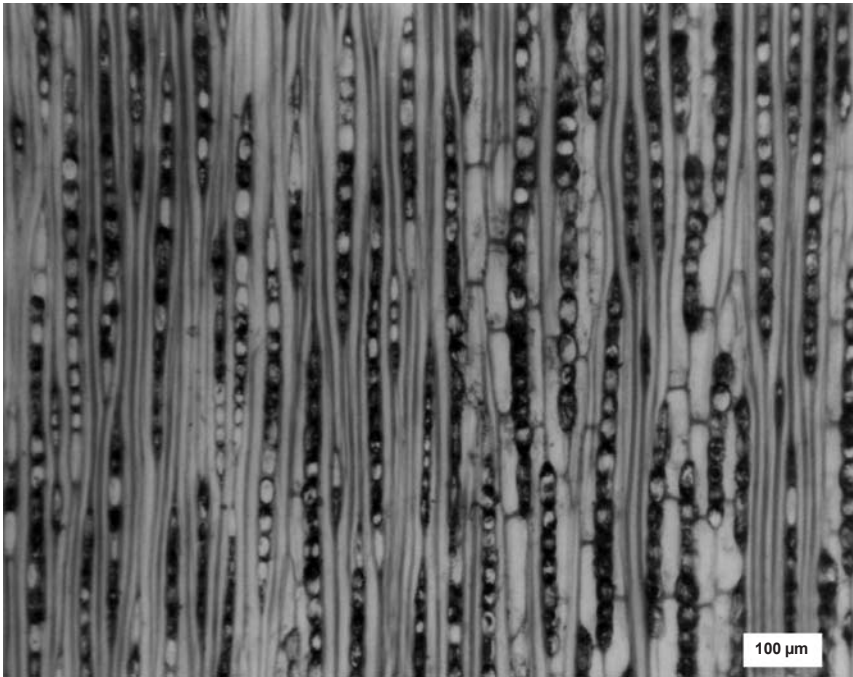


Fig. 9. *Pouteria trilocularis*. Radios exclusivamente uniseriados. Parénquima en serie.

Pouteria venosa (Mart.) Baehni

Madera de color marrón-rosáceo claro, sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor no distintivos. Lustre bajo a mediano. Grano entrecruzado. Textura fina. Muy dura y pesada.

Anillos de crecimiento no definidos. Porosidad difusa. Poros con disposición radial y/o oblicua, múltiples radiales de 2-6, predominantemente 3-4, 6 poros/mm², diámetro tangencial de (90-) 123 (-175) μm . Longitud de elementos vasculares de (360-) 521 (-800) μm . Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, medianas, con diámetro de 7,5-10 μm . Punteaduras radiovasculares con aréola reducida o aparentemente simples, de forma redondeada a alargada, no ornamentadas. Tilides presentes. Fibras no septadas, paredes muy gruesas, con punteaduras indistintamente areoladas, longitud de (1150-) 1574 (-2140) μm . Traqueidas presentes. Parénquima en bandas de 1-2 (-3) células de ancho, en series de 8-14 células, predominantemente 8 células. Radios heterocelulares con 1-3 (-5) filas de células marginales, 13-18 radios por mm, 1-2 células de ancho, predominantemente biseriados, altura de (250-) 425 (-710) μm . Sílice en células parenquimáticas radiales.

Clave para la identificación de especies de *Pouteria*

- 1a. Radios exclusivamente uniseriados 2
- 1b. Radios de 1-2, algunas veces hasta 3 células de ancho 3
- 2a. Parénquima apotraqueal difuso en agregados, predominantemente en bandas de una célula de ancho *P. cuspidata*
- 2b. Parénquima en bandas de 1-2(-3) células de ancho *P. trilocularis*
- 3a. Poros con diámetro promedio mayor de 150 μm 4
- 3b. Poros con diámetro promedio menor de 150 μm 5
- 4a. Punteaduras intervasculares medianas, con diámetro de 7,5-8,75 μm *P. caimito*
- 4b. Punteaduras intervasculares pequeñas, con diámetro de 5-6,25 μm *P. reticulata*
- 5a. Parénquima apotraqueal difuso en agregados abundantes, combinado con bandas de una célula de ancho *P. macrophylla*
- 5b. Parénquima apotraqueal difuso en agregados ausentes o escasos 6
- 6a. Radios predominantemente uniseriados 7
- 6b. Radios predominantemente biseriados 8
- 7a. Punteaduras intervasculares diminutas a pequeñas, con diámetro de 3,75-5 μm , parénquima en bandas de 1(-2) células de ancho *P. coriacea*
- 7b. Punteaduras intervasculares pequeñas a medianas, con diámetro de 6,25-8,75(-10) μm , parénquima en bandas de 1-2(-3) células de ancho *P. guianensis*
- 8a. Parénquima en bandas de 2-3 células de ancho 9
- 8b. Parénquima en bandas de 1-2(-3) células de ancho 11
- 9a. Poros con diámetro promedio menor de 100 μm *P. amygdallicarpa*
- 9b. Poros con diámetro promedio mayor de 120 μm 10
- 10a. Punteaduras con diámetro de 6,25-7,5 μm *P. decorticans*
- 10b. Punteaduras con diámetro de 7,5-8,75 μm *P. hispida*
- 11a. Punteaduras medianas, con diámetro de 7,5-10 μm *P. venosa*
- 11b. Punteaduras diminutas a pequeñas, con diámetro de 3,75-6,25 μm 12
- 12a. Esclerotilides abundantes, 5 ó menos poros por mm^2 *P. eugeniifolia*
- 12b. Esclerotilides ausentes, más de 5 poros por mm^2 13
- 13a. Fibras con longitud promedio inferior a 1200 μm *P. procerca*
- 13b. Fibras con longitud promedio superior a 1400 μm *P. egregia*

El análisis de varianza (Tabla 2) y la prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) (Tabla 3, 4) realizados para evaluar las características cuantitativas: diámetro de poros y punteaduras, altura de radios, longitud de elementos vasculares y longitud de fibras, indicaron que las especies pueden formar grupos homogéneos, pero en ciertos casos, algunas de éstas se pueden ubicar en más de un grupo. Comúnmente se formaron seis grupos para todas las características cuantitativas, excepto en el diámetro de poros (cinco grupos) y longitud de elementos vasculares (tres grupos).

Tabla 2. Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$) de diámetro de poros, diámetro de punteaduras, longitud de elementos vasculares, longitud de fibras y altura de radios.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F
Diámetro de poros				
Entre grupos	435515,11	13	33501,162	64,907*
Dentro de grupos	276649,67	536	516,137	
Total	712164,77	549		
Diámetro de punteaduras				
Entre grupos	323,262	13	24,866	45,523*
Dentro de grupos	115,201	197	0,585	
Total	438,463	210		
Longitud de elementos vasculares				
Entre grupos	1378089,9	13	106006,916	5,754*
Dentro de grupos	9875472,9	536	18424,390	
Total	11253563	549		
Longitud de fibras				
Entre grupos	17421009	13	1340077,652	40,439*
Dentro de grupos	17762246	536	33138,518	
Total	35183255	549		
Altura de radios				
Entre grupos	2296856,6	13	176681,276	13,076*
Dentro de grupos	7242638,4	536	13512,385	
Total	9539495,0	549		

* Prueba estadística significativa.

Tabla 3. Promedio, desviación, coeficiente de variación (CV) y grupos de acuerdo a la prueba de diferencia de medias de Tukey ($\alpha = 0,05$) para diámetro de poros, diámetro de punteaduras intervasculares y longitud de elementos de los vasos (LEV).

Especie	Diámetro de poros (μm)	Diámetro punteaduras (μm)	Longitud de elementos de los vasos (μm)
<i>Pouteria amygdalicarpa</i>	87,6 ^a \pm 13,47; CV = 15,38%	5,5 ^{a,b,c} \pm 0,645; CV = 11,73%	517,4 ^{a,b,c} \pm 125,0; CV = 24,16%
<i>P. caimito</i>	166,4 ^c \pm 25,84; CV = 15,53%	8 ^{f,g} \pm 0,685; CV = 8,56%	485,6 ^{a,b,c} \pm 125,00; CV = 25,74%
<i>P. coriacea</i>	105 ^{a,b} \pm 10,21; CV = 9,72%	4,5 ^a \pm 0,645; CV = 14,33%	571,4 ^{b,c} \pm 146,43; CV = 25,63%
<i>P. cuspidata</i>	126,2 ^{c,d} \pm 14,31; CV = 11,34%	6 ^{c,d,e} \pm 0,986; CV = 16,43%	584,2 ^c \pm 130,37; CV = 22,32%
<i>P. decorticans</i>	136,4 ^d \pm 21,34; CV = 15,65%	6,75 ^{d,e} \pm 0,645; CV = 9,56%	550 ^{a,b,c} \pm 117,23; CV = 21,31%

Tabla 3. Continuación...

Especie	Diámetro de poros (μm)	Diámetro punteaduras (μm)	Longitud de elementos de los vasos (μm)
<i>P. egregia</i>	111,07 ^{b,c} \pm 26,38; CV = 23,75%	4,866 ^{a,b} \pm 0,622; CV = 12,78%	528,93 ^{a,b,c} \pm 162,09; CV = 30,64%
<i>P. eugeniifolia</i>	125,8 ^{c,d} \pm 17,83; CV = 14,17 %	4,875 ^{a,b} \pm 0,709; CV = 14,54%	443,4 ^a \pm 130,82; CV = 29,50%
<i>P. guianensis</i>	119,4 ^{b,c,d} \pm 15,43; CV = 12,92%	8,125 ^a \pm 1,062; CV = 13,07%	446,4 ^a \pm 110,53; CV = 24,76%
<i>P. hispida</i>	122,8 ^{b,c,d} \pm 19,58; CV = 15,94%	8,125 ^a \pm 0,659; CV = 8,11%	534,2 ^{a,b,c} \pm 122,80; CV = 22,99%
<i>P. macrophylla</i>	109,4 ^{b,c} \pm 17,04; CV = 15,58%	7 ^{c,d} \pm 1,054; CV = 15,06%	580,0 ^c \pm 124,20; CV = 21,41%
<i>P. procera</i>	105,5 ^{a,b} \pm 18,10; CV = 17,16%	5,187 ^{a,b,c} \pm 0,734; CV = 14,15%	454,1 ^{a,b} \pm 116,28; CV = 25,61%
<i>P. reticulata</i>	173 ^c \pm 23,68; CV = 13,69%	5,875 ^{b,c,d} \pm 0,680; CV = 11,57%	592,48 ^c \pm 139,75; CV = 23,59%
<i>P. trilocularis</i>	160,1 ^c \pm 35,52; CV = 22,19%	7,875 ^a \pm 0,916; CV = 11,63%	549,7 ^{a,b,c} \pm 131,28; CV = 23,88%
<i>P. venosa</i>	122,6 ^{b,c,d} \pm 19,85; CV = 16,19%	8,437 ^a \pm 0,884; CV = 10,48%	543,2 ^{a,b,c} \pm 174,35; CV = 32,10%

Letras iguales representan grupos estadísticamente similares de acuerdo a Tukey ($\alpha = 0,05$)

Las 14 especies estudiadas del género *Pouteria* se caracterizaron por presentar homogeneidad desde el punto de vista de la anatomía xilemática y poca variación en aspectos relacionados con color, textura, dirección del grano y dureza. También se encontró similitud en la ausencia de anillos para todas las especies, características de los vasos (porosidad, disposición, tipo de punteaduras intervacuolares y radiovasculares, platinas de perforación), fibras (grosor de paredes, ausencia de septos, tipo de punteaduras), presencia de traqueidas, tipo de parénquima axial y tipo de radios en cuanto a composición. Con relación a las sustancias minerales, la ausencia de cristales y la presencia de sílice en las células parenquimáticas radiales fue común en todas las especies estudiadas. Las características mencionadas por Kukachka (1982), consideradas de importancia para el diagnóstico del género *Pouteria*, se confirman en la presente investigación; éstas son: presencia de poros predominantemente en múltiples radiales, con disposición radial oblicua, parénquima en bandas de 1-3 células de ancho, radios heterocelulares, con 1-3 células de ancho, presencia de traqueidas, fibras de paredes gruesas a muy gruesas y sílice en células parenquimáticas radiales. A pesar de la homogeneidad observada entre las diferentes especies, se identificaron algunas características que permitieron la elaboración de una clave, siendo las principales el ancho de radios, diámetro de poros, diámetro de punteaduras y número de células de ancho de las bandas parenquimáticas. Entre las especies *P. decorticans* y *P. hispida* se encon-

tró una notable similitud y su separación sólo se logró realizar a través del uso de características cuantitativas, específicamente en lo relacionado con el diámetro de punteaduras las cuales fueron de mayor tamaño en *P. hispida*. Igual situación se presentó entre *P. egregia* y *P. procera* donde la única característica que difirió entre ambas especies fue la longitud de las fibras. Es importante señalar que se encontraron discrepancias con respecto a lo reportado por Corothie (1967) para *P. egregia*, quien indica la presencia de cristales en parénquima axial y radial y no menciona la presencia de sílice. En los tres individuos estudiados en el presente trabajo se encontró abundante sílice en las células parenquimáticas radiales y no se observaron cristales. Esta última observación coincide con lo reportado por Kukachka (1980) y Détienne *et al.* (1982) acerca de la presencia de sílice y ausencia de cristales en la especie antes mencionada.

En el material estudiado se encontró sílice en las células de los radios, coincidiendo con lo señalado por Welle (1976), Kukachka (1982) y Espinoza de Perñía (1987) para el género *Pouteria*. Existen trabajos donde no se menciona la presencia de sílice dentro del género estudiado, tal como lo indican Corothie (1967) en *P. egregia*, Kribs (1968) para *P. carabobensis* y Barajas *et al.* (1997) en *P. campechiana*. Sin embargo, Kukachka (1982) señaló que el material de *P. carabobensis* estudiado por Kribs (1968) en realidad pertenece al género *Pradosia*.

Se hace necesario realizar estudios adicionales que incorporen mayor número de especies, e individuos por especie, para confirmar la posibilidad de separación de las mismas basados en las características mencionadas y corroborar el valor de éstas y de otras características cuantitativas en general como elemento de diferenciación en el caso de especies que manifiesten similitud a nivel de caracteres cualitativos.

Tabla 4. Promedio, desviación, coeficiente de variación (CV) y grupos de acuerdo a la prueba de diferencia de medias de Tukey ($\alpha = 0,05$) para longitud de fibras y altura de radios.

Especie	Longitud de fibras (μm)	Altura de radios (μm)
<i>P. amygdallicarpa</i>	1514,6 ^{d,e,f} \pm 162,36; CV = 10,72%	360,6 ^{a,b} \pm 98,97; CV = 27,45%
<i>P. caimito</i>	1292,2 ^{a,b,c} \pm 156,49; CV = 12,11%	326,4 ^a \pm 56,39; CV = 17,28%
<i>P. coriacea</i>	1601,2 ^f \pm 184,15; CV = 11,5%	548,4 ^{e,f} \pm 81,49; CV = 14,86%
<i>P. cuspidata</i>	1789,8 ^g \pm 191,52; CV = 10,7%	531,4 ^{e,f} \pm 171,33; CV = 32,24%
<i>P. decorticans</i>	1467,4 ^{d,e,f} \pm 123,95; CV = 8,45%	531,4 ^{e,f} \pm 113,33; CV = 21,33%
<i>P. egregia</i>	1492,4 ^{d,e,f} \pm 258,15; CV = 17,29%	387,87 ^{a,b} \pm 111,37; CV = 28,71%

Tabla 4. Continuación...

Especie	Longitud de fibras (μm)	Altura de radios (μm)
<i>P. eugenifolia</i>	1917,8 ^g \pm 196,62; CV = 10,25%	569,2 ^f \pm 146,95; CV = 25,82%
<i>P. guianensis</i>	1208,6 ^a \pm 109,88; CV = 9,09%	540,6 ^{e,f} \pm 101,84; CV = 18,84%
<i>P. hispida</i>	1251,6 ^{a,b} \pm 124,99; CV = 9,99%	451,8 ^{b,c,d,e} \pm 120,31; CV = 26,63%
<i>P. macrophylla</i>	1606,6 ^f \pm 155,9; CV = 9,7%	522 ^{d,e,f} \pm 145,29; CV = 27,83%
<i>P. procera</i>	1169,3 ^a \pm 140,27; CV = 11,99%	416,9 ^{a,b} \pm 112,52; CV = 26,99%
<i>P. reticulata</i>	1435,84 ^{c,d,e} \pm 167,78; CV = 11,68%	450,3 ^{b,c,d,e} \pm 108,79; CV = 24,16%
<i>P. trilocularis</i>	1382,7 ^{b,c,d} \pm 163,25; CV = 11,81%	498,8 ^{c,d,e,f} \pm 125,56; CV = 25,17%
<i>P. venosa</i>	1574,2 ^{e,f} \pm 259,06; CV = 16,46%	425,4 ^{a,b,c,d} \pm 122,42; CV = 28,78%

Letras iguales representan grupos estadísticamente similares de acuerdo a Tukey ($\alpha = 0,05$)

AGRADECIMIENTOS

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

BIBLIOGRAFÍA

- Barajas, M., G. Ángeles & P. Solís. 1997. *Anatomía de maderas de México: especies de una selva alta perennifolia* I. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología. Publicaciones Especiales 16. México D.F.
- Coroithie, H. 1967. *Estructura anatómica de 47 maderas de la Guayana venezolana*. Laboratorio Nacional de Productos Forestales. Universidad de Los Andes-Ministerio de Agricultura y Cría. Mérida, Venezuela.
- Cronquist, A. 1981. *An integrated system of classification of flowering plants*. Columbia University Press. New York.
- Détienne, P., P. Jacquet & A. Mariaux. 1982. *Manuel d'Identification des bois tropicaux*. Centre Technique Forestier Tropical. Tome 3. Marne.
- Espinoza de Pernía, N. 1987. Cristales y sílice en maderas dicotiledóneas de Latinoamérica. *Pittieria* 15: 13-65.
- IAWA Committee. 1989. List of microscopic features for hardwood identification. *IAWA Bull.* n.s. 10: 219-332.

- JUNAC. 1981. *Descripción general y anatómica de 105 maderas del grupo andino*. Junta del Acuerdo de Cartagena. Lima.
- Kribs, D. 1968. *Commercial foreign woods in the american market*. Dover Publications Inc. New York.
- Kukachka, B. 1982. *Wood anatomy of the neotropical Sapotaceae: XXXI. Pouteria*. Forest Products Laboratory. Research Paper FPL 419. Madison.
- Kukachka, B.F. 1980. *Wood anatomy of the neotropical Sapotaceae. XV. Sandwithiodoxa*. USDA Forest Products Laboratory. Research Paper FPL 359.
- León H., W. & N. Espinoza de Pernía. 2001. *Anatomía de la madera*. Consejo de Publicaciones-Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico y Tecnológico. Universidad de Los Andes. Mérida.
- Mainieri, C. & J. Peres. 1989. *Fichas de características das madeiras brasileiras*. Instituto de Pesquisas Tropicais. Sao Paulo.
- Miller, R. & P. Détienne. 2001. *Major timbers trees of Guyana. Wood anatomy*. Tropenbos International. Wageningen
- Pennington, T.D. 1990. *Sapotaceae. Fl. Neotropic*. Monogr. 52: 1-770.
- Pennington, T.D. 2008. Sapotaceae. In: *Nuevo catálogo de la flora vascular de Venezuela* (Hokche, O., P. Berry & O. Huber, eds.), pp. 607-612. Fundación Instituto Botánico de Venezuela Dr. Tobías Lasser. Caracas.
- Welle, B. ter. 1976. Silica grains in woody plants of the neotropics, especially Surinam. In: *Wood structure in biological and technological research* (Baas, P., A. Bolton & D. Catling, eds.), pp. 107-142. Leiden Botanical Serie N° 3. Leiden University Press.

