

ANATOMÍA DE LA MADERA DE 26 ESPECIES DEL GÉNERO *ASPIDOSPERMA* MART. (APOCYNACEAE)

Wood anatomy of 26 species of *Aspidosperma* Mart. genus (Apocynaceae)

Williams J. LEÓN H.

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

RESUMEN

Se estudió la anatomía de la madera en 26 especies de *Aspidosperma* (Apocynaceae) que crecen en varios países de América tropical. Se realizó la descripción de acuerdo a lo indicado por IAWA Committee. Las especies se pueden separar en dos grupos: el grupo I está representado por cinco especies con parénquima predominantemente unilateral. El grupo II incluye 21 especies con parénquima predominantemente apotraqueal difuso, en agregados. Las especies del grupo I son similares entre sí y sólo *A. condylocarpon* se puede diferenciar con base a la altura de los radios. En el grupo II se pueden distinguir dos subgrupos de acuerdo a la presencia y cantidad de cristales en el parénquima radial. Dentro de cada subgrupo es necesario utilizar características cuantitativas como altura de radios, diámetro de vasos y tamaño de punteaduras para separar las especies. Se elaboró una clave dicotómica para la identificación de las especies estudiadas.

Palabras clave: Anatomía de madera, Apocynaceae, *Aspidosperma*, cristales, xilema secundario

ABSTRACT

Wood anatomy of 26 species of *Aspidosperma* (Apocynaceae) growing in several countries from tropical América were studied. The wood description was done according to IAWA Committee. The species were separated in two groups: group I was represented by five species with unilateral paratracheal parenchyma. The group II was represented by 21 species with parenchyma mainly apotracheal diffuse in aggregates parenchyma. Species from group I were similar and only *A. condylocarpon* can be separate using rays height. In group II, two subgroups are distinguished according to the presence and quantity of crystals in radial parenchyma. In each subgroup, quantitative features like rays height, vessels diameter and pits size can be use for identification. An identification key for the species studied is presented.

Key words: Apocynaceae, *Aspidosperma*, crystals, secondary xylem, wood anatomy

INTRODUCCIÓN

La familia Apocynaceae pertenece al orden Gentianales, según Cronquist (1981), junto con Loganiaceae, Retziaceae, Gentianaceae y Asclepidaceae. APG (2003) amplía dicho orden incorporando las Rubiaceae y Gelsemiaceae. Zarucchi *et al.* (1995) señalan que en la familia se encuentran aproximadamente 170 gé-

neros y 1800 especies, principalmente de distribución tropical. Cronquist (1981) presenta algunos detalles generales sobre la anatomía xilemática de las Apocynaceae e indica que esta familia se caracteriza por presentar tallos que ocasionalmente desarrollan estructuras anómalas, vasos con platinas de perforación simples u ocasionalmente escalariformes de pocas barras, fibras septadas con punteaduras simples o no septadas y con punteaduras areoladas, radios heterocelulares a homocelulares, 1-5 células de ancho. *Aspidosperma* es uno de los géneros más numerosos con aproximadamente 100 especies, distribuidas principalmente en Suramérica (Morillo 1995). De acuerdo a Veillon (1994), las especies de *Aspidosperma* se ubican en las zonas de vida correspondientes al bosque húmedo tropical, bosque seco tropical, bosque espinoso tropical y premontano, bosque muy seco tropical, selva nublada del norte, bosque húmedo premontano y bosque muy seco premontano.

Sobre la estructura anatómica de la madera, es poca la información que se tiene del género *Aspidosperma* y entre las especies estudiadas se pueden mencionar *A. album* (Vahl) Benth. ex Pichon, *A. desmanthum* Müll.Arg., *A. cruentem* Woodson, *A. eburneum* Allemão ex Saldanha, *A. macrocarpon* Mart., *A. marcgravianum* Woodson, *A. megalocarpon* Müll.Arg., *A. nitidum* Benth., *A. oblongum* A.DC., *A. peroba* Allemão ex Saldanha, *A. polyneuron* Müll.Arg., *A. populifolium* A.DC., *A. quebracho-blanco* Schltdl., *A. tomentosum* Mart. y *A. vargasii* A.DC., (Corothie 1967; Kribs 1968; JUNAC 1981; Détienne *et al.* 1982; Mainieri & Peres 1989; Nardi & Edlmann 1992; Miller & Détienne 2001; Moglia & López 2001). También se pueden mencionar algunos trabajos donde se incluyen una o más especies de *Aspidosperma*, como el presentado por Espinoza (1987) sobre presencia y ubicación de cristales en el xilema de siete especies del género, y el de Moglia & López (2001), quienes relacionan la anatomía del leño de *A. quebracho-blanco* con aspectos ecológicos.

Aspidosperma es el principal género arbóreo de Apocynaceae pero son pocos los estudios realizados sobre el mismo, especialmente en el campo de la anatomía de la madera, por lo que el objetivo del presente trabajo es presentar la descripción anatómica del xilema secundario de 26 especies del género y elaborar una clave de identificación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se estudiaron muestras de maderas pertenecientes a 26 especies de *Aspidosperma* colectadas en diferentes puntos geográficos de Suramérica (Tabla 1). Las muestras están depositadas en la xiloteca MERw de la Universidad de Los Andes (Mérida, Venezuela) y en la xiloteca MADw del Forest Products Laboratory (Madison, Estados Unidos). La preparación de material para observación microscópica se realizó aplicando las técnicas convencionales de microtecnia xilemática, con ablandamiento de piezas de madera en agua hirviendo (72-96 h), cortes con micrótopo de deslizamiento para obtener secciones de 20-30 µm de espesor, tin-

Tabla 1. Material estudiado de *Aspidosperma*.

Especie	Sinonimia	Muestra Xiloteca	Muestra Herbario	Procedencia
<i>A. album</i> (Vahl) Benth. ex Pichon	<i>Macaglia alba</i> Vahl	X857 X1491 X4632 X4980 MADw2387 MADw19071	— Conejos 22 Maraux 7643 — BGFD 3423 Krukoff 5470	Brasil Venezuela Guyana id. id. Brasil
<i>A. australe</i> Müll. Arg.	<i>A. argenteum</i> Müll. Arg. <i>A. missionum</i> Speg. <i>A. occidentale</i> Malme <i>A. quirandy</i> Hassl.			
<i>A. camporum</i> Müll. Arg.	<i>Macaglia campora</i> (Müll. Arg.) Kuntze	MADw18182	Reitz & Klein 3819	id.
<i>A. capitatum</i> L. O. Williams		X3366	Gutiérrez 95	Perú
<i>A. condylocarpon</i> Müll. Arg.		MADw13595	Von Bayer 1880	Brasil
<i>A. curranii</i> Standl.		MADw10611 MADw10672	Whitford & Pinzon 2 Curran 294	Colombia id.
<i>A. cuspa</i> (Kunth) S. F. Blake ex Pittier	<i>A. decipiens</i> Müll. Arg. <i>A. lucentivenium</i> Blake <i>Tabernaemontana eggersii</i> Markgr.	X3251 X2693 X1164 MADw4981	Bernardi 7430 Ruiz Terán 380 Ruiz Terán 327 —	Venezuela id. id.
<i>A. cylindrocarpon</i> Müll. Arg.	<i>A. brevifolium</i> Rusby	X2525 X5739 MADw18196	Lao 29 B02 4N Schmidt 110	Perú Bolivia id.
<i>A. excelsum</i> Benth.	<i>A. marcgravianum</i> Woodson <i>Macaglia excelsa</i> (Benth.) Kuntze	X256 X1499 X1772 MADw12687 MADw16589 MADw19531 MADw13314 MADw13330	Bernardi 2110 Conejos 30 Marcano 297 Krukoff 6843 181 A Stahel 1 BFS 77 BFS 613	Venezuela id. id. Brasil Guyana Surinam Brasil id.
<i>A. gomezianum</i> A. DC.				
<i>A. illustre</i> (Vell.) Kuhl. & Pirajá				

Tabla 1. Continuación.

Especie	Simonimia	Muestra Xiloteca	Muestra Herbario	Procedencia
<i>A. macrocarpon</i> Mart.		X1881 MADw4967 MADw4969 MADw18756	Lao 81 — — Krukoff 5682	Perú Brasil id. id.
<i>A. megalocarpon</i> Müll.Arg.	<i>A. chiapense</i> Matuda <i>A. chiapense</i> fo. <i>tenax</i> Matuda <i>A. cruentum</i> Woodson <i>A. lundellianum</i> Woodson <i>A. matudae</i> Lundell <i>A. stegomeris</i> (Woodson) Woodson <i>Cufodonia arborea</i> Woodson <i>C. stegomeris</i> Woodson <i>Macaglia megalocarpa</i> (Müll.Arg.) Kuntze	MADw1689 MADw6158 MADw7371 MADw7391 MADw10608 MADw10821 MADw11152	BGFD 3962 Navy Project 16 Williams 9504 Pinkard s/n TPRF 14 Whitford & Stadtmiller 40 BCI 247 MADw13313	Guyana Belize México Brasil Colombia Guatemala Panamá
<i>A. melanocalyx</i> Müll.Arg.		MADw13313	BFS 75	Brasil
<i>A. oblongum</i> A.DC.	<i>Macaglia oblonga</i> (A.DC.) Kuntze	MADw1953 MADw19597	BGFD 4530 Stahel 70	Guyana Surinam
<i>A. parvifolium</i> A.DC.	<i>A. tambopatense</i> A.H.Gentry <i>A. vargasii</i> A.DC.	MADw4975 MADw9469	— —	Venezuela Brasil
<i>A. pichonitanum</i> Woodson		X3271	Bernardi 7239	Venezuela
<i>A. polyneuron</i> Müll.Arg.	<i>A. digandii</i> Standl. <i>A. peroba</i> Allemão ex Saldanha <i>A. polyneuron</i> var. <i>longifolium</i> Hassl. <i>A. venosum</i> Müll.Arg. <i>Thyroma polyneura</i> (Müll.Arg.) Miers	X1442 X1897 X2876 X4197 X5471 MADw4968 MADw4973 MADw6040 MADw10758 MADw10790	— Huizzi 10 De Brujin 1043 — — — — Whitford & Silveira 125 Whitford 62 Whitford 125	id. id. Colombia Argentina Guyana Brasil id. id. id. id.

Tabla 1. Continuación.

Especie	Sinonimia	Muestra Xiloteca	Muestra Herbario	Procedencia
<i>A. pyrrolitum</i> Müll.Arg.	<i>A. guarantiacum</i> Malme <i>A. olivaceum</i> Müll.Arg. <i>Macaglia pyrrolita</i> (Müll.Arg.) Kuntze	MADw4966 MADw11421	— —	Brasil id.
<i>A. pyrifolium</i> Mart.		X5748	B111 N	Bolivia
<i>A. quebracho-blanco</i> Schldl.	<i>A. chaquensis</i> Speg. <i>A. crotalarum</i> Speg. <i>A. quebrachiodium</i> Rojas Acosta <i>Macaglia quebracho</i> Kuntze	MADw4972 MADw4976 MADw4982 MADw4983 MADw6950	— Hopkins s/n — — —	Argentina id. id. id. id.
<i>A. ramiflorum</i> Müll.Arg.		MADw13119 MADw13327	BFS 72 BFS 442	Brasil id.
<i>A. rigidum</i> Rusby	<i>A. jaumechense</i> A.H.Gentry <i>A. raunwolfoides</i> Markgr.	MADw12361 MADw12459 MADw18987	Krukoff 6224 Krukoff 6398 Krukoff 5172	id. id. id.
<i>A. sessiliflorum</i> Müll.Arg.		MADw4961 MADw4962	— ? 17	id. id.
<i>A. subincanum</i> Mart.		MADw3444 MADw18193	Williams 6231 Schmidt 81	Perú Bolivia
<i>A. tomentosum</i> Mart.	<i>A. quirandy</i> Hassl.	X1218 MADw4989 MADw10763 MADw10791	? 16 Whitford 69 Whitford 216	Brasil id. id.

s/n = sin número

? = sin nombre de colector

id. = idem

ción con safranina y montaje mediante el uso de resina sintética. Se prepararon macerados sumergiendo astillas de madera en una solución de peróxido de hidrógeno y ácido acético glacial (1:1), llevándose a una estufa a 50°C durante 12 h. La descripción se realizó siguiendo lo estipulado por IAWA Committee (1989). En la determinación de características cuantitativas se hicieron el número de mediciones indicadas por IAWA Committee (1989) para diámetro de vasos, longitud de elementos de los vasos, diámetro de punteaduras, longitud de fibras, frecuencia y altura de radios. Con el uso del programa SPSS® 17.0, se calculó la estadística básica (promedio, desviación, máximo, mínimo, coeficiente de variación), se realizó análisis de varianza y prueba de diferencia de medias (Tukey, $\alpha = 0,05$) para determinar la existencia de diferencias estadísticamente significativas en los caracteres cuantitativos mencionados y conocer la confiabilidad de utilizarlos como elemento de diferenciación entre las especies estudiadas.

RESULTADOS

Descripción macroscópica

Madera de color amarillo, amarillo pálido a amarillo rosáceo, sin transición entre albura y duramen excepto en *Aspidosperma cuspa*, *A. excelsum* (albura amarilla, duramen marrón claro; transición gradual albura-duramen), *A. macrocarpon* (albura amarilla, duramen marrón claro; transición abrupta albura-duramen) y *A. polyneuron* (albura amarilla, duramen amarillo rosáceo; transición gradual albura-duramen). Olor y sabor no distintivos. Lustre bajo a mediano. Grano inclinado a entrecruzado. Textura fina. Dura y pesada a muy dura y pesada.

Descripción microscópica

Anillos de crecimiento: definidos por estrechas zonas ausentes de poros (*A. australe*, *A. curranii*, *A. cuspa*, *A. cilindrocarpon*, *A. gomezianum*, *A. illustre*, *A. macrocarpon*, *A. parvifolium*, *A. polyneuron*, *A. pyricollum*, *A. quebracho-blanco*, *A. ramiflorum*, *A. sessiflorum*, *A. subincanum*, ocasionalmente en *A. rigidum* y *A. tomentosum*), reducción de diámetro radial de las fibras (*A. camporum*, *A. pyrifolium*, ocasionalmente en *A. excelsum* y *A. polyneuron*), parénquima marginal (*A. gomezianum*, *A. oblongum*, *A. pyrifolium*, *A. ramiflorum*, *A. sessiflorum* y *A. tomentosum*).

Vasos (Fig. 1, 2): porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, exclusivamente solitarios en *A. album*, *A. capitatum*, *A. condylocarpon*, *A. curranii*, *A. excelsum*, *A. gomezianum*, *A. melanocalyx*, *A. oblongum*, *A. pichonianum*, *A. pyricollum* y *A. quebracho-blanco*, a predominantemente solitarios combinados con algunos múltiples radiales de 2 (-3). Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, diminutas a pequeñas. Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares. Tíldes presentes en *A. album*, *A. capitatum*, *A. cilindrocarpon*, *A. excelsum*, *A. gomezianum*, *A. polyneuron*, *A. pyricollum*, *A. quebracho-*

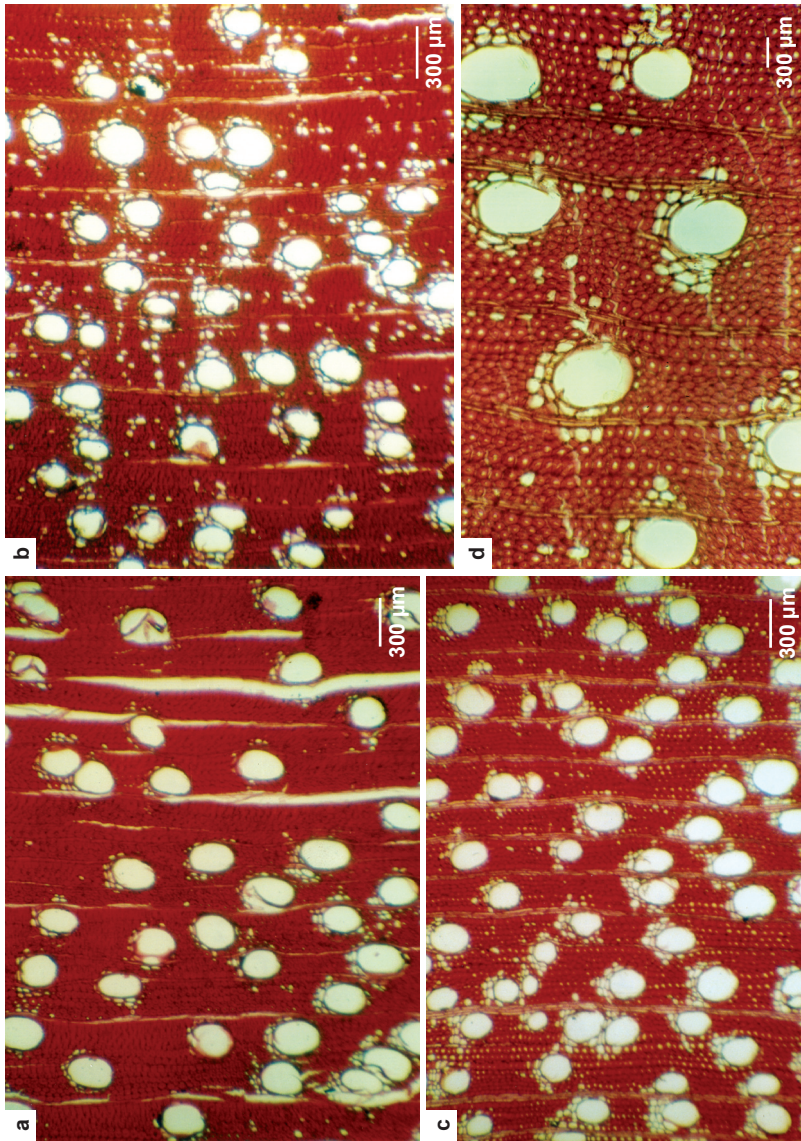


Fig. 1. Poros exclusiva o predominantemente solitarios; parénquima predominantemente paratraqueal unilateral. **a.** *Aspidosperma album*. **b.** *A. condylocarpon*. **c.** *A. megalocarpon*. **d.** *A. melanocalyx*.

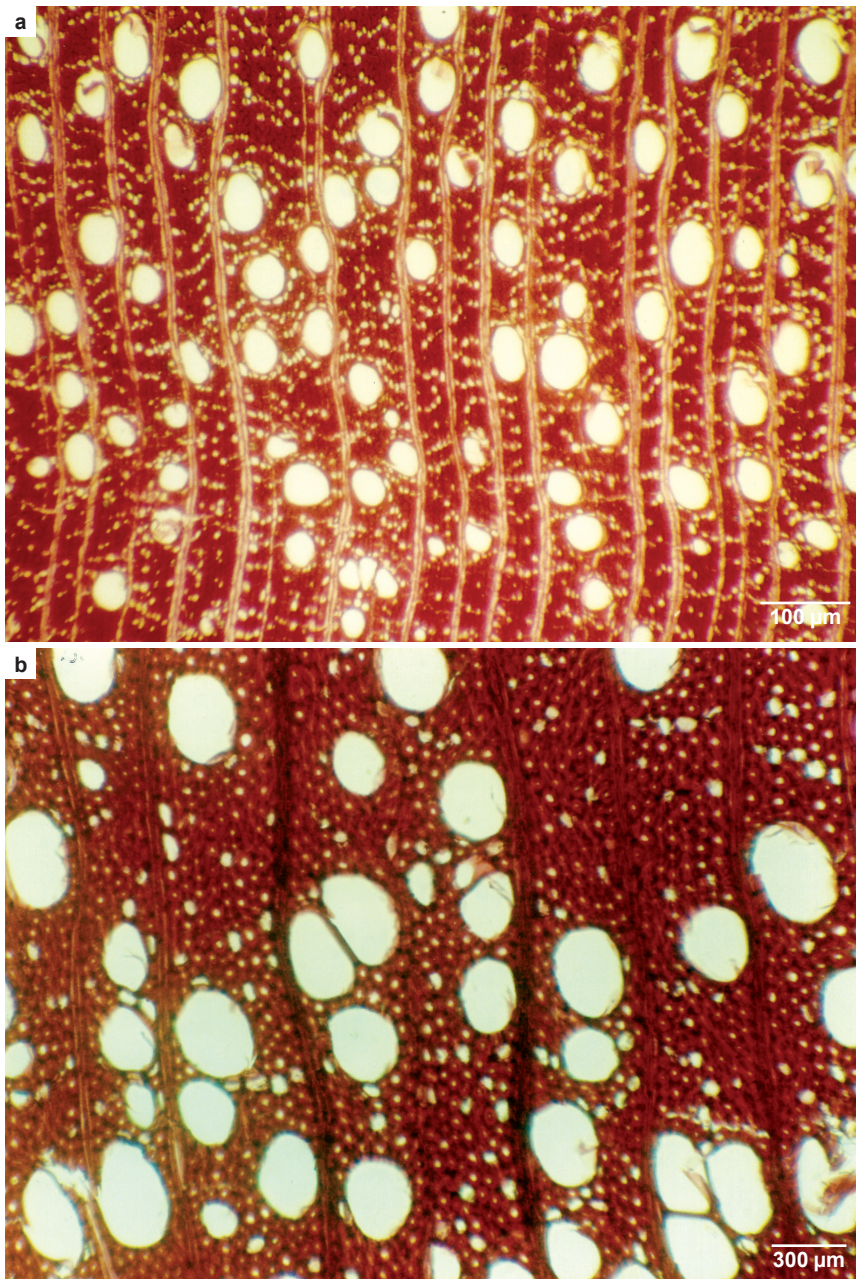


Fig. 2. Parénchima predominantemente apotraqueal difuso y/o en agregados. Poros exclusivamente solitarios **a.** *Aspidosperma excelsum* y poros predominantemente solitarios con algunos múltiples cortos **b.** *A. polyneuron*.

blanco, *A. ramiflorum* y *A. subincanum*; depósitos de goma en *A. pyricollum*.

Fibras y traqueidas (Fig. 3, 4): fibras no septadas, paredes gruesas a muy gruesas, con punteaduras claramente areoladas tanto en paredes radiales como en paredes tangenciales. Traqueidas vasicéntricas presentes.

Parénquima axial (Tabla 2; Fig. 1, 2, 5): apotraqueal difuso, en agregados, paratraqueal escaso, vasicéntrico delgado, aliforme, unilateral, algunas veces confluyente, bandas finas, marginal.

Tabla 2. Tipo de parénquima axial, radios y características de cristales para 26 especies de *Aspidosperma*.

Especie	Tipo de parénquima	Tipo de radios	Cristales
<i>A. album</i>	Apotraqueal difuso, paratraqueal escaso, unilateral, ocasionalmente confluyente	Homocelulares y heterocelulares	Series parenquimáticas cristalíferas
<i>A. australe</i>	Apotraqueal difuso	Homocelulares	Series parenquimáticas cristalíferas
<i>A. camporum</i>	íd.	íd.	Ausentes
<i>A. capitatum</i>	Apotraqueal difuso, unilateral, confluyente	Homocelulares y heterocelulares	Series parenquimáticas cristalíferas
<i>A. condylocarpon</i>	Apotraqueal difuso, en agregados, paratraqueal escaso, unilateral, confluyente	Homocelulares	Series parenquimáticas cristalíferas
<i>A. curranii</i>	Apotraqueal difuso, en agregados	íd.	Series parenquimáticas cristalíferas
<i>A. cuspa</i>	Apotraqueal difuso	Homocelulares y heterocelulares	Series parenquimáticas cristalíferas, en radios
<i>A. cylindrocarpon</i>	Apotraqueal difuso, en agregados, paratraqueal escaso	Homocelulares	Series parenquimáticas cristalíferas, en radios
<i>A. excelsum</i>	íd.	íd.	Series parenquimáticas cristalíferas, ocasionalmente en radios
<i>A. gomezianum</i>	Apotraqueal difuso, marginal	íd.	Series parenquimáticas cristalíferas
<i>A. illustre</i>	Apotraqueal difuso, en agregados	íd.	En los radios formando filas radiales, hasta 4 cristales por célula
<i>A. macrocarpon</i>	Apotraqueal difuso, en agregados	Homocelulares y heterocelulares	Series parenquimáticas cristalíferas
<i>A. megalocarpon</i>	Apotraqueal difuso, unilateral, ocasionalmente confluyente	íd.	Series parenquimáticas cristalíferas

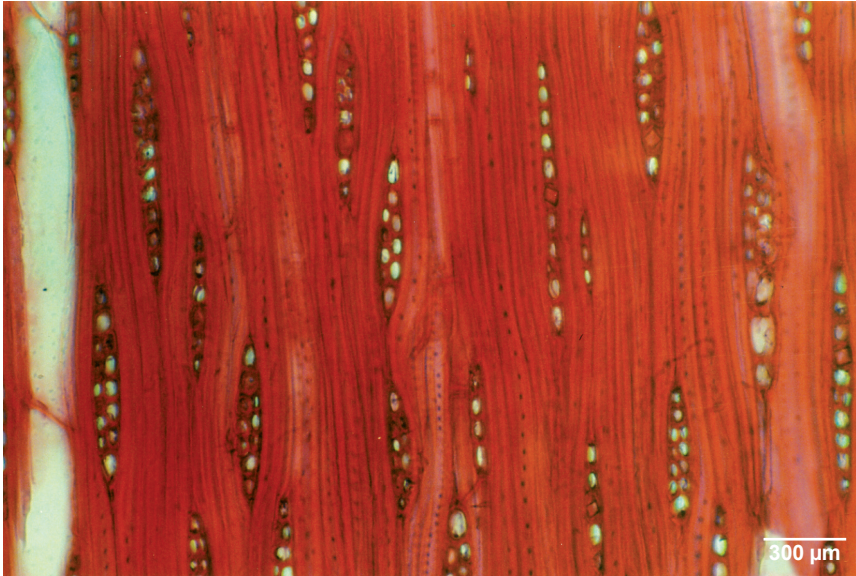


Fig. 3. Fibras con punteaduras claramente areoladas en *Aspidosperma cuspa*.

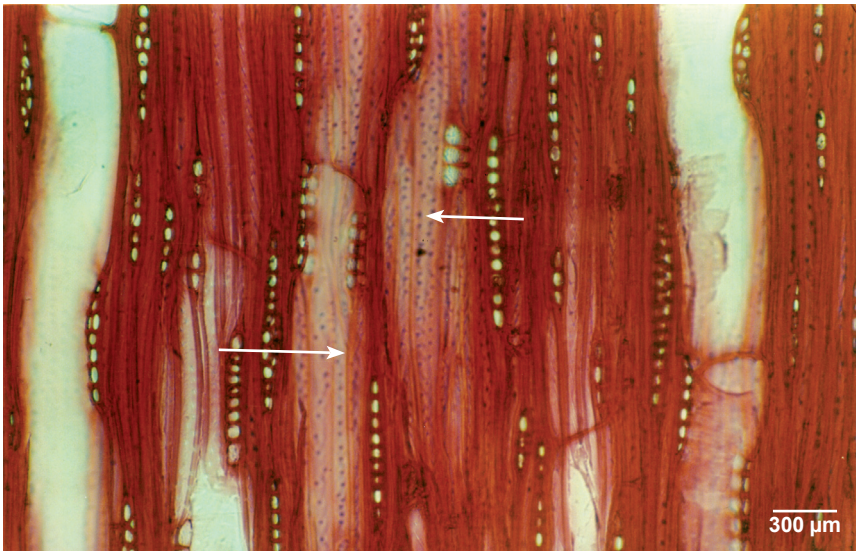


Fig. 4. Traqueidas vasicéntricas en *Aspidosperma macrocarpon*.

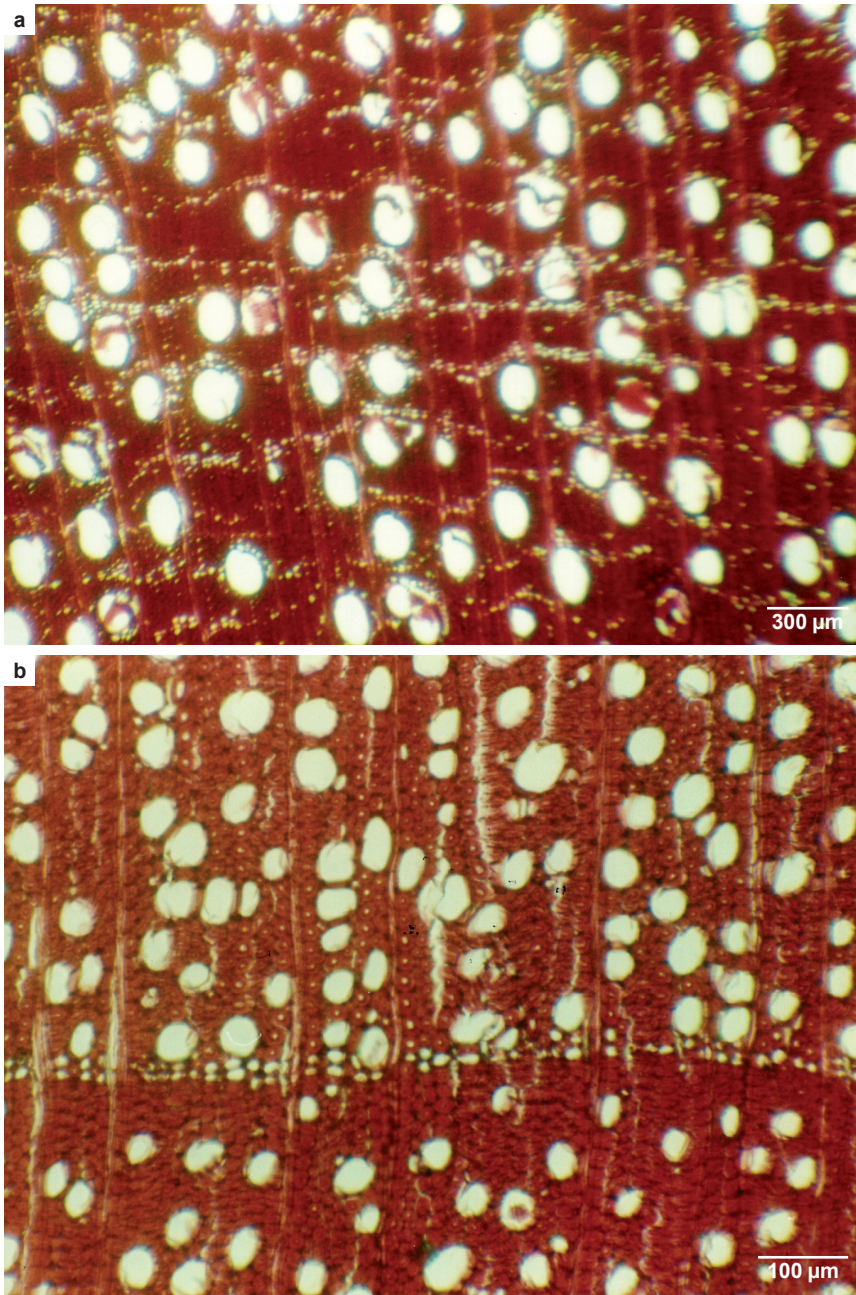


Fig. 5. **a.** *Aspidosperma oblongum*. Parénquima predominantemente en bandas finas. **b.** *A. tomentosum*. Banda marginal.

Tabla 2. Continuación.

Especie	Tipo de parénquima	Tipo de radios	Cristales
<i>A. melanocalyx</i>	Apotraqueal difuso, paratraqueal escaso, vasicéntrico delgado, aliforme, unilateral, confluyente	Homocelulares heterocelulares	Series parenquimáticas cristalíferas
<i>A. oblongum</i>	Apotraqueal difuso, en agregados, bandas finas, marginal	Homocelulares	Series parenquimáticas cristalíferas
<i>A. parvifolium</i>	Apotraqueal difuso	id.	Series parenquimáticas cristalíferas
<i>A. pichonianum</i>	Apotraqueal difuso, en agregados, paratraqueal escaso	id.	Ausentes
<i>A. polyneuron</i>	Apotraqueal difuso, en agregados	id.	Series parenquimáticas cristalíferas, en radios
<i>A. pyricollum</i>	Apotraqueal difuso	id.	Ausentes
<i>A. pyrifolium</i>	Marginal	id.	Series parenquimáticas cristalíferas, en radios
<i>A. quebracho-blanco</i>	Apotraqueal difuso, en agregados, paratraqueal escaso	id.	En los radios formando filas radiales, hasta 4 cristales/célula, alargados
<i>A. ramiflorum</i>	id.	id.	Series parenquimáticas cristalíferas, ocasionalmente en radios
<i>A. rigidum</i>	Apotraqueal difuso, en agregados	id.	Series parenquimáticas cristalíferas, ocasionalmente en radios
<i>A. sessiliflorum</i>	Apotraqueal difuso	id.	Series parenquimáticas cristalíferas, ocasionalmente en radios
<i>A. subincanum</i>	Apotraqueal difuso	id.	Series parenquimáticas cristalíferas, ocasionalmente en radios
<i>A. tomentosum</i>	Apotraqueal difuso, agregados, marginal	id.	Series parenquimáticas cristalíferas

id. = ídem

Parénquima radial (Tabla 2; Fig. 6, 7, 8): radios exclusivamente homocelulares de células procumbentes o predominantemente homocelulares de células procumbentes con algunos heterocelulares de una ruta de células marginales.

Sustancias minerales (Tabla 2; Fig. 9, 10): cristales prismáticos exclusivamente en el parénquima axial formando series parenquimáticas cristalíferas, algunas veces combinados con cristales en los radios, un cristal por cámara; en células

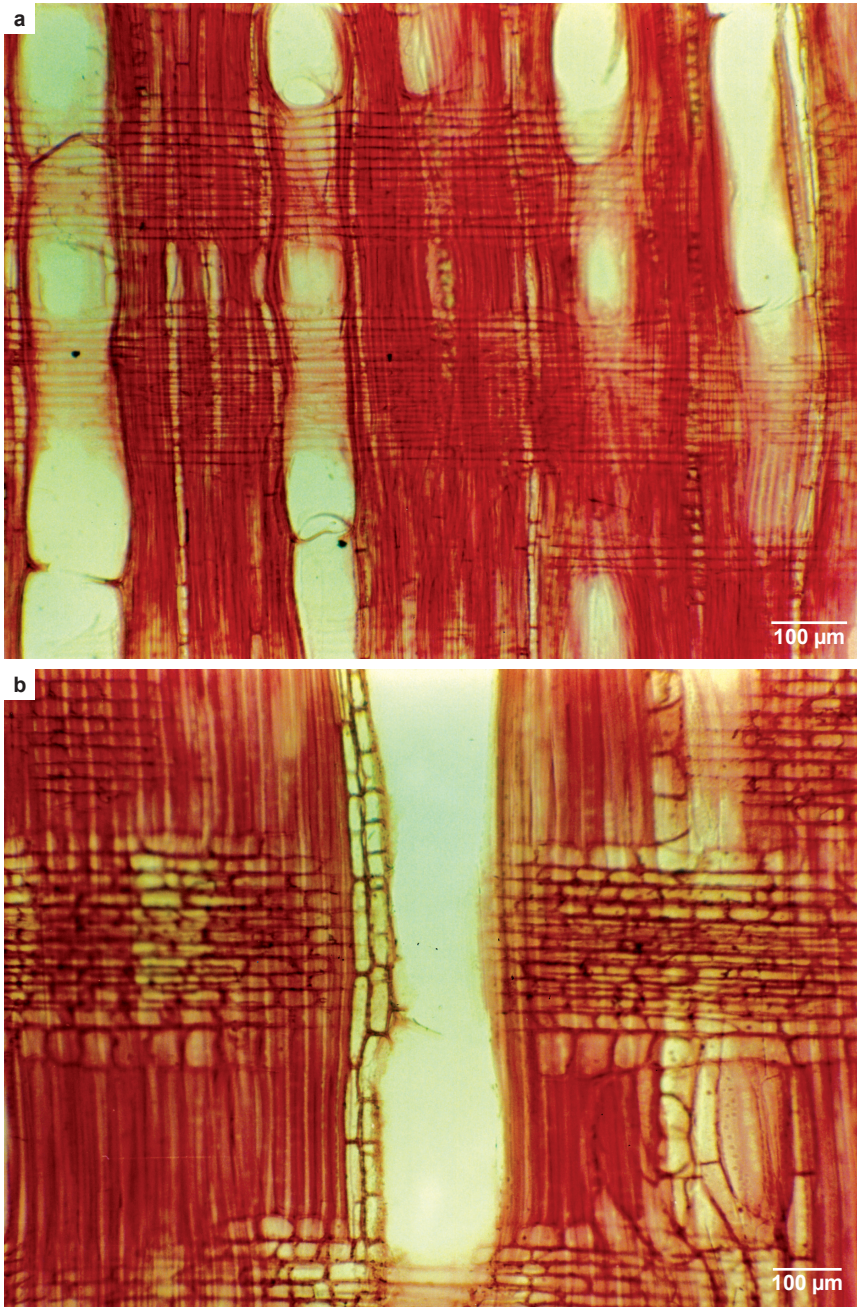


Fig. 6. **a.** *Aspidosperma curranii*. Radios exclusivamente homocelulares de células procumbentes. **b.** *A. melanocalyx*. Radio heterocelular con una ruta de células.

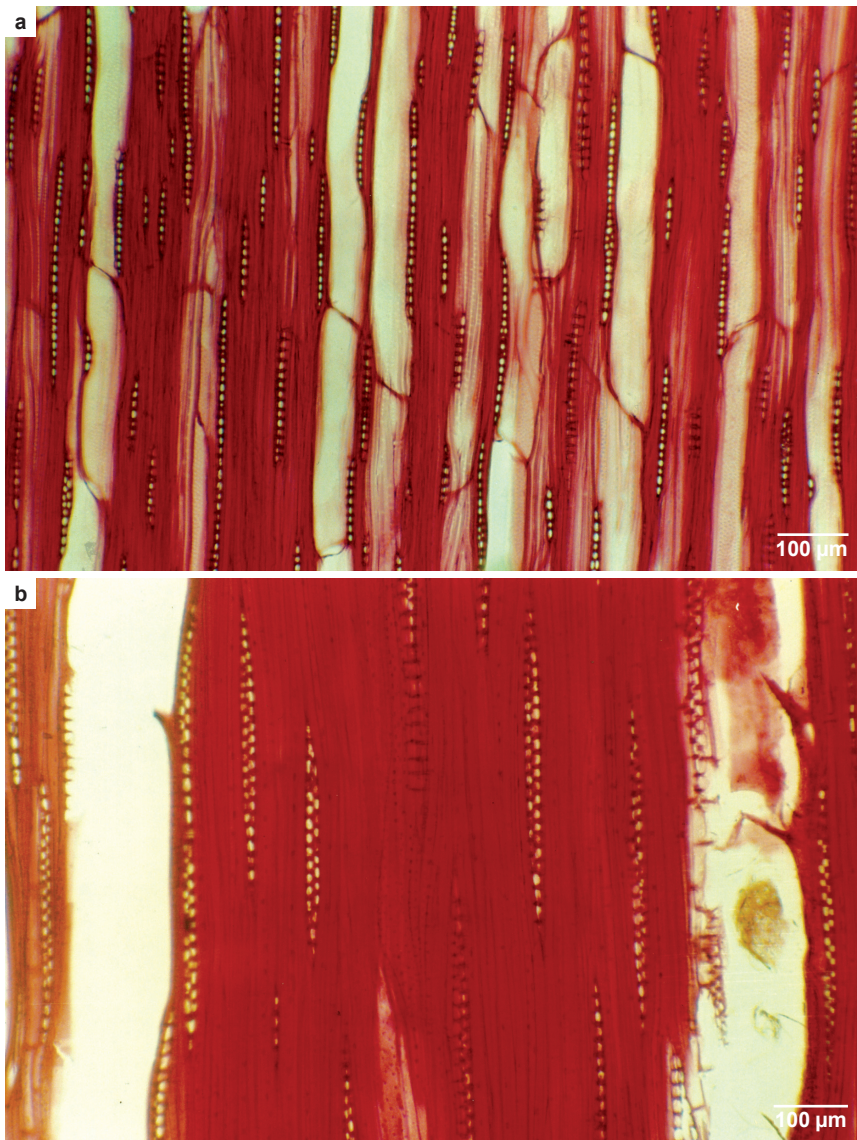


Fig. 7. a. *Aspidosperma camporum*. Radios exclusivamente uniseriados. b. *A. album*. Radios predominantemente biseriados.

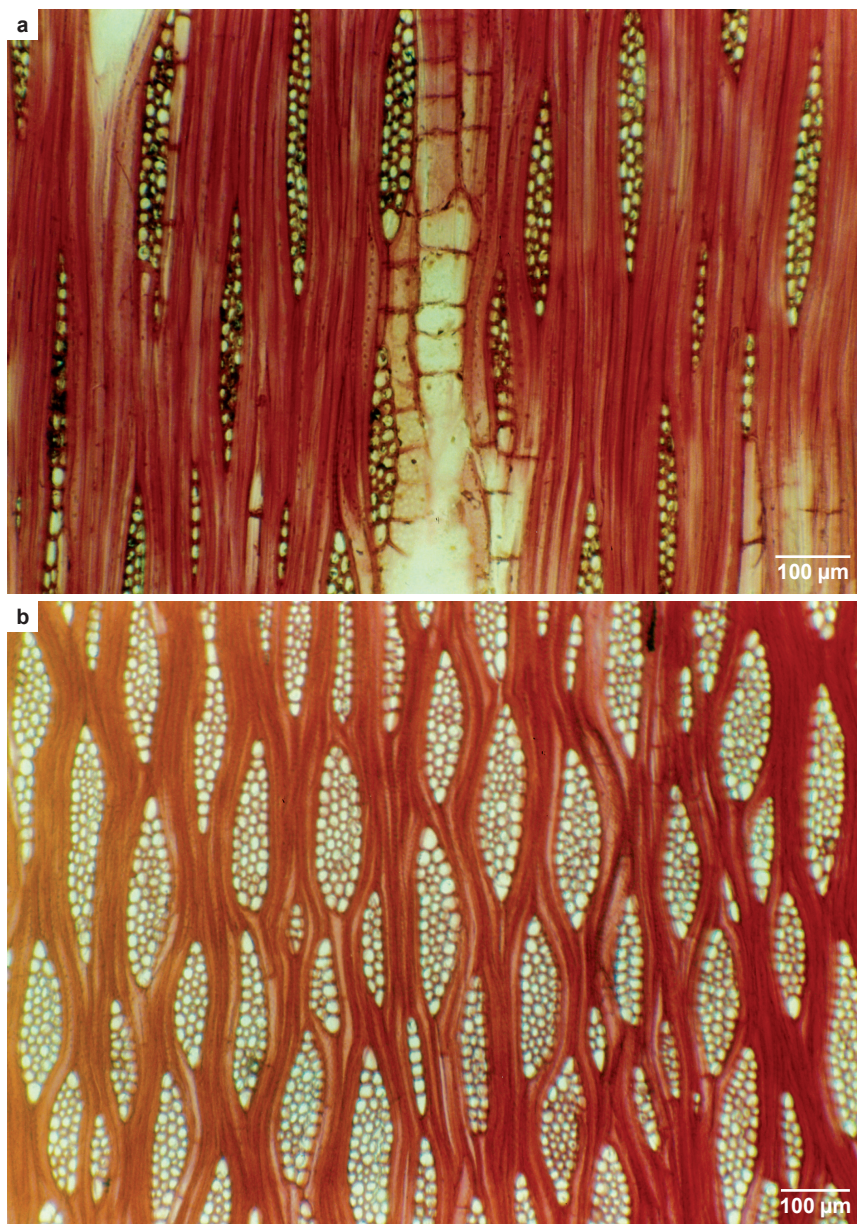


Fig. 8. a. *Aspidosperma melanocalyx*. Radios predominantemente de tres células de ancho. b. *A. quebracho-blanco* Radios de 4-5 células.

procumbentes de los radios formando filas radiales, hasta cuatro cristales por célula, ocasionalmente alargados.

Las características cuantitativas correspondientes a vasos (diámetro de vasos, longitud de elementos de los vasos, diámetro de punteaduras), fibras (longitud), parénquima axial (número de células por serie) y radios (altura, frecuencia, ancho) se

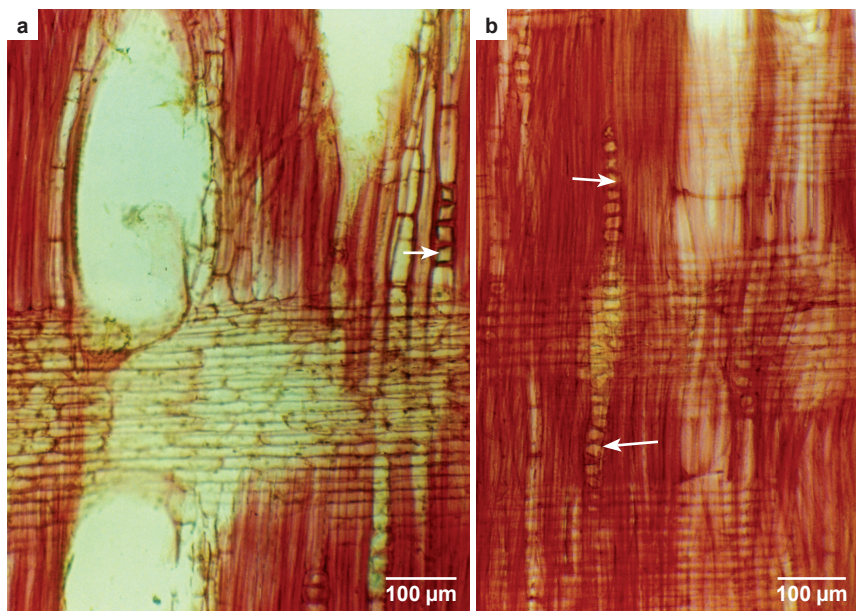


Fig. 9. Cristales en parénquima axial. a. *Aspidosperma megalocarpon*. b. *A. polyneuron*.

presentan en las Tablas 3 y 4. Tomando en consideración lo estipulado por IAWA Committee (1989), el 50% de las especies se caracterizó por presentar poros pequeños (50-100 μm), el 26,92% poros medianos (100-200 μm) y el 23,04% presentó poros muy pequeños (< 50 μm). Desde el punto de vista de esta dimensión, la mayor parte del material estudiado posee un sistema de conducción orientado hacia la seguridad en la movilización de líquidos. Con relación a la longitud de los elementos de los vasos, el 96,15% de las especies se incluye en la categoría de medianos (350-800 μm) y sólo la especie *A. quebracho-blanco* desarrolló elementos cortos (< 350 μm). La longitud de fibras varió entre medianas (900-1600 μm) y largas (> 1600 μm), con el 57,69% de las especies en la primera categoría mencionada y el 42,31% en la segunda. Con respecto a la altura de radios, IAWA Committee (1989) sólo establece dos categorías: menores o mayores de 1 mm y todas las especies estudiadas estuvieron ubicadas en la categoría de radios menores de 1 mm de altura.

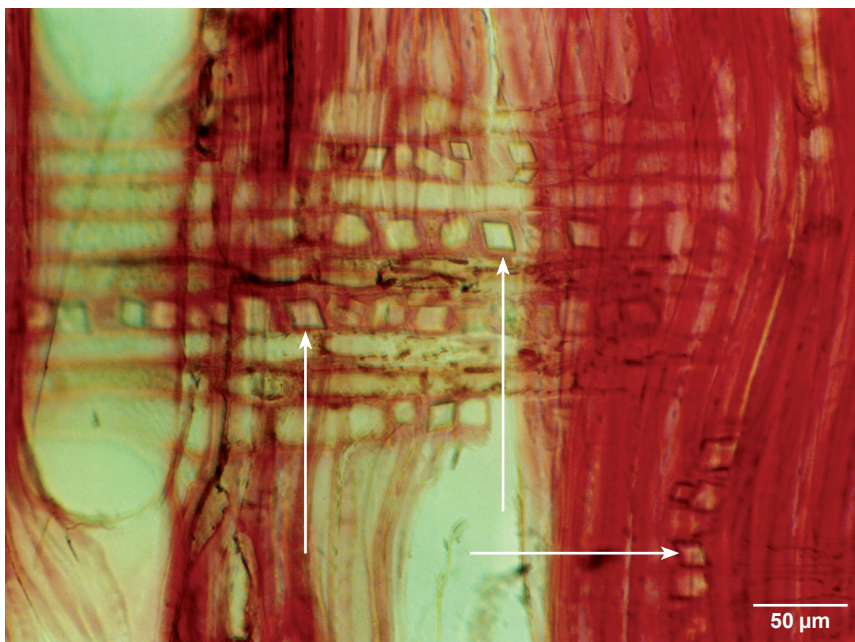


Fig. 10. Cristales en parénquima radial y axial de *Aspidosperma cylindrocarpon*.

Tabla 3. Diámetro de poros, diámetro de punteaduras y longitud de elementos de los vasos (mínimo, promedio \pm desviación, máximo; CV = coeficiente de variación) para 26 especies de *Aspidosperma*.

Especie	Diámetro de poros (μm)	Diámetro de punteaduras (μm)	Longitud elementos vasculares (μm)
<i>A. album</i>	(90) 131n \pm 23 (200) CV = 17,86 %, N = 125	(5-) 5,83 ^{gh} \pm 0,65 (-6,25) CV = 11,14 %, N = 6	(390-) 744,52 ⁱ \pm 201,05 (-1415) CV = 27,00 %, N = 125
<i>A. australe</i>	(60-) 87,60h _{i,j} \pm 12,92 (-120) CV = 14,75 %, N = 25	(5-) 5,625 ^{gh} \pm 0,66 (-6,25) CV = 11,73 %, N = 10	(360-) 688,00 ^{ij} \pm 166,63 (-1060) CV = 24,22 %, N = 25
<i>A. camporum</i>	(30-) 47,60a _{b,c} \pm 8,67 (-60) CV = 18,21 %, N = 25	(5-) 5,50 ^{gh} \pm 0,65 (-6,25) CV = 11,82 %, N = 10	(320-) 529,40 ^{de} \pm 94,52 (-650) CV = 17,85 %, N = 25
<i>A. capitatum</i>	(95-) 114,20m \pm 12,39 (-135) CV = 10,85 %, N = 25	—	(375-) 691,80 ^{ij} \pm 180,57 (-1050) CV = 26,10 %, N = 25
<i>A. condylocarpon</i>	(85-) 113,20m \pm 15,87 (-155) CV = 14,02 %, N = 25	—	(325-) 611,80 ^{ef,ghi,j} \pm 163,07 (-830) CV = 26,65 %, N = 25
<i>A. curranii</i>	(60-) 81,10g _{h,i} \pm 11,96 (-115) CV = 14,75 %, N = 50	(3,75-) 5,00 ^{e,ig} \pm 0,67 (-6,25) CV = 13,4 %, N = 15	(235-) 552,00 ^{def} \pm 140,74 (-945) CV = 25,50 %, N = 50
<i>A. cuspa</i>	(25-) 35,45a \pm 7,72 (-60) CV = 21,78 %, N = 100	(2,5-) 3,31 ^{ab} \pm 0,61 (-3,75) CV = 18,43 %, N = 34	(225-) 413,50 ^b \pm 98,45 (-635) CV = 23,81 %, N = 100
<i>A. cylindrocarpon</i>	(60-) 74,27f _{g,h} \pm 9,65 (-100) CV = 12,99 %, N = 75	(3,75-) 3,87 ^{abcd} \pm 0,38 (-5) CV = 9,82 %, N = 30	(270-) 521,33 ^{bc,de} \pm 117,60 (-765) CV = 22,56 %, N = 75
<i>A. excelsum</i>	(55-) 92,40 _{i,j,k} \pm 18,32 (-145) CV = 19,83 %, N = 150	(5-) 5,45 ^{gh} \pm 0,62 (-6,25) CV = 11,38 %, N = 14	(315-) 668,07 ^{gh,ij} \pm 150,69 (-1040) CV = 22,56 %, N = 150
<i>A. gomezianum</i>	(35-) 42,20a _b \pm 4,80 (-55) CV = 11,37 %, N = 25	(3,75-) 3,96 ^{bcd} \pm 0,51 (-5) CV = 12,88 %, N = 6	(370-) 531,60 ^{de} \pm 135,44 (-860) CV = 25,48 %, N = 25
<i>A. illustre</i>	(35-) 46,40a _{b,c} \pm 6,54 (-60) CV = 14,09 %, N = 25	(3,75-) 4,12 ^{bc,de} \pm 0,60 (-5) CV = 14,56 %, N = 10	(300-) 570,20 ^{de,fg} \pm 158,71 (-995) CV = 27,83 %, N = 25
<i>A. macrocarpon</i>	(40-) 86,55g _{h,i,j} \pm 31,36 (-160) CV = 36,23 %, N = 100	(2,5-) 4,36 ^{cde} \pm 0,76 (6,25) CV = 17,43 %, N = 37	(260-) 508,05 ^{bc,de} \pm 123,30 (+810) CV = 24,27 %, N = 100
<i>A. megalocarpon</i>	(65-) 114,20m \pm 23,35 (-175) CV = 20,45 %, N = 175	(5-) 5,72 ^{gh} \pm 0,80 (-7,5) CV = 13,99 %, N = 26	(305-) 682,51 ^{hij} \pm 182,44 (-1430) CV = 26,73 %, N = 175

Tabla 3. Continuación.

Especie	Diámetro de poros (μm)	Diámetro de punteaduras (μm)	Longitud elementos vasculares (μm)
<i>A. melanocalyx</i>	(100-) 134,80n \pm 22,71 (-210) CV = 16,85 %, N = 25	(6,25) 6,25 ^h \pm 0,00 (-6,25) CV = 0 %, N = 7	(500-) 691,00 ^{ij} \pm 151,33 (-980) CV = 21,90 %, N = 25
<i>A. oblongum</i>	(75-) 102,30k,l,m \pm 13,29 (-135) CV = 12,99 %, N = 50	(5-) 5,75 ^{gh} \pm 0,65 (6,25) CV = 11,30 %, N = 10	(340-) 646,20 ^{fab,ij} \pm 144,73 (-880) CV = 22,40 %, N = 50
<i>A. parvifolium</i>	(30-) 54,12b,c,d,e \pm 14,85 (-90) CV = 27,44 %, N = 75	(2,5) 3,80 ^{abc,d} \pm 0,67 (-5) CV = 17,63 %, N = 25	(300-) 511,00 ^{b,c,d,e} \pm 131,85 (-925) CV = 25,80 %, N = 75
<i>A. pichonitanum</i>	(85-) 110,20l,m \pm 15,44 (-145) CV = 14,01 %, N = 25	(3,75-) 4,375 ^{cde} \pm 0,66 (-5) CV = 15,06 %, N = 10	(330-) 520,40 ^{b,c,d,e} \pm 100,03 (-680) CV = 19,22 %, N = 25
<i>A. polyneuron</i>	(40-) 64,94e,f \pm 13,33 (-110) CV = 20,53 %, N = 250	(2,5-) 3,54 ^{abc} \pm 0,68 (-5) CV = 19,21 %, N = 90	(220-) 483,58 ^{b,c,d} \pm 129,56 (-960) CV = 26,79 %, N = 250
<i>A. pyricollum</i>	(50-) 62,70d,e,f \pm 8,58 (-90) CV = 13,68 %, N = 50	(2,5-) 3,56 ^{abc} \pm 0,47 (-3,75) CV = 13,20 %, N = 13	(255-) 561,80 ^{d,e,f,g} \pm 150,23 (-925) CV = 26,74 %, N = 50
<i>A. pyrifolium</i>	(35-) 55,80c,d,e \pm 10,87 (-80) CV = 19,48 %, N = 25	(2,5-) 3,00 ^a \pm 0,64 (-3,75) CV = 21,33 %, N = 10	(260-) 437,20 ^{b,c} \pm 86,88 (-580) CV = 19,87 %, N = 25
<i>A. quebracho-blanco</i>	(60-) 97,80j,k,l \pm 24,79 (-175) CV = 25,35 %, N = 125	(2,5-) 3,67 ^{abc} \pm 0,71 (-5) CV = 19,35 % & N = 45	(165-) 286,32 ^a \pm 67,06 (-495) CV = 23,42 %, N = 125
<i>A. ramiflorum</i>	(45-) 63,90d,e,f \pm 8,59 (-90) CV = 13,44 %, N = 50	(3,75-) 4,375 ^{cde} \pm 0,64 (-5) CV = 14,63 %, N = 20	(345-) 559,70 ^{d,e,f,g} \pm 116,03 (-800) CV = 20,73 %, N = 50
<i>A. rigidum</i>	(45-) 73,33f,g \pm 12,39 (-95) CV = 16,90 %, N = 75	(3,75-) 3,798 ^{abc,d} \pm 0,25 (-5) CV = 6,58 %, N = 26	(300-) 541,07 ^{c,d,e,f} \pm 141,82 (-860) CV = 26,21 %, N = 75
<i>A. sessiliflorum</i>	(45-) 57,70c,d,e \pm 7,01 (-80) CV = 8,23 %, N = 50	(2,5-) 4,58 ^{bc,ef} \pm 1,12 (-6,25) CV = 24,45 %, N = 15	(300-) 578,18 ^{d,e,f,g,h} \pm 132,90 (-880) CV = 22,99 %, N = 50
<i>A. subincanum</i>	(35-) 49,30b,c \pm 6,55 (-60) CV = 13,29 %, N = 50	(2,5-) 3,625 ^{abc} \pm 0,69 (-5) CV = 19,03 %, N = 20	(240-) 477,00 ^{b,c,d} \pm 116,25 (-740) CV = 24,37 %, N = 50
<i>A. tomentosum</i>	(30-) 51,05b,c,d \pm 9,41 (-70) CV = 18,43 %, N = 100	(3,75-) 4,03 ^{b,c,d} \pm 0,53 (-5) CV = 13,15 %, N = 40	(345-) 572,50 ^{d,e,f,g,h} \pm 137,29 (-880) CV = 23,98 %, N = 100

Valores promedios con letras iguales representan grupos estadísticamente similares de acuerdo a la prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$)

Tabla 4. Número de células de series parenquimáticas, ancho de radios (número de células), radios por mm, altura de radios y longitud de fibras (mínimo, promedio \pm desviación, máximo; CV = coeficiente de variación) para 26 especies de *Aspidosperma*.

Especie	Células/serie de parénquima	Ancho de radios	Radios/mm	Altura de radios (μm)	Longitud de fibras (μm)
<i>A. album</i>	6-13 (-16)	1-3 (-4)	4-7 (-9)	(225-) 429,12 ^b \pm 97,98 (-790) CV = 22,83 %, N = 125	(1430-) 1991,96 [±] \pm 268,96 (-2775) CV = 13,50 %, N = 125
<i>A. australe</i>	4-8	1	8-9	(135-) 228,00 ^{b,c,d,e} \pm 51,80 (-350) CV = 22,72 %, N = 25	(1305-) 1716,60 ^{b,h,i,j} \pm 202,25 (-2105) CV = 11,78 %, N = 25
<i>A. camporum</i>	3-7	1-2	7-11	(140-) 215,80 ^{b,c} \pm 46,58 (-310) CV = 21,58 %, N = 25	(1000-) 1343,80 ^{c,d} \pm 194,65 (-1620) CV = 14,48 %, N = 25
<i>A. capitatum</i>	5-10	1-2	5-7	(280-) 393,00 ^{a,b} \pm 64,48 (-570) CV = 16,41 %, N = 25	(1325-) 1773,80 ^{b,i,k} \pm 223,95 (-2165) CV = 12,63 %, N = 25
<i>A. condylocarpon</i>	7-12	(1-2) 3-4	5-7	(200-) 280,00 ^{c,f} \pm 42,45 (-360) CV = 15,16 %, N = 25	(1580-) 1960,00 [±] \pm 181,88 (-2330) CV = 9,28 %, N = 25
<i>A. curranii</i>	(4) 6-8	(1) 2	6-11	(160-) 290,80 [±] \pm 73,15 (-480) CV = 25,15 %, N = 50	(1220-) 1540,20 ^{c,f} \pm 135,45 (-1830) CV = 8,79 %, N = 50
<i>A. cuspa</i>	3-7 (-8)	1-2 (-3)	12-15 (-17)	(100-) 186,15 ^{a,b} \pm 39,46 (-310) CV = 21,20 %, N = 100	(725-) 1091,30 ^a \pm 152,85 (-1440) CV = 14,01 %, N = 100
<i>A. cylindrocarpon</i>	4-8	(1) 2-3	6-11	(160-) 272,53 ^{d,e,f} \pm 65,13 (-455) CV = 23,90 %, N = 75	(1190-) 1617,40 ^{e,f,g,h,i} \pm 213,91 (-2215) CV = 13,22 %, N = 75
<i>A. excelsum</i>	4-10	1-2	5-10 (-11)	(210-) 356,77 [±] \pm 87,54 (-660) CV = 24,54 %, N = 150	(1130-) 1634,13 ^{c,f,g,h,i} \pm 213,66 (-2120) CV = 13,07 %, N = 150
<i>A. gomezianum</i>	4-5	1 (-2)	(9) 11-15	(100-) 148,80 [±] \pm 30,59 (-240) CV = 20,56 %, N = 25	(1180-) 1583,60 ^{e,f,g,h} \pm 237,16 (-1990) CV = 14,98 %, N = 25
<i>A. illustre</i>	4-8	1	9-10 (-12)	(165-) 272,60 ^{d,e,f} \pm 62,55 (-370) CV = 22,95 %, N = 25	(1230-) 1518,80 ^{d,e,f} \pm 139,57 (-1830) CV = 9,19 %, N = 25
<i>A. macrocarpon</i>	4-8 (-9)	1-2	6-14	(120-) 219,65 ^{b,c,d} \pm 61,34 (-400) CV = 27,93 %, N = 100	(975-) 1344,95 ^{c,d} \pm 169,53 (-1175) CV = 12,60 %, N = 100
<i>A. megallocarpon</i>	6-8 (-11-15)	(1) 2-3	4-9 (-12)	(260-) 437,91 ^b \pm 96,55 (-920) CV = 22,05 %, N = 175	(1330-) 1839,88 ^{b,i,k} \pm 276,73 (-2590) CV = 15,04 %, N = 175

Tabla 4. Continuación.

Especie	Células/serie de parénquima	Ancho de radios	Radios/mm	Altura de radios (μm)	Longitud de fibras (μm)
<i>A. melanocalyx</i>	7-13	(1-3)	5-7	(240-) 397,60 ^{bc} ± 82,36 (-630) CV = 20,71 %, N = 25	(1450-) 1894,60 ^{kl} ± 174,34 (-2180) CV = 16,85 %, N = 25
<i>A. oblongum</i>	4-9	1-3 (-4)	5-9	(240-) 415,80 ^b ± 114,45 (-750) CV = 27,52 %, N = 50	(1345-) 1736,10 ^{h,i,j,k} ± 203,07 (-2170) CV = 11,70 %, N = 50
<i>A. parvifolium</i>	4-8	1 (-2)	8-14 (-16)	(100-) 184,53 ^{ab} ± 44,87 (-360) CV = 24,32 %, N = 75	(810-) 1271,11 ^{bc} ± 231,72 (-1800) CV = 18,23 %, N = 75
<i>A. pichoniatum</i>	(4-) 6-8	(1-) 2-3	6-7 (-10)	(260-) 422,60 ^b ± 78,60 (-580) CV = 18,60 %, N = 25	(1280-) 1534,40 ^{ef} ± 145,69 (-1815) CV = 9,49 %, N = 25
<i>A. polyneuron</i>	(2-) 4-8	(1-) 2 (-3)	5-9 (-12)	(155-) 255,20 ^{de,ef} ± 55,00 (-460) CV = 21,55 %, N = 250	(1090-) 1720,64 ^{gh,i,j,k} ± 305,92 (-2550) CV = 17,78 %, N = 250
<i>A. pyricollum</i>	3-5	1	7-13	(120-) 197,80 ^{ab} ± 52,46 (-330) CV = 26,52 %, N = 50	(1130-) 1478,30 ^{de} ± 177,37 (-1880) CV = 11,99 %, N = 50
<i>A. pyriformis</i>		1-2	5-9	(140-) 197,40 ^{ab} ± 39,05 (-290) CV = 19,78 %, N = 25	(950-) 1110,20 ^{ab} ± 109,47 (-1385) CV = 9,86 %, N = 25
<i>A. quebracho-blanco</i>	(2-) 4-6	(1-) 4-5	(5-) 6-10 (-11)	(180-) 258,04 ^{de,ef} ± 61,53 (-500) CV = 23,84 %, N = 125	(990-) 1473,32 ^{de} ± 222,10 (-2080) CV = 15,07 %, N = 125
<i>A. ramiformis</i>	5-10	(1-) 2 (-3)	10-13	(145-) 299,20 ^c ± 65,81 (-520) CV = 21,99 %, N = 50	(1150-) 1551,50 ^{ef,fg} ± 184,43 (-1990) CV = 11,89 %, N = 50
<i>A. rigidum</i>	4-8	(1-) 2 (-3)	5-7 (-10)	(250-) 386,33 ^{ab} ± 78,96 (-590) CV = 20,44 %, N = 75	(1220-) 1684,53 ^{fg,h,i,j} ± 252,64 (-2250) CV = 14,99 %, N = 75
<i>A. sessiliflorum</i>	4-7	1*-2	7-11	(140-) 259,10 ^{de,ef} ± 84,29 (-460) CV = 32,53 %, N = 50	(1335-) 1546,84 ^{ef,fg} ± 130,35 (-1870) CV = 8,43 %, N = 50
<i>A. subincanum</i>	4-8	1-2	8-12 (-14)	(125-) 184,80 ^{ab} ± 30,70 (-290) CV = 16,61 %, N = 50	(855-) 1137,60 ^{ab} ± 164,24 (-1520) CV = 14,44 %, N = 50
<i>A. tomentosum</i>	3-6	1*-2	6-14	(115-) 187,70 ^{ab} ± 35,76 (-270) CV = 19,05 %, N = 100	(1060-) 1464,45 ^{de} ± 153,41 (-1865) CV = 10,48 %, N = 100

Valores promedios con letras iguales representan grupos estadísticamente similares de acuerdo a la prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$).

Clave de identificación de las especies de *Aspidosperma*

- 1a. Parénquima predominantemente apotraqueal difuso, en agregados 2
- 1b. Parénquima predominantemente paratraqueal unilateral 17
- 2a. Cristales abundantes en parénquima radial 3
- 2b. Cristales ausentes o escasos en parénquima radial 6
- 3a. Radios predominantemente de 4-5 células de ancho *A. quebracho-blanco*
- 3b. Radios predominantemente de 2-3 células de ancho 4
- 4a. Parénquima marginal presente *A. pyriformium*
- 4b. Parénquima marginal ausente 5
- 5a. Poros muy pequeños (menores de 50 μm de diámetro) *A. cuspa*
- 5b. Poros pequeños (mayores de 50 μm de diámetro) *A. cylindrocarpon*
- 6a. Cristales presentes en parénquima axial 7
- 6b. Cristales ausentes en parénquima axial 16
- 7a. Parénquima marginal presente 8
- 7b. Parénquima marginal ausente 11
- 8a. Poros con diámetro promedio mayor de 100 μm *A. oblongum*
- 8b. Poros con diámetro promedio menor de 100 μm 9
- 9a. Radios exclusivamente uniseriados *A. australe*
- 9b. Radios predominantemente uniseriados combinados con algunos biseriados
. 10
- 10a. Radios con altura promedio superior a 200 μm *A. tomentosum*
- 10b. Radios con altura promedio inferior a 200 μm *A. sessiflorum*
- 11a. Radios predominantemente uniseriados *A. gomezianum, A. parvifolium*
- 11b. Radios biseriados abundantes 12
- 12a. Poros muy pequeños, com diámetro menor de 50 μm *A. subincanum*
- 12b. Poros pequeños, diámetro promedio de 50-100 μm 13
- 13a. Radios con altura promedio mayor de 350 μm 14
- 13b. Radios con altura promedio menor de 350 μm 15
- 14a. Punteaduras intervasculares diminutas (< 4 μm) *A. rigidum*
- 14b. Punteaduras intervasculares pequeñas (4-7 μm) *A. excelsum*
- 15a. Poros con diámetro promedio superior a 80 μm
. *A. curranii, A. macrocarpon*
- 15b. Poros con diámetro promedio superior a 80 μm
. *A. polyneuron, A. ramiflorum*
- 16a. Radios exclusiva o predominantemente uniseriados
. *A. illustre, A. pyricollum*
- 16b. Radios predominantemente de 2 o 3 células de ancho
. *A. camporum, A. pichonianum*
- 17a. Radios con altura promedio inferior a 300 μm *A. condylocarpon*
- 17b. Radios con altura promedio superior a 300 μm
. *A. album, A. capitatum, A. megalocarpon, A. melanocalyx*

DISCUSIÓN

Las 26 especies de *Aspidosperma* estudiadas pueden separarse en dos grandes grupos de acuerdo al tipo de parénquima: el grupo I corresponde a especies con parénquima predominantemente paratraqueal unilateral y el grupo II es donde se presenta como predominantemente apotraqueal difuso, en agregados. El primer grupo incluye sólo cinco especies (*A. album*, *A. capitatum*, *A. condylocarpon*, *A. megalocarpon* y *A. melanocalyx*) y representa el 19,23% del material estudiado. Este grupo se caracteriza por una alta homogeneidad entre sí: todas las especies poseen radios predominantemente de 2 o 3 células de ancho, cristales en células parenquimáticas axiales, generalmente formando series cortas y pocos cristales. Los radios son predominantemente homocelulares de células procumbentes, combinados con algunos heterocelulares con una ruta de células marginales. Sólo en *A. condylocarpon* se presentaron radios exclusivamente homocelulares pero no se tomó como una característica confiable para separarla del resto de las especies de este grupo debido a que se contaba con muestra de un sólo individuo de esta especie. Adicionalmente, todas las especies de este grupo presentaron poros con diámetro promedio superior a 100 μm . De las cinco especies incluidas en este grupo, sólo *A. condylocarpon* puede ser separada con base a la altura de los radios.

El segundo grupo incluye 21 especies (80,77% del total estudiado) y se pueden diferenciar dos subgrupos de acuerdo a la abundancia de cristales en el parénquima radial: en *A. cuspa*, *A. cylindrocarpon*, *A. pyriformium* y *A. quebrachoblanco* se observaron abundantes cristales en las células parenquimáticas radiales, pudiendo llegar a presentarse en filas radiales. El segundo subgrupo corresponde a las especies que no presentan cristales en el parénquima radial o que, en caso de presentarlos, se observan en bajas cantidades. Las especies que aquí se incluyen son las siguientes: *A. australe*, *A. camporum*, *A. curranii*, *A. excelsum*, *A. gomezianum*, *A. illustre*, *A. macrocarpon*, *A. oblongum*, *A. parvifolium*, *A. pichonianum*, *A. polyneuron*, *A. pyricollum*, *A. ramiflorum*, *A. rigidum*, *A. sessiliflorum*, *A. subincanum*, *A. tomentosum*. Este subgrupo es bastante homogéneo y para la separación de especies es necesario utilizar características cuantitativas como diámetro de poros, tamaño de punteaduras y altura de radios.

Con relación a otros trabajos realizados anteriormente con algunas especies de *Aspidosperma*, la descripción presentada por Kribs (1968) y Miller & Détienne (2001) para *A. Vargasii* (sinónimo de *A. parvifolium*) coincide con lo encontrado en el presente estudio, excepto por la mención de parénquima marginal. Miller & Détienne (2001) señalan que *A. album* y *A. cruentum* (sinónimo de *A. megalocarpon*) poseen un parénquima difuso y ocasionalmente paratraqueal escaso. Las muestras de este estudio se caracterizaron por presentar parénquima predominantemente de tipo paratraqueal unilateral, además del apotraqueal difuso, paratraqueal escaso y unilateral confluyente; esto coincide con lo mencionado por Corothie (1967), Kribs (1968) y Sosa (1973) y difiere de lo reportado por Nardi & Edlmann (1982), Détienne *et al.* (1982) y Détienne & Jacquet (1983). Con re-

lación a *A. polyneuron*, Mainieri & Peres (1989) publicaron una descripción que coincide con lo observado en este estudio. Corothie (1967) no menciona la presencia de series parenquimáticas cristalíferas en *A. excelsum*. En *A. polyneuron*, Nardi & Edlmann (1982) indican la presencia de cristales en el parénquima axial, pero no mencionan acerca del desarrollo de cristales en las células parenquimáticas radiales. De acuerdo a JUNAC (1981), *A. macrocarpon* se caracteriza por la ausencia de cristales. Algunas de las especies estudiadas pueden presentar cristales, en bajas cantidades, en el parénquima axial formando series cortas mientras que en otras están ausentes. Espinoza (1987) reportó cristales en algunas especies de *Aspidosperma* y es importante indicar que en *A. cuspa*, *A. cylindrocarpon*, *A. polyneuron* y *A. excelsum* se encontraron sólo en un tipo de células (parénquima radial o axial); sin embargo, en el material estudiado de esas especies se encontró, simultáneamente, en los dos tipos de tejido parenquimático. Detienne & Jacquet (1983) señalan que en *A. cylindrocarpon* se presentan cristales tanto en parénquima axial como radial.

BIBLIOGRAFÍA

- APG. 2003. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. *Bot. J. Linn. Soc.* 141: 399-436.
- Corothie, 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.
- Cronquist, A. 1981. *An integrated system of classification of flowering plants*. Columbia University Press, New York.
- Détienne, P. & P. Jacquet. 1983. *Atlas d'identification des bois de l'amazonie et des regions voisines*. Centre Technique Forestier Tropical, Nogent s/Marne.
- Détienne, P., P. Jacquet & A. Mariaux. 1982. *Manuel d'Identification des bois tropicaux*. Tome 3. Centre Technique Forestier Tropical. Marne.
- Espinoza, N. 1987. Cristales y sílice en maderas dicotiledóneas de Latinoamérica. *Pittieria* 15: 13-65.
- IAWA Committee. 1989. IAWA 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. Proyecto PADT-REFORT, Lima.
- Kribs, D. 1968. *Comercial foreign woods in the American market*. Dover Publications Inc., New York.
- 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.

- Moglia, J. & C. López 2001. Variabilidad radial de algunos caracteres anatómicos de *Aspidosperma quebracho-blanco*. *Madera y Bosques* 7: 13-25.
- Nardi, R. & M. Edlmann. 1992. *Legnami tropicali importanti in Italia: Anatomia e identificazione. Volume II: America Latina*. Istituto di Assestamento e Tecnología Forestale. Università di Firenze. Firenze.
- Morillo, G. 1995. In: Berry, P.E., B. Holst & K. Yatskievych (eds.). *Flora of the Venezuelan Guayana. Vol. 2: Pterydophytes, Spermatophytes. Acanthaceae–Araceae*, pp. 481-490. Missouri Botanical Garden Press. St. Louis.
- Sosa, J. 1973. *Estudio de la estructura anatómica y características dimensionales de 50 especies forestales de Peten*. Ministerio de Agricultura. Cuerpo Técnico de Evaluación Forestal, Guatemala.
- Veillon, J. 1994. *Especies forestales autóctonas de los bosques naturales de Venezuela*. Segunda Edición. Instituto Forestal Latinoamericano, Mérida.
- Zarucchi, J., G. Morillo, M. Endress, B. Hansen & A. Leeuwenberg. 1995. Apocynaceae. In: Berry, P.E., B. Holst & K. Yatskievych (eds.). *Flora of the Venezuelan Guayana Vol. 2: Pterydophytes, Spermatophytes. Acanthaceae–Araceae*, pp. 471-570. Missouri Botanical Garden Press. St. Louis.

