

ESTUDIO ANATÓMICO DEL LEÑO DE 56 ESPECIES DE LA SUBFAMILIA PAPILIONOIDEAE (LEGUMINOSAE) EN VENEZUELA

Narcisana Espinoza de Pernía y Williams J. León H.

Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Escuela de Ingeniería Forestal, Laboratorio de Anatomía de Maderas, Mérida-Venezuela. E-mail: nepernia@forest.ula.ve / wleon@forest.ula.ve

RESUMEN

Anatomía del leño de 56 especies de la subfamilia Papilionoideae, de la familia Leguminosae, en donde se destaca la homogeneidad de la misma presentando gráficos y fotomicrografías para observar las características anatómicas que confirman esta homogeneidad.

Palabras clave: anatomía de madera, Papilionoideae, Leguminosae, xilema.

ABSTRACT

The wood anatomy structure of 56 species of the subfamily Papilionoideae, Leguminosae family, emphasizing the homogeneity of the subfamily, showing graphics and microphotographs to watch the anatomical characters which endorse this homogeneity.

Key words: wood anatomy, Papilionoideae, Leguminosae, xylem.

INTRODUCCIÓN

La familia Leguminosae constituye una de las familias más grandes del reino vegetal, se distribuye en todo el mundo e incluye árboles, arbustos, hierbas y lianas. La familia ha sido dividida en tres subfamilias, consideradas por algunos botánicos como familias: Mimosoideae, Caesalpinoideae y Papilionoideae (Villarreal, 1993). La familia Leguminosae incluye numerosas especies arbóreas de importancia económica por sus frutos comestibles, así como por ser árboles ornamentales y maderables muy utilizados en nuestro país. También son importantes por sus frutos forrajeros, altamente alimenticios, y por ser plantas medicinales y venenosas (Aristeguieta, 1973). La subfamilia Papilionoideae es la mayor dentro del grupo de las Leguminosae y se encuentra distribuida ampliamente en las regiones tropicales y en la zona templada (Cumbie, 1960). Esta subfamilia se encuentra dividida en 31 tribus que incluyen 437 géneros y 11300 especies (Mabberley, 1990).

Saupe (1887), según Cumbie (1960), fue uno de los primeros investigadores en utilizar la anatomía de la madera como medio para diferenciar las

subfamilias y tribus de la familia Leguminosae. Posteriormente se han realizados numerosos estudios de la estructura anatómica del tallo de géneros y especies de la subfamilia Papilionoideae entre los cuales se pueden mencionar Record y Hess (1949), Metcalfe y Chalk (1950), Cozzo (1952), Bascopé (1962), Corothie (1967), Kribs (1968), Loureiro y Freitas da Silva (1968), Pérez (1969), Mora (1974), Pérez (1977), Barajas, Rebollar y Echenique (1979), Paula (1980), JUNAC (1981), Espinoza de Pernía (1987), Barajas y León (1989), Mainieri y Peres (1989), Nair y Moham (1990), Outer y Veenendaal (1992), Pérez (1993), Camargos, Marques y Rauber (1993), Gasson (1994), Fujii et al. (1994), Espinoza de Pernía y León (1994), Brunner, Kucera y Zurcher (1994), León y Espinoza de Pernía (1995), Richter, Krause y Muche (1996), INIA (1996), Gasson (1996), Barajas, Álvarez y Solís (1997), INIA (1997), Jansen, Smets y Baas (1998), Gasson (1999), Gasson y Webley (1999), Gasson y Wray (2001) y Miller y Detienne (2001).

Debido a la amplitud e importancia en diversos campos de utilización de la subfamilia Papilionoideae, es necesario el conocimiento de la estructura

anatómica de la madera de los integrantes de esta subfamilia. Por lo tanto, en este trabajo, se presenta la descripción y análisis de las características anatómicas del leño de 56 especies pertenecientes a la subfamilia Papilionoideae que crecen en distintas regiones geográficas de Venezuela, con el objetivo de organizar, posteriormente, una base de datos para la subfamilia Papilionoideae y buscar la posibilidad de elaborar claves de identificación de sus integrantes agrupados a nivel de tribus.

MATERIALES Y MÉTODOS

El material de estudio corresponde a muestras de madera de 56 especies de la familia Leguminosae, subfamilia Papilionoideae, recolectadas en diferentes áreas geográficas de Venezuela. Las muestras pertenecen a la Xiloteca MERv del Laboratorio de Anatomía de Maderas de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad de Los Andes (Mérida, Venezuela) y a la Xiloteca MADw del Forest Products Laboratory de Madison (Wisconsin, Estados Unidos) (Cuadro 1).

La preparación de láminas para el estudio microscópico se realizó según el método utilizado en el Laboratorio de Anatomía de Maderas de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad de Los Andes (Corothie, 1967). En la preparación de macerados se utilizó la metodología de Franklin (1937). La descripción anatómica de las especies estudiadas se realizó siguiendo la Lista

Estándar Para Identificación de Maderas Dicotiledóneas de la Asociación Internacional de Anatomistas de la Madera (IAWA Committe, 1989).

RESULTADOS

Descripción General

Anillos de crecimiento definidos en *Alexa imperatricis*, *Centrolobium paraense*, *C. robustum*, *Dalbergia inundata*, *D. variabilis* (Figura 1a), *Clathrotropis brachypetala*, *Dipteryx odorata*, *Fissicalyx fendleri*, *Lonchocarpus castilloi*, *L. dipteroneurus*, *L. fendleri*, *L. margaritensis* (Figura 1b), *L. punctatus*, *L. sericeus*, *L. stramineus*, *Myrospermum frutescens*, *Platymiscium dimorphandrum*, *P. duckei*, *P. pinnatum*, *Platypodium elegans*, *Pterocarpus acapulcensis*, *P. rohrii*, *Swartzia aptera* y *Vatairea guianensis*. Porosidad comúnmente difusa, semicircular en *Centrolobium paraense*, *C. robustum*, *Dalbergia variabilis* (Figura 1a), *Fissicalyx fendleri*, *Pterocarpus acapulcensis*. Poros sin patrón definido de disposición, solitarios y múltiples radiales, ocasionalmente arracimados. Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, algunas veces poligonales; diminutas a grandes. Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares, algunas veces ligeramente distintas en *Andira retusa*, *Cl-*

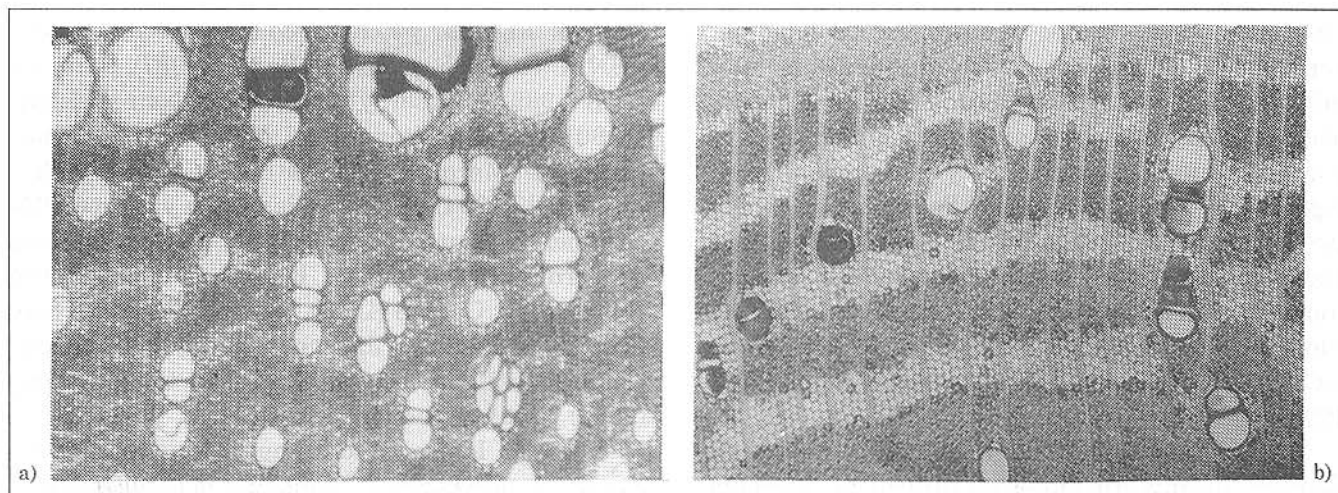


Figura 1. a) *Dalbergia variabilis*. Anillos de crecimiento definidos por porosidad semicircular. Poros con goma (Barra = 100 μ m). b) *Lonchocarpus margaritensis*. Anillos de crecimiento definidos por parénquima marginal. Poros con goma. Parénquima en bandas anchas (Barra = 100 μ m).

Cuadro 1. Lista de especies a estudiar (familia Leguminosae, subfamilia Papilionoideae).

Nombre Científico	No. De Muestra
<i>Alexa imperatricis</i>	X1500, X1825, X1796, X2554, X2572
<i>Andira inermis</i>	MADw32228
<i>Andira retusa</i>	MADw32232, MADw32234, MADw32235, X2639
<i>Centrolobium paraense</i>	MADw1639, MADw11194, MADw32151, MADw32152, X1179, X1532
<i>Centrolobium robustum</i>	MADw32158
<i>Clathrotropis brachypetala</i>	X2494
<i>Clathrotropis brunnea</i>	X2889
<i>Clathrotropis nitida</i>	MADw32005
<i>Clitoria arborea</i>	MADw32009, X2007
<i>Dalbergia inundata</i>	MADw31943, MADw31949, X2028
<i>Dalbergia monetaria</i>	MADw31953
<i>Dalbergia variabilis</i>	MADw31977
<i>Diploptropis martiusii</i>	X1877
<i>Diploptropis purpurea</i>	MADw24012, X1744, X5624, X5625, X5626, X5627, X5628
<i>Dipteryx ferrea</i>	X3350
<i>Dipteryx odorata</i>	X1510
<i>Dipteryx oppositifolia</i>	X2115, X2134
<i>Erythrina fusca</i>	X1876, X3626
<i>Erythrina mitis</i>	X2899
<i>Erythrina velutina</i>	X2681
<i>Fissicalyx fendleri</i>	X2625, MADw31846
<i>Hymenolobium alatum</i>	MADw31847
<i>Lonchocarpus castilloi</i>	X1694, X3328
<i>Lonchocarpus dipteroneurus</i>	X4740
<i>Lonchocarpus fendleri</i>	X129, X343
<i>Lonchocarpus margaritensis</i>	X1757, X2638
<i>Lonchocarpus punctatus</i>	X2692
<i>Lonchocarpus sericeus</i>	X2568, X3904
<i>Lonchocarpus stramineus</i>	X86, X958, X3657
<i>Lonchocarpus velutinis</i>	X2561
<i>Machaerium robiniaefolium</i>	X1107, X1182, X2691, X2699, X4752
<i>Myrospermum frutescens</i>	MADw1638, MADw1651, MADw10642, MADw20547, MADw23057, X2687
<i>Myroxylon balsamum</i>	MADw10664, MADw10683, MADw20518, MADw21099, MADw24272, MADw31574, X3223, X3398
<i>Ormosia coccinea</i>	X2076, X2175
<i>Ormosia crassicarpa</i>	X236
<i>Ormosia lignivalvis</i>	X1748
<i>Ormosia macrocalyx</i>	X1111
<i>Ormosia macrophylla</i>	X238
<i>Ormosia nobilis</i>	X2421
<i>Ormosia subsimplex</i>	X2458
<i>Ormosia toledoana</i>	X3404
<i>Ormosia tovarensis</i>	X36
<i>Platymiscium dimorphandrum</i>	X3409
<i>Platymiscium duckei</i>	X2001
<i>Platymiscium pinnatum</i>	MADw31470, MADw31475, X1071, X1525
<i>Platypodium elegans</i>	X2627
<i>Pterocarpus acapulcensis</i>	X139, X1049, X1826, X1176, X5669, X5670, X5671, X5672, X5673
<i>Pterocarpus rohrii</i>	X1758, X1843, X2491
<i>Swartzia aptera</i>	X2243, X2346, X2402
<i>Swartzia brachyrachis</i>	X2526
<i>Swartzia cubensis</i>	X3329
<i>Swartzia polyphylla</i>	X1878
<i>Swartzia tomentosa</i>	X224
<i>Vatairea guianensis</i>	MADw36641
<i>Vatairea lundellii</i>	X3310

throtropis brachypetala. Punteaduras ornadas comúnmente presentes, no distinguibles en *Platy-podium elegans*, *Swartzia fasciculata*, *Swartzia polyphylla*. Engrosamientos espiralados ausentes en los elementos vasculares. Depósitos de goma comúnmente presentes (Figura 1a, 1b). Fibras no septadas comúnmente presentes, septadas en *Lonchocarpus dipteroneurus*, *L. sericeus* y *Vatairea lundellii* (Figura 2a), paredes delgadas, en *Alexa imperatricis* (Figura 2b), *Pterocarpus acapulcensis* y *P. rohrii*, a muy gruesas, con punteaduras indistintamente areoladas. Traqueidas ausentes. Parénquima apotraqueal difuso, difuso en agregados en *Dalbergia monetaria*, *D. variabilis*, *Myrospermum frutescens*, paratraqueal vasicéntrico, aliforme de ala ancha (Figura 3a), confluyente, ocasionalmente unilateral, bandas finas y

anchas, marginal (Figura 1b); comúnmente en serie de 2 (Figura 4b)-5 células, ocasionalmente hasta 13 células; parénquima fusiforme en *Centrolobium paraense*, *C. robustum*, *Clathrotropys brachypetala*, *Clitoria arborea*, *Dalbergia inundata*, *D. monetaria*, *D. variabilis* (Figura 4a), *Erythrina fusca*, *E. mitis*, *E. velutinis*, *Fissicalyx fendleri*, *Lonchocarpus castilloi*, *L. dipteroneurus*, *L. fendleri*, *L. margaritensis*, *L. punctatus*, *L. sericeus*, *L. stramineus*, *L. velutinis*, *Machaerium robi-niaefolium*, *Platymiscium dimorphandrum*, *P. pinnatum*, *Pterocarpus acapulcensis*, *P. rohrii*. Parénquima no lignificado comúnmente ausente, presente en *Erythrina fusca* (Figura 3b), *E. mitis*, *E. velutina*. Radios homocelulares (Figura 5a) y heterocelulares (Figura 5b) con una, ocasionalmente 2-4, rutas de células marginales, 1-6 células de ancho

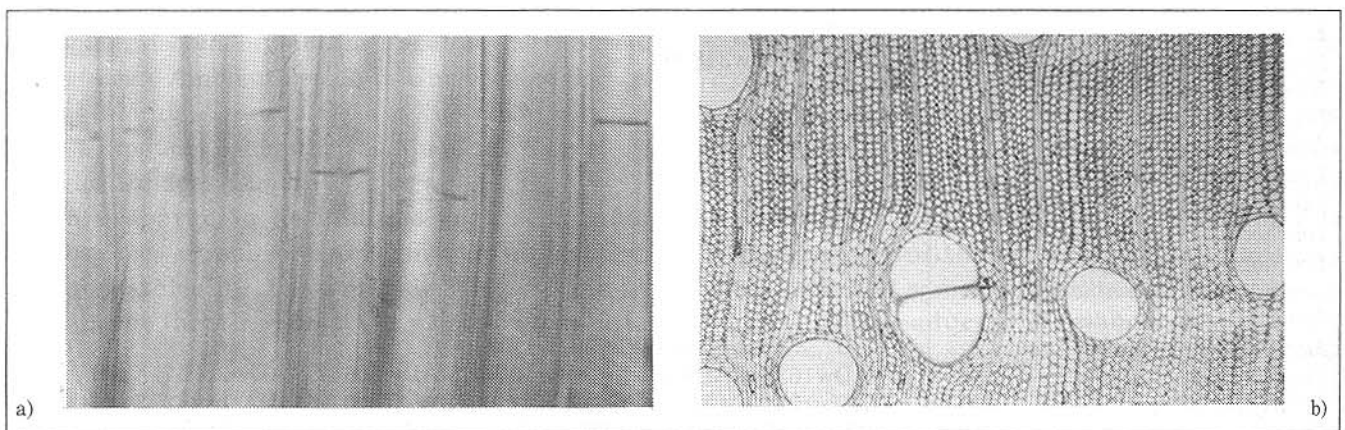


Figura 2. a) *Vatairea lundellii*. Fibras septadas (Barra = 20 µm).
b) *Alexa imperatricis*. Fibras de paredes delgadas (Barra = 100 µm).

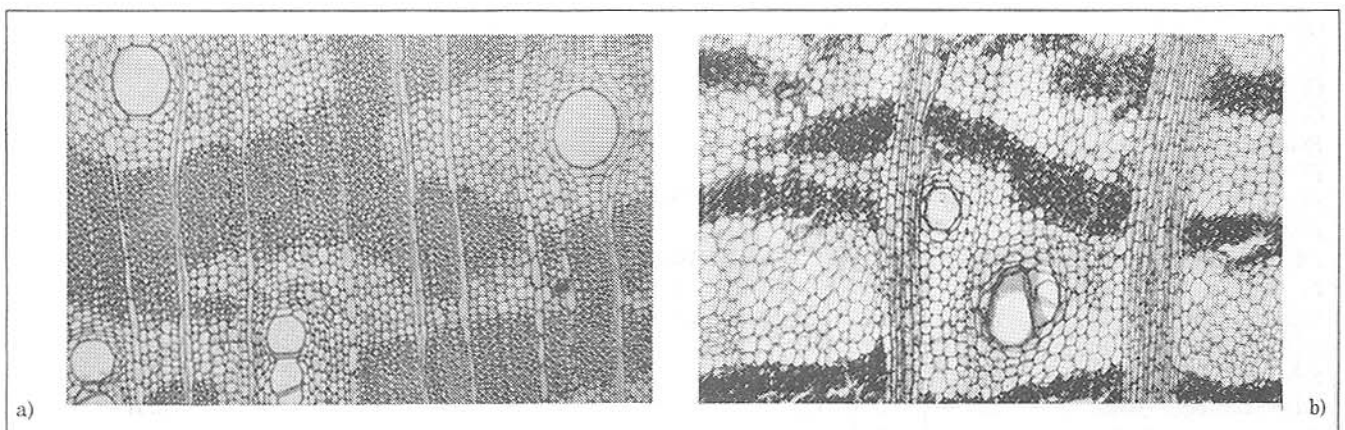


Figura 3. a) *Ormosia macrocalyx*. Parénquima paratraqueal aliforme de ala ancha, confluyente.
b) *Erythrina mitis*. Parénquima no lignificado (Barra = 100 µm).

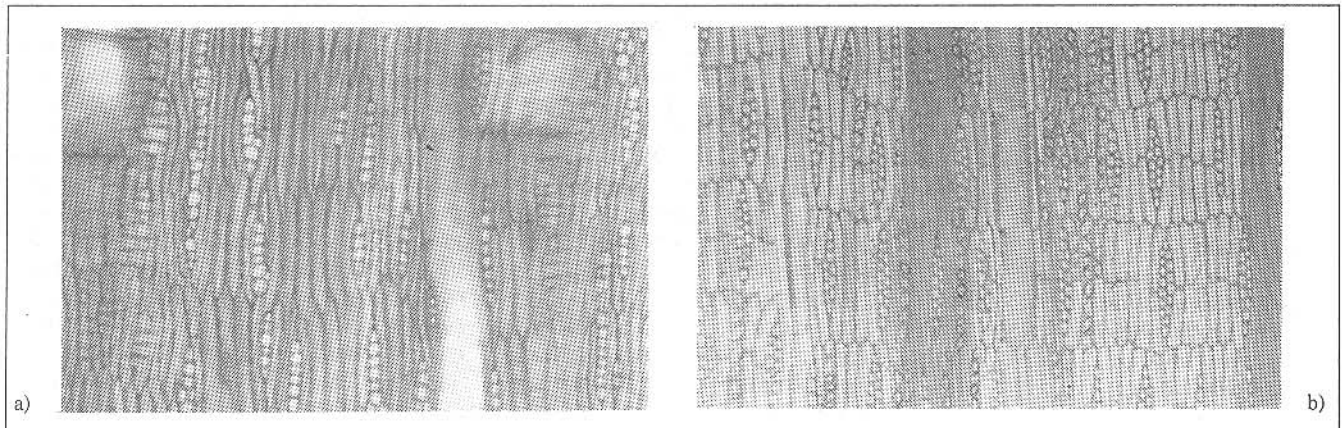


Figura 4. a) *Dalbergia variabilis*. Parénquima predominantemente fusiforme. Estructura estratificada en radios, parénquima y fibras (Barra = 100 µm).
 b) *Lonchocarpus punctatus*. Parénquima predominantemente en serie de 2 células. Estructura estratificada en radios y parénquima. Series cristalíferas (Barra = 100 µm).

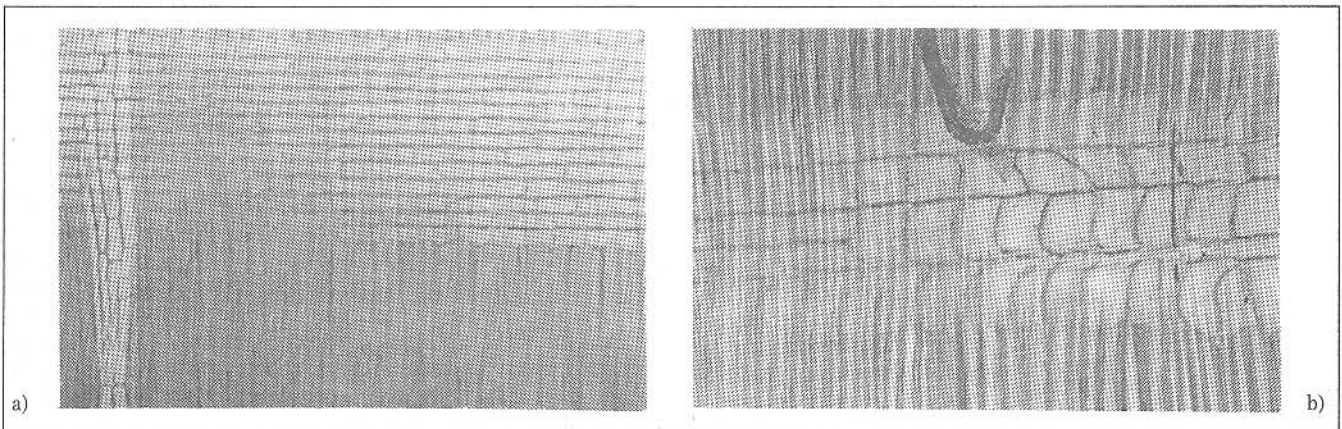


Figura 5. a) *Swartzia tomentosa*. Radio homocelular (Barra = 100 µm).
 b) *Diplotropis purpurea*. Radio heterocelular (Barra = 100 µm).

hasta 12 células en *Erythrina* sp. Radios de dos tamaños ausentes. Radios agregados ausentes. Células envolventes ausentes. Células tipo baldosa ausentes. Células radiales perforadas ausentes. Estructura estratificada comúnmente presente (Figura 4a, 4b). Cristales prismáticos presentes en las células de parénquima axial, formando series parenquimatosas cristalíferas (Figura 4b) y, algunas veces en las células de parénquima radial; un cristal por célula o cámara, hasta 2 cristales por célula parenquimática radial en *Diplotropis purpurea* y *Dipteryx odorata*, hasta cuatro cristales en *Myrospermum frutescens*. Cristales ausentes o no observados en *Dalbergia monetaria*, *Ormosia macrophylla*, *O. nobilis*, *O. subsimplex* y *Swartzia aptera*. Sílice ausente. Células oleíferas

ausentes. Canales intercelulares y tubos laticíferos o taniníferos ausentes. Floema incluso ausente.

Las características cuantitativas correspondientes a poros/mm², diámetro de poros, diámetro de punteaduras, longitud de elementos vasculares, longitud de fibras, altura de radios, ancho de radios y radios por mm lineal se presentan en los cuadros 2 y 3.

Análisis de resultados

La presencia de anillos de crecimiento se observó en 24 especies, aproximadamente el 44 % del material estudiado. Las características que permiten diferenciar anillos de crecimiento en estas especies son porosidad semicircular, parénquima marginal o

Cuadro 2. Características cuantitativas de vasos y fibras.

Especie	Poros/mm ²	Diámetro de Poros (Micras)	Diámetro de punteaduras (Micras)	Longitud de Elementos Vasculares (Micras)	Longitud de Fibras (Micras)
<i>Alexa imperatricis</i>	2	(130-)178-260(-340)	6,25-10	(205-)321-415(-540)	(925-)1139-1497(-1900)
<i>Andira inermis</i>	4	(150-)195(-230)	8,75-11,25	(200-)277(-370)	(1220-)1499(-2000)
<i>Andira retusa</i>	3	(130-)189-220(-320)	7,5-11,25 (-12,5)	(160-)253-326(-490)	(1050-)1293-1477(-1835)
<i>Centrolobium paraense</i>	21-49	(40-)73-93(-150)	5-8,75 (-10)	(130-)178-233(-250)	(570-)781-868(-1110)
<i>Centrolobium robustum</i>	29	(55-)90(-115)	5-8,75	(150-)212(-275)	(670-)808(-920)
<i>Clathrotropis brachypetala</i>	7	(110-)150(-210)	5-8,75	(160-)265(-440)	(1040-)1450(-1730)
<i>Clathrotropis brunnea</i>	5	(135-)181(-260)	6,25-8,75	(200-)328(-430)	(1205-)1637(-1660)
<i>Clathrotropis nitida</i>	24	(110-)150(-210)	5-6,25	(85-)116(-155)	(830-)981(-1120)
<i>Clitoria arborea</i>	4	(50-)147-163(-255)	5-6,25	(125-)184-223(-350)	(830-)1033-1365(-1565)
<i>Dalbergia inundata</i>	7-13	(60-)95-165(-230)	6,25-8,75	(125-)156-171(-230)	(530-)666-849(-1100)
<i>Dalbergia monetaria</i>	16	(60-)88(-120)	5-6,25	(110-)161(-230)	(580-)691(-870)
<i>Dalbergia variabilis</i>	45	(60-)120(-325)	6,25-8,75	(100-)130(-195)	(570-)755(-950)
<i>Diploptropis martiussi</i>	7	(130-)186(-245)	3,75-5	(240-)460(-800)	(1470-)1798(-2290)
<i>Diploptropis purpurea</i>	2-6	(120-)184-261(-345)	6,25-10	(230-)441-587(-740)	(1160-)1589-1854(-2285)
<i>Dipteryx ferrea</i>	5	(140-)191(-260)	10-13,75	(200-)333(-410)	(1305-)1530(-1840)
<i>Dipteryx odorata</i>	8	(105-)139(-170)	7,5-10	(265-)322(-390)	(970-)1169(-1425)
<i>Dipteryx oppositifolia</i>	7-10	(90-)121-152(-210)	2,5-5	(150-)343-349(-570)	(1030-)1231-1352(-1550)
<i>Erythrina fusca</i>	1	(180-)263-340(-455)	7,5-11,25	(150-)205-215(-340)	(1280-)1646-1803(-2235)
<i>Erythrina mitis</i>	2	(105-)150(-210)	7,5-10	(140-)196(-270)	(880-)1301(-1570)
<i>Erythrina velutina</i>	1	(160-)231(-310)	5-7,5	(140-)188(-240)	(1220-)1587(-1910)
<i>Fissicalyx fendleri</i>	17	(70-)106(-145)	6,25-7,5	(180-)206(-230)	(900-)1081(-1265)
<i>Hymenolobium alatum</i>	2-3	(130-)188(-260)	7,5-12,5		
<i>Lonchocarpus castilloi</i>	3	(135-)204-228(-290)	5-10	(140-)200-234(-400)	(905-)1345-1612(-1950)
<i>Lonchocarpus dipteroneurus</i>	17	(70-)91(-120)	5-7,5	(160-)189(-235)	(810-)1002(-1220)
<i>Lonchocarpus fendleri</i>	3-6	(115-)155-196(-250)	6,25-8,75	(125-)185-191(-280)	(1200-)1415-1603(-1910)
<i>Lonchocarpus margaritensis</i>	3-8	(85-)125-199(-255)	5-8,75	(145-)179-251(-330)	(1020-)1414-1714(-1990)
<i>Lonchocarpus punctatus</i>	21	(35-)61(-80)	5-7,5	(110-)148(-180)	(670-)934(-1160)
<i>Lonchocarpus sericeus</i>	1-3	(90-)136-212(-275)	7,5-10	(165-)225-261(-315)	(1240-)1575-1693(-2040)
<i>Lonchocarpus stramineus</i>	2-4	(100-)153-174(-225)	7,5-10	(120-)175-180(-260)	(1005-)1206-1360(-1555)
<i>Lonchocarpus velutinus</i>	3	(120-)190(-250)	5-7,5	(125-)206(-265)	(1230-)1484(-1840)
<i>Machaerium robiniaefolium</i>	3-6	(65-)110-161(-255)	6,25-10	(100-)169-204(-250)	(670-)852-979(-1150)
<i>Myrospermum frutescens</i>	14-41	(65-)77-149(-165)	5-10	(200-)23-300(-340)	(690-)893-1046(-1180)
<i>Myroxylon balsamum</i>	11-28	(70-)109-166(-200)	2,5-3,75	(140-)223-255(-315)	(780-)1019-1172(-1430)
<i>Ormosia coccinea</i>	2-4	(130-)162-208(-250)	5-7,5	(170-)319-351(-480)	(1270-)1542-1715(-2320)
<i>Ormosia crassicarpa</i>	1	(105-)178(-240)	7,5-10	(175-)292(-410)	(1350-)1655(-1990)
<i>Ormosia lignivalvis</i>	2	(130-)206(-250)	7,5-10	(200-)326(-435)	(1120-)1567(-1835)
<i>Ormosia macrocalyx</i>	2	(140-)169(-210)	6,25-7,5	(165-)278(-380)	(1310-)1619(-1880)
<i>Ormosia macrophylla</i>	3	(115-)160(-220)	7,5-8,75	(140-)259(-415)	(980-)1232(-1580)
<i>Ormosia nobilis</i>	6	(90-)139(-170)	5-6,25	(160-)282(-470)	(970-)1210(-1650)
<i>Ormosia subsimplex</i>	2	(150-)223(-280)	8,75-11,25	(240-)367(-525)	(1210-)1577(-1830)
<i>Ormosia toledana</i>	2	(160-)206(-245)	5-7,5	(195-)333(-510)	(1025-)1468(-1770)
<i>Ormosia towarensis</i>	8	(120-)163(-210)	7,5-10	(250-)339(-470)	(840-)1270(-1705)
<i>Platymiscium dimorphandrum</i>	4	(110-)133-153(-185)	7,5-10	(140-)239(-320)	(765-)985(-1215)
<i>Platymiscium duckei</i>	3	(120-)156(-235)	6,25-7,5	(150-)255(410)	(925-)1300(-1560)
<i>Platymiscium pinnatum</i>	3-12	(110-)133-182(-225)	6,25-10	(130-)230-336(-410)	(755-)1021-1128(-1370)
<i>Platypodium elegans</i>	58	(55-)68(-90)	3,75-5	(155-)203(-255)	(870-)1032(-1210)
<i>Pterocarpus acapulcensis</i>	3-6	(90-)151-178(-280)	5-10	(120-)190-211(-270)	(790-)1151-1275(-1595)
<i>Pterocarpus rohrii</i>	7	(110-)143(-180)	5-7,5	(180-)250(-310)	(930-)1219(-1495)
<i>Swartzia aptera</i>	6-7	(100-)119-129(-150)	3,75-5 (-7,5)	(200-)276-328(-410)	(730-)928-1226(-1510)
<i>Swartzia brachyrachis</i>	6	(105-)135(-165)	5-7,5	(200-)305(-410)	(960-)1218(-1455)
<i>Swartzia cubensis</i>	3	(130-)156(-190)	5-6,25	(130-)291(-340)	(920-)1105(-1295)
<i>Swartzia fasciculata</i>	4	(105-)129(-160)	5-7,5	(260-)295(-350)	(810-)1066(-1350)
<i>Swartzia polyphylla</i>	2	(135-)193(-230)	7,5-10	(200-)384(-510)	(1020-)1249(-1555)
<i>Swartzia tomentosa</i>	2	(110-)162(-210)	7,5-10	(265-)325(-410)	(970-)1137(-1270)
<i>Vatairea guianensis</i>	9	(125-)163(-210)	6,25-8,75	(240-)356(-630)	(955-)1612(-2095)
<i>Vatairea hndellii</i>	2	(145-)205(-255)	7,5-11,25	(225-)363(-465)	(1395-)1940(-2400)

Cuadro 3. Altura, ancho y radios por mm lineal.

Especie	Altura de Radios (Micras)	Ancho (N° de células)	Radios/mm lineal
<i>Alexa imperatricis</i>	(240-)350-435(-680)	1-3	4-8(-9)
<i>Andira inermis</i>	(220-)271(-320)	1-5	5-7
<i>Andira retusa</i>	(205-)260-335(-480)	1-5	5-8
<i>Centrolobium paraense</i>	(100-)133-179(-200)	1	7-17
<i>Centrolobium robustum</i>	(130-)156(-180)	1	8-12
<i>Clathrotropis brachypetala</i>	(225-)314(-630)	1-3	5-10
<i>Clathrotropis brunnea</i>	(270-)388(-650)	1-4	6-8
<i>Clathrotropis nitida</i>	(280-)663(-1010)	1-3	4-6
<i>Clitoria arborea</i>	(190-)469-478(-870)	1-6	4-10
<i>Dalbergia inundata</i>	(105-)138-171(-245)	1-2	5-18
<i>Dalbergia monetaria</i>	(110-)161(-230)	1-4	6-11
<i>Dalbergia variabilis</i>	(100-)130(-215)	1-2	5-9
<i>Diploctropis martiussi</i>	(375-)524(-680)	1-3	3-5
<i>Diploctropis purpurea</i>	(250-)358-540(-860)	1-3	5-10
<i>Dipteryx ferrea</i>	(240-)278(-320)	1-3	5-8
<i>Dipteryx odorata</i>	(180-)233(-290)	1	5-10
<i>Dipteryx oppositifolia</i>	(175-)257-273(-335)	1	6-13
<i>Erythrina fusca</i>	(400-)1255-1625(-3215)	4-11	2-3
<i>Erythrina mitis</i>	(450-)1173(-3640)	8-12	2-3
<i>Erythrina velutina</i>	(520-)1396(-2600)	4-10	1-3
<i>Fissicalyx fendleri</i>	(95-)158(-195)	1	15-20
<i>Hymenolobium alatum</i>	(300-)426(-480)	1-5	4-8
<i>Lonchocarpus castilloi</i>	(140-)177-194(-225)	1-4	7-10
<i>Lonchocarpus dipteroneurus</i>	(130-)154(-190)	1-3	6-10
<i>Lonchocarpus fendleri</i>	(135-)161-172(-205)	1-4	7-14
<i>Lonchocarpus margaritensis</i>	(130-)150-194(-210)	1-3	7-10
<i>Lonchocarpus punctatus</i>	(95-)127(-160)	1-3	10-14
<i>Lonchocarpus sericeus</i>	(170-)212-221(-250)	1-3	6-10
<i>Lonchocarpus stramineus</i>	(120-)153-169(-235)	1-4	6-10
<i>Lonchocarpus velutinis</i>	(125-)141(-160)	1-3	10-12
<i>Machaerium robiniaefolium</i>	(75-)133-156(-195)	1-2	9-17
<i>Myrospermum frutescens</i>	(120-)164-274(-320)	1-3	4-14
<i>Myroxylon balsamum</i>	(120-)176-230(-270)	2-3	6-11
<i>Ormosia coccinea</i>	(270-)366-487(-700)	1-4	6-9
<i>Ormosia crassicaarpa</i>	(220-)315(-410)	1-4	6-10
<i>Ormosia lignivalvis</i>	(220-)329(-505)	1-3	4-8
<i>Ormosia macrocalyx</i>	(230-)332(-490)	1-3	4-6
<i>Ormosia macrophylla</i>	(115-)222(-330)	1-2	6-9
<i>Ormosia nobilis</i>	(175-)274(-495)	1-3	7-11
<i>Ormosia subsimplex</i>	(280-)393(-630)	1-3	5-8
<i>Ormosia toledana</i>	(210-)318(-410)	1-2	4-8
<i>Ormosia tovarensis</i>	(230-)386(-660)	1-3	6-9
<i>Platymiscium dimorphandrum</i>	(165-)235(-275)	1-2	9-11
<i>Platymiscium duckei</i>	(165-)216(-280)	1	7-11
<i>Platymiscium pinnatum</i>	(125-)199-224(-305)	1-3	6-14
<i>Platypodium elegans</i>	(130-)152(-175)	1	12-16
<i>Pterocarpus acapulcensis</i>	(110-)142-165(-220)	1	12-18
<i>Pterocarpus rohrii</i>	(140-)191(-225)	1	14-18
<i>Swartzia aptera</i>	(200-)241-291(-360)	1-3	8-15
<i>Swartzia brachyrachis</i>	(200-)281(-385)	1-2	9-15
<i>Swartzia cubensis</i>	(210-)246(-275)	1-2	9-17
<i>Swartzia fasciculata</i>	(210-)253(-330)	2-3	12-15
<i>Swartzia polyphylla</i>	(290-)337(-400)	1-2	9-15
<i>Swartzia tomentosa</i>	(250-)304(-375)	1-2	12-15
<i>Vatairea guianensis</i>	(260-)384(-510)	1-3	5-9
<i>Vatairea lundellii</i>	(210-)354(-510)	1-4	5-7

engrosamiento de las paredes de las fibras en la zona de madera tardía. En algunos casos se puede presentar una combinación de estas características en la diferenciación de los anillos, tal como ocurre *Centrolobium paraense*, *Fissicalyx fendleri* y *Pterocarpus acapulcensis* donde los anillos son claramente definidos por la presencia de porosidad semicircular, parénquima marginal y engrosamiento de las paredes de las fibras. La característica que se presenta con mayor frecuencia en la definición de los anillos es el parénquima marginal: el 83 % de las especies con anillos de crecimiento poseen parénquima marginal.

El 9 % de las especies estudiadas poseen una porosidad semicircular (Figura 6). Esta característica, por ser poco común dentro del grupo de las especies estudiadas, tal como ocurre con las latifoliadas tropicales, puede ser de gran ayuda para separar *Centrolobium paraense*, *C. robustum*, *Dalbergia variabilis*, *Fissicalyx fendleri* y *Pterocarpus acapulcensis* del total de las especies estudiadas. Manieri y Peres (1989) describen la especie *Centrolobium robustum* e indican que posee porosidad difusa; sin embargo, lo observado en el presente estudio y lo reportado por Kribs (1968) indican que se trata de una porosidad semicircular. Corothie (1967) señala, para la especie *Centrolobium paraense*, que microscópicamente se detecta

la tendencia clara a una porosidad semicircular. Metcalfe y Chalk (1950), señalan que algunas especies del género *Dalbergia* pueden desarrollar porosidad semicircular, aunque Cozzo y Cristiani (1950), describen la especie *Dalbergia variabilis* e indican que ésta desarrolla una porosidad difusa; sin embargo en el material examinado en el presente estudio se observa una clara porosidad semicircular. Con relación a *Pterocarpus acapulcensis*, también se tienen algunos reportes contradictorios en cuanto al tipo de porosidad: Metcalfe y Chalk (1950) indican que algunas especies del género *Pterocarpus* presentan porosidad semicircular y Kribs (1968) señala que la porosidad puede ser difusa o semicircular. Pérez (1969) y Pérez (1974), Detienne, Jacquet y Mariaux (1982), JUNAC (1981) indican que ésta especie posee porosidad difusa. Espinoza de Pernía y León (1994), León y Espinoza de Pernía (1995), INIA (1996) la reportan como de porosidad semicircular.

Con relación a las punteaduras ornadas, el 93 % de las especies estudiadas desarrollan este tipo de punteaduras (Figura 7). Sin embargo, en las especies *Dipteryx oppositifolia*, *Platypodium elegans*, *Swartzia fasciculata* y *S. polyphylla* no se observó este tipo de punteaduras, lo cual sería conveniente observarlas con microscopio electrónico, tomando en consideración que otras especies de estos géneros antes mencionados presentan este carácter en forma

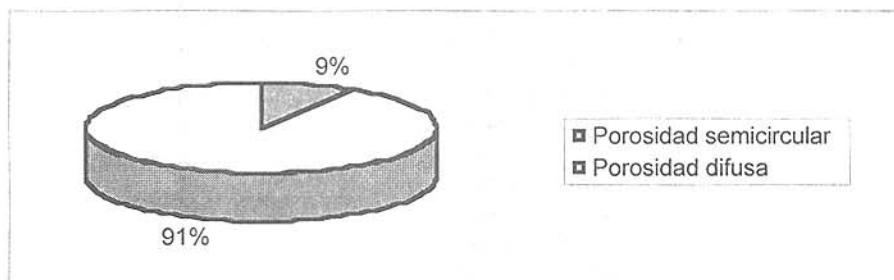


Figura 6. Proporción de tipos de porosidad para las especies estudiadas.

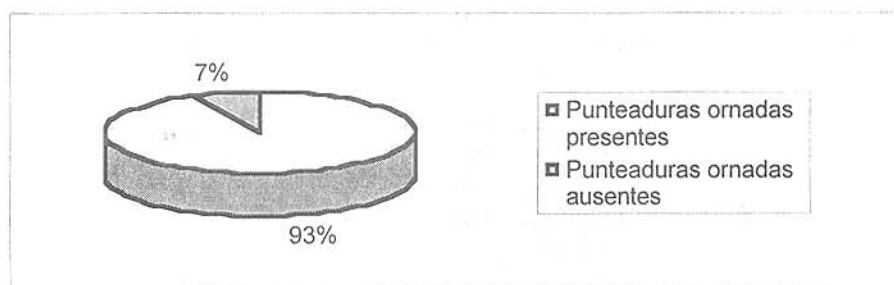


Figura 7. Proporción de especies con punteaduras ornadas y no ornadas.

positiva y según Jansen, Smets y Baas (1998), la ausencia de punteaduras ornadas en la familia Leguminosae se restringe a géneros pertenecientes a las tribus Cassieae o Cercideae de la subfamilia Caesalpinoideae.

Metcalf y Chalk (1950), indican que, en la familia Papilionaceae, la presencia de fibras septadas ocurre en algunas especies de los géneros *Ougenia*, *Robinia*, *Sophora* y *Tipuana*. Barajas, Rebollar y Echenique (1979) describieron la especie *Vatairea lundellii* y no mencionan la presencia de fibras septadas, sin embargo, el material examinado en la presente investigación muestra fibras claramente septadas. Según Kribs (1968), en *Vatairea guianensis* también se observan fibras septadas. Esto no coincide con las observaciones del material estudiado ya que no se observaron septas en las fibras. Gasson (1999), menciona que en algunas especies del género *Vatairea* se pueden presentar fibras septadas.

Con relación al grosor de las paredes de las fibras (Figura 8), el 59 % de las especies estudiadas poseen fibras de paredes gruesas a muy gruesas y sólo un 5 % (*Alexa imperatricis*, *Pterocarpus acapulcensis*, *P. rohrii*) muestran fibras de paredes predominantemente delgadas. Para la especie *Alexa imperatricis*, Corothie (1967) señala que posee fibras de paredes medianas; mientras que Pérez

(1969) y Miller y Detienne (2001) indican que posee fibras de paredes muy delgadas a delgadas. Las muestras examinadas en el presente estudio poseen fibras de paredes predominantemente delgadas en combinación con fibras de paredes medianas. En *Pterocarpus acapulcensis*, Pérez (1969) señala la presencia de fibras de paredes delgadas. Barajas, Ángeles y Solís (1997), Miller y Detienne (2001) señalan que en *Pterocarpus rohrii* se presentan fibras de paredes delgadas. La alta proporción de especies con fibras de paredes gruesas a muy gruesas coincide con lo señalado por Metcalf y Chalk (1950), quienes indican que, para esta familia, la mayoría de las especies poseen fibras con paredes moderadamente gruesas a muy gruesas.

El 39 % de las especies incluidas en el presente estudio poseen parénquima fusiforme (Figura 9). Sin embargo, ninguna de las especies presentó parénquima exclusivamente fusiforme, sino que existe una combinación de parénquima fusiforme con parénquima en serie de 2-4 células. Las especies *Erythrina fusca*, *E. mitis*, *E. velutinis* poseen parénquima no lignificado, lo cual representa el 5 % del total de especies estudiadas (Figura 10) y es una característica de significancia taxonómica para separar estas tres especies del total de las estudiadas. El tipo de parénquima axial más común en las especies estudiadas es el parénquima en bandas

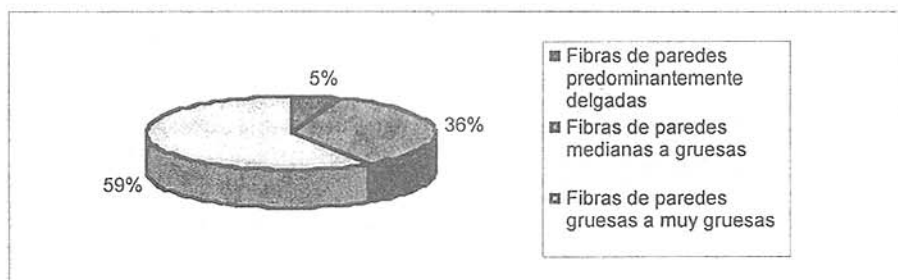


Figura 8. Grosor de paredes de las fibras para las especies estudiadas.

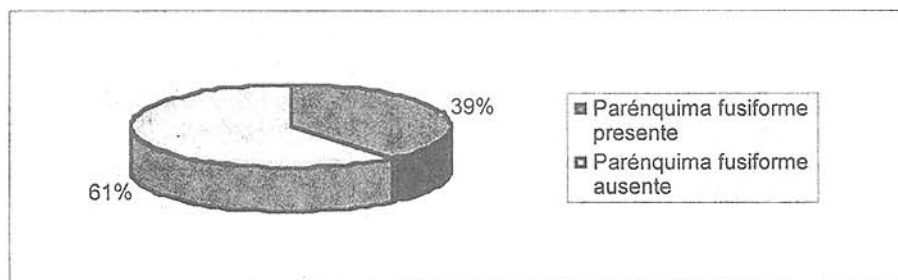


Figura 9. Proporción de especies con parénquima fusiforme.

anchas; el 64 % de las especies lo presentó (Figura 11); en algunos casos, en combinación con otros tipos de parénquima paratraqueal. En el género *Erythrina* se observó que la proporción de tejido parenquimático es mayor a la del tejido fibroso. En las especies *Dalbergia monetaria*, *D. variabilis*, *Myrospermum frutescens* se observó la presencia de parénquima apotraqueal; característica poco común dentro de la subfamilia Papilionoideae. Kribs (1968) menciona la presencia de parénquima apotraqueal difuso en agregados en *Dalbergia cearensis*, *D. cochinchinensis*, *D. frutescens*, *D. latifolia*, *D. melanoxydon*, *D. nigra*, *D. retusa*, *D. sisso*, *D. spruceana* y *D. stevensonii*; mientras que Richter, Krause y Muche (1996) lo reportan para *Dalbergia granadillo*, *D. hypoleuca*, *D. lineata* y *D. retusa*. Kribs (1968) también menciona la presencia de este tipo de parénquima en *Platymiscium pinnatum*, *Pterocarpus acapulcensis*, *Swartzia tomentosa* y *Vatairea guianensis*, estas últimas observaciones no coinciden con lo encontrado en el presente estudio.

La presencia de radios exclusivamente uniseriados se observó en las especies *Centrolobium paraense*, *C. robustum*, *Dipteryx odorata*, *D. oppositifolia*, *Fissicalyx fendleri*, *Platymiscium duckei*, *Platypodium elegans*, *Pterocarpus acapulcensis* y *P. rohrii*. Esto corresponde al 16 %

del total de especies estudiadas (Figura 12). El 77,78 % de las especies con radios exclusivamente uniseriados poseen estructura estratificada. Höhn (1999), indica que la presencia de radios exclusivamente uniseriados o radios extremadamente anchos pueden ser caracteres de importancia en el diagnóstico. Dentro de las especies estudiadas, además de las mencionadas anteriormente con radios exclusivamente uniseriados, en *Erythrina* sp. se observó la presencia de radios hasta de 12 células de ancho. Con respecto a la composición de los radios, lo más común entre las especies estudiadas fue la presencia de radios exclusivamente homocelulares de células procumbentes; el 62 % de las especies presenta este tipo de radios (Figura 13).

La estructura estratificada es común en las maderas de la familia Papilionaceae. En el 62 % de las especies se observó la presencia de estratificación de uno o más elementos anatómicos (Figura 14). Höhn (1999), señala que uno de los caracteres que permite diferenciar la familia Papilionaceae de las familias Mimosaceae y Caesalpiniaceae es la presencia común de estructura estratificada. En las especies *Centrolobium paraense*, *C. robustum*, *Dalbergia inundata*, *Dipteryx odorata*, *Fissicalyx fendleri*, *Lonchocarpus fendleri*, *L. punctatus*, *L. sericeus*, *L. velutinis*, *Machaerium robiniaefolium*, *Myrospermum frutescens*, *Myro-*

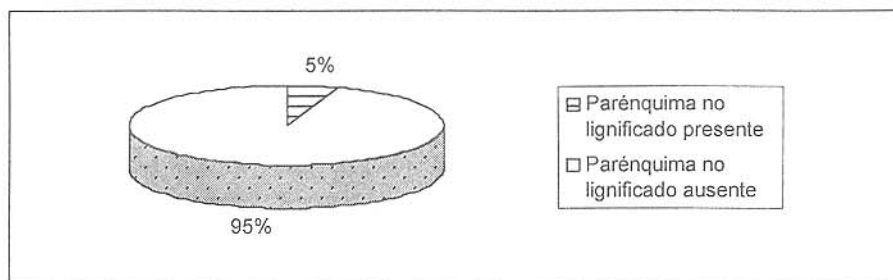


Figura 10. Proporción de especies con parénquima no lignificado.

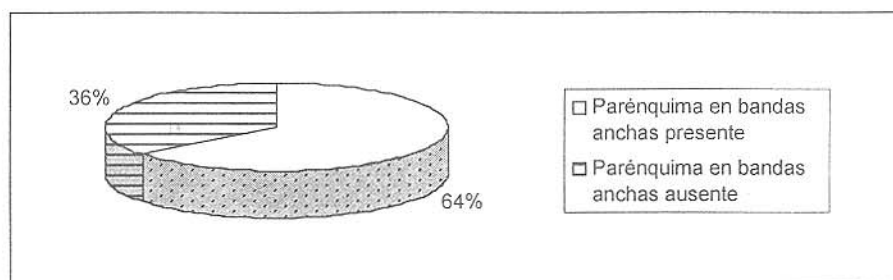


Figura 11. Proporción de especies con parénquima en bandas anchas.

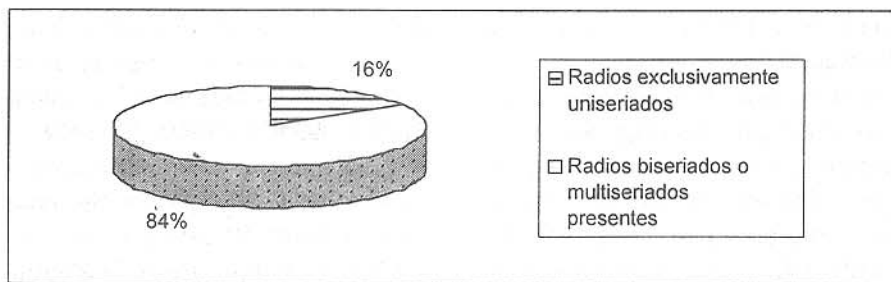


Figura 12. Proporción de especies con radios exclusivamente uniseriados.

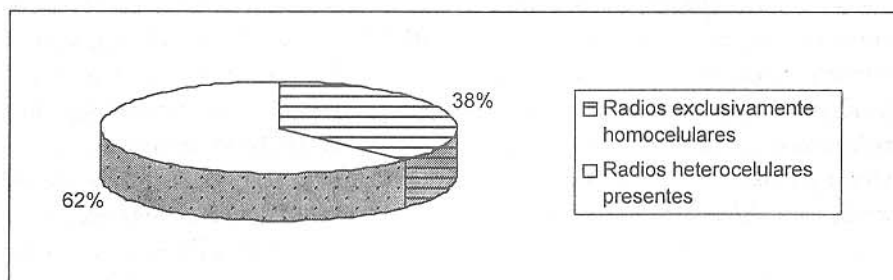


Figura 13. Proporción de especies con radios exclusivamente homocelulares de células procumbentes.

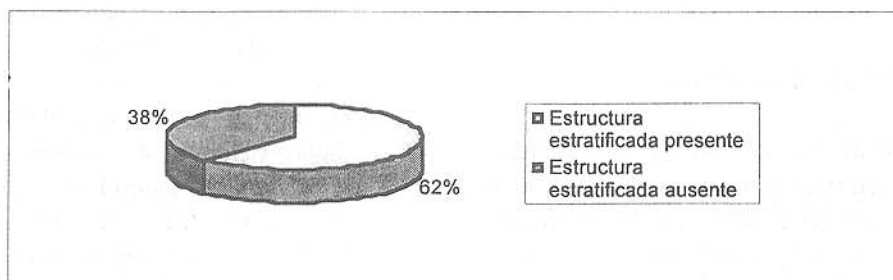


Figura 14. Proporción de especies con estructura estratificada.

xylon balsamum, *Platypodium elegans*, *Pterocarpus acapulcensis*, *P. rohrii*, *Swartzia polyphylla* y *S. tomentosa* se observó la estratificación simultánea de los radios, parénquima axial y fibras.

La presencia de cristales en el parénquima axial es una característica común en las especies estudiadas. El 89 % de las especies estudiadas presentaron cristales en el parénquima. Sólo estuvieron ausentes en *Dalbergia monetaria*, *Ormosia macrophylla*, *O. nobilis*, *O. subsimplex* y *Swartzia aptera*. La ausencia de cristales en *Ormosia nobilis* fue reportada por Détienne, Jacquet y Mariaux (1982).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. La subfamilia Papilionoideae se caracteriza por poseer una estructura anatómica bastante homogénea, lo cual dificulta su identificación. Las características que se presentan con mayor frecuencia en las diferentes especies estudiadas son: porosidad difusa, poros solitarios y múltiples radiales cortos, con depósitos de goma, sin patrón definido de disposición, punteaduras ornadas; fibras de paredes gruesas, no septadas; parénquima paratraqueal y en bandas anchas; radios homocelulares de células procumbentes, 1-4 células de ancho, menores de 1 mm de altura; estructura estratificada presente; cristales prismáticos en células parenquimáticas radiales y/o axiales. Esta homogeneidad a nivel de la

subfamilia permite recomendar que se presenten estudios en donde se establezcan agrupaciones de las diferentes especies a nivel de tribu con el fin de estudiar la posibilidad de elaborar claves de identificación a este nivel taxonómico.

2. Algunas de las especies estudiadas presentan características de ocurrencia restringida y esto puede facilitar su identificación. En este aspecto se puede mencionar la presencia de porosidad semicircular en *Centrolobium paraense*, *C. robustum*, *Dalbergia variabilis*, *Fissicalyx fendleri* y *Pterocarpus acapulcensis*; la presencia de parénquima no lignificado en *Erythrina fusca*, *E. mitis* y *E. velutinis*; fibras septadas en *Lonchocarpus dipteroneurus*, *L. sericeus* y *Vatairea lundellii*; fibras predominantemente delgadas en *Alexa imperatricis*, *Pterocarpus acapulcensis* y *P. rohrii*; parénquima apotraqueal difuso en agregados en *Dalbergia monetaria*, *D. variabilis* y *Myrspermum frutescens*.

AGRADECIMIENTO

Al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas (CONICIT) por el financiamiento de la presente investigación (Proyecto S1.97000822). Al Dr. Regis Miller, del Forest Products Laboratory (Madison, USA) por las secciones de muestras suministradas e importantes acotaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARISTEGUIETA, L. 1973. *Familias y Géneros de los Árboles de Venezuela*. Instituto Botánico. Dirección de Recursos Naturales Renovables. Ministerio de Agricultura y Cría. Caracas, Venezuela.
- BARAJAS M., J., G. ANGELES y P. SOLIS. 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.
- BARAJAS M., J. y C. LEÓN. 1989. *Anatomía de Maderas de México: Especies de una Selva Baja Caducifolia*. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología. Publicaciones Especiales 1. México D.F.
- BARAJAS M., J., S. REBOLLAR y R. ECHENIQUE. 1979. Anatomía de Maderas de México N° 2: Veinte Especies de la Selva Lacandona. *Biótica* 4: 163-193.
- BARETTA-KUIPERS, T. 1981. *Wood Anatomy of Leguminosae: its Relevance to Taxonomy*. In *Advances in Legume Systematics*. Edited by R.M. Polhill y P.H. Raven.
- BASCOPE, F. 1962. Clave de Identificación Macroscópica de algunas Maderas Dicotiledóneas de Latinoamérica. Instituto Forestal Latinoamericano. *Boletín* N° 9: 16-103. Mérida, Venezuela.
- BRUNNER, M., L. KUCERA y E. ZURCHER. 1994. Major Timbers Trees of Guyana: A Lens Key. The Tropenbos Foundation Wageningen. *Tropenbos Series* No. 10. Netherlands.
- 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, Venezuela.
- COZZO, D. 1952. Estratificación del Leño Secundario en el Género *Cyclobium* Benth. *Revista Agronómica Argentina*. Vol. 19: 143-146.
- COZZO, D. y L. CRISTIANI. 1950. Los Géneros de Fanerógamas Argentinas con Estructura Leñosa Estratificada. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales. Cuadernos de Botánica* I: 8
- CUMBIE, B. 1960. Anatomical Studies in the Leguminosae. *Tropical Woods* N° 113: 1-47.
- DÉTIENNE, P., P. JACQUET y A. MARIAUX. 1982. *Manuel D'Identification Des Bois Tropicaux*. Centre Technique Forestier Tropical. Marne, France.
- ESPINOZA DE PERNÍA, N. 1987. Cristales y Sílice en Maderas Dicotiledóneas de Latinoamérica. *Pittieria* No. 15: 13-65. Mérida, Venezuela.
- ESPINOZA DE PERNÍA, N. 1991. *Estudio de Nueve Especies Venezolanas para la Producción de Chapas Decorativas*. Universidad de Los Andes. Talleres Gráficos. Mérida, Venezuela.
- ESPINOZA DE P., N. y W. LEÓN. 1994. *Características Macroscópicas de 42 Maderas Tropicales*. Universidad de Los Andes. Facultad de Ciencias Forestales. Escuela de Ingeniería Forestal. Departamento de Publicaciones. Mérida, Venezuela.
- FRANKLIN, G. 1937. Permanent Preparations of Macerated Wood Fibres. *Tropical Woods*. No. 49: 21-22.
- FUJII, T., P. BBAS, P. GASSON y J. W. RIDDER-NUMAN. 1994. Wood Anatomy of the *Sophora* Group (Leguminosae). In I. K. Ferguson & S. Tucker (editors). *Advances in Legume Systematics 6. Structural Botany*: 205-249.

- GASSON, P. 1994. Wood Anatomy of the Tribe Sophorae and Related Caesalpinoideae and Papilionoideae. In I. K. Ferguson & S. Tucker (editors). *Advances in Legume Systematics 6. Structural Botany*: 165-203.
- GASSON, P. 1996. Wood Anatomy of the Tribe Swartzieae with Comments on Related Papilionoid and Caesalpinoid, Leguminosae. *IAWA Journal* 17: 45-75.
- GASSON, P. 1999. Wood Anatomy of the Tribe Dipterygeae with Comments on Related Papilionoideae and Caesalpinoideae, Leguminosae. *IAWA Journal* 20: 441-455.
- GASSON, P. y E. WRAY. 2001. Wood Anatomy of *Cyathostegia mathewsii* (Swartzieae, Papilionoideae, Leguminosae). *IAWA Journal* 22: 193-199.
- HÖHN, A. 1999. Wood Anatomy of Selected West African Species of Caesalpinoideae and Mimosoideae (Leguminosae): A Comparative Study. *IAWA Journal*. Vol. 20: 115-146.
- IAWA COMMITTEE. 1989. List of Microscopic Features for Hardwood Identification. International Association of Wood Anatomists. *IAWA Bull. n.s.* Vol. 10: 217-332.
- INIA. 1997. *Manuale di Identificazione di 45 Specie Forestali Della Comunità Andina*. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias e Instituto Nazionale per il Commercio Estero. Talleres Gráficos de Asociación Editorial Stella. Lima.
- INIA. 1996. *Manual de Identificación de Especies Forestales de la SubRegión Andina*. Instituto Nacional de Investigación Agraria. Talleres Gráficos de Asociación Editorial Stella. Lima, Perú.
- JANSEN, S., E. SMETS y P. BAAS. 1998. Vestures in Woody Plants: A Review. *IAWA Journal*. Vol. 19: 347-382.
- JUNAC. 1981. *Descripción General y Anatómica de 105 Maderas del Grupo Andino*. Editado por la Junta del Acuerdo de Cartagena. Lima.
- KRIBS, D. 1968. *Commercial Foreign Woods on the American Market* Dover Publications, INC. New York.
- LEÓN H., W. y N. ESPINOZA DE PERNÍA 1995. Descripción Macroscópica y Clave de Identificación de 73 Especies de la Unidad Experimental de la Reserva Forestal de Caparo (Edo. Barinas). Universidad de Los Andes. Facultad de Ciencias Forestales. COMODATO ULA-MARNR. *Cuaderno de COMODATO* N° 24. Mérida, Venezuela.
- LOUREIRO, A. y M. FREITAS DA SILVA. 1968. *Catálogo das Madeiras da Amazônia*. Vol. I & II. Ministério do Interior. Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia. Belém.
- MABBERLEY, D. 1990. *The Plant Book*. Cambridge University Press. Cambridge.
- MANIERI, C. y J. PERES CHIMELO. 1989. *Fichas de Características das Madeiras Brasileiras*. Instituto de Pesquisas Tecnológicas. Divisão de Madeiras. Sao Paulo.
- METCALFE, C. y L. CHALK. 1950. *Anatomy of Dicotyledons*. Vol. I. Clarendon Press. Oxford.
- METCALFE, C. y CHALK, L. 1979. *Anatomy of Dicotyledons*. Vol II. Clarendon Press. Oxford.
- MILLER, R.B. y P. DETIENNE. 2001. Major Timber trees of Guyana: Wood Anatomy the Tropenbos Foundation Wageningen. *Tropenbos Series* N° 20. Netherlands.
- NAIR, M. y H. MOHAN. 1990. Structure of Wood and Cambial Variant in the Stem of *Dalbergia paniculata* Roxb. *IAWA Bull. n.s.* Vol. 11: 379-391.
- OUTER, R. DEN y W. VAN VEENENDAAL. 1992. Wood Anatomy of the *Baphia* Group (Leguminosae). *IAWA Bull. n.s.* Vol. 13: 135-149.
- PAULA, J. 1980. Maderas de Amazonas en Relación a su Uso Para Pulpa y Papel. *Brasil Florestal*. Vol. 10(42): 35-52.
- PÉREZ M., A. 1993. Anatomía e Identificación de 40 Maderas del Bosque La Mucuy, Estado Mérida, Venezuela. *Revista Pittieria* N° 20: 5-77.
- PÉREZ M., A. 1977. *Identificación Macroscópica de algunas Maderas de la Guayana Venezolana*. Universidad de Los Andes. Facultad de Ciencias Forestales. Escuela de Ingeniería Forestal. Mérida, Venezuela.
- PÉREZ M., A. 1969. Estructura Anatómica de 37 Maderas de la Guayana Venezolana y Clave para su Identificación. *Acta Botánica Venezuelica*. Vol. 8: 9-109.
- RECORD, S. y R. HESS. 1949. *Tropical Timbers of the New World*. Yale University Press. New Haven.
- RICHTER H., U. KRAUSE y C. MUCHE. 1996. *Dalbergia congestiflora* Standl.: Wood Structure and Physico-Chemical Properties Compared with Other Central American Species of *Dalbergia*. *IAWA Journal*. Vol. 17: 327-341.
- VILLARREAL Q., J. 1993. *Introducción a la Botánica Forestal*. Editorial Trillas S.A. 2da Edición. México, D.F.