

CONTRIBUCION AL ESTUDIO DE LA ANATOMIA Y DISEÑO DE LA CORTEZA DE ESPECIES DEL GENERO *LONCHOCARPUS* KUNTH.

Dora E. Miranda
Héctor M. Gartland
Alicia V. Bohren
Luis A. Grance
Helga C. Vogel

SUMMARY

The main objective of this work is to contribute to the existing Knowledge on two woody species of economic importance of Misiones native rainforest: *Lonchocarpus leucanthus* and *Lonchocarpus muehlbergianus*, both belonging to the *Leguminosae* family and *Papilionoideae* subfamily. Among the features considered in the study are: internal structure, external appearance (design), colour, exudates, presence and distribution of lenticels, as well as the anatomic description of transversal cutting done with a machete. The latter provides information on color, structure, texture, design and dilatation growth.

Key words : Bark - Anatomy - Design

RESUMEN

El presente trabajo tiene como finalidad, contribuir al conocimiento de la corteza de dos especies leñosas de importancia económica de la Selva Misionera: *Lonchocarpus leucanthus* y *Lonchocarpus muehlbergianus*, pertenecientes a la familia *Leguminosae*, subfamilia *Papilionoideae*. En el estudio fueron consideradas las siguientes características: estructura interna, apariencia exterior (diseño), color, exudados, tipo y distribución de lenticelas, así como la descripción anatómica del corte transversal hecho con machete. Este último permite definir coloración, estructura, textura, diseño y crecimiento en dilatación.

Palabras claves : Corteza - Anatomía - Diseño.

INTRODUCCIÓN

La corteza de los árboles incluye anatómicamente, a todos aquellos tejidos ubicados por fuera del cambium. Tales tejidos son producidos por dos meristemas secundarios: el cambium vascular que genera xilema secundario, leño o madera hacia el interior y floema secundario o liber hacia el exterior, y el cambium suberoso o felógeno que origina la peridermis. El floema secundario y la(s) peridermis constituyen la corteza.

Una gran mayoría de plantas leñosas forman sucesivas peridermis; la acumulación y aislamiento de tejidos muertos, constituyen el ritidoma. La corteza representa una de las partes utilizada en muchos casos, en el reconocimiento de las especies que conforman los ecosistemas forestales intertropicales.

La provincia fitogeográfica paranaense se caracteriza por presentar un gran número de especies que constituyen el dosel superior. Generalmente se presentan dificultades en la identificación, debido al difícil acceso o ausencia de flores, frutos y hojas en ciertos períodos del año. Por ello los estudios anatómico - dendrológicos adquieren gran valor en los ecosistemas forestales tropicales y subtropicales, en los casos que aporten caracteres

diagnóstico singulares y específicos.

Los estudios de corteza han quedado notablemente relegados en comparación con otras partes del árbol. Esto se debe a la heterogeneidad histológica y a los diferentes grados de dureza de los tipos celulares que la conforman, haciéndose sumamente dificultosa su manipulación.

No obstante en la Argentina, ya se están desarrollando trabajos sobre esta temática (Bolzón y colaboradores), tarea que en América fue desarrollada a nivel anatómico y macroscópico con un cúmulo de antecedentes científicos valiosos (Rollet 1982; Jiménez Saa, H. 1967; Rosayro, R. 1.953, entre otros).

ANTECEDENTES

Roth, I. (1987) ha desarrollado estudios sobre *Papilionoideae* donde se incluye el género en consideración en el bosque húmedo de la Guayana Venezolana, concluyendo que el floema duro está siempre presente en forma de fibras, disponiéndose ya sea en placas estrechas superpuestas regularmente ordenadas, o formando bandas tangenciales produciendo estratificación. Según este autor hay una tendencia hacia la estratificación; crecimiento de dilatación presente en varias especies con formación secundaria de células pétreas; siempre se encuentra una sola peridermis; el súber puede ser ancho, muy ancho o regular; la peridermis exhibe pocas características estructurales diagnósticas, exceptuando la felodermis que en pocas especies produce esclereidas; radios medulares multiseriados, ondulados en algunas especies y en otras se ensanchan en forma de embudo.

Morales, J. y col. (1990), señalan características del diseño de la cáscara de varias especies del género *Lonchocarpus* de la selva baja caducifolia de la Estación de Biología Chamela en Jalisco; categorizan a *Lonchocarpus ericarinalis* y *Lonchocarpus constrictus* como cortezas rugosas, que de lejos pueden aparentar ser lisas, pero de cerca presentan ornamentaciones o irregularidades tales como pliegues, gránulos o son ligeramente muy ásperas al tacto.

Rollet (1982) expone los tipos de estructuras macroscópicas en sección transversal, así como características de olor, color, exudados, etc.

Metcalfe y Chalk (1965) sostienen que las *Papilionoideae* constituyen las más especializadas dentro de las *Leguminosae*, dada la gran diversidad de estructuras que conviven en las mismas, tanto primitivas como avanzadas desde el punto de vista filogenético.

En la Facultad de Ciencias Forestales de

Eldorado (UNaM), se han iniciado varios estudios sobre reconocimiento de especies, basados en caracteres vegetativos. Entre ellos podemos citar a Gartland, que propone una clasificación de cortezas, considerando el diseño que origina el ritidoma y la disposición de los elementos estructurales en el plan cortical. Además, se dispone de gran cantidad de información que ha recabado el equipo de trabajo de Dendrología, en sus numerosas salidas a campo todas referidas a caracteres vegetativos, observándose que determinados patrones de diseño y estructura de la corteza, se mantienen constantes para una misma especie.

Objetivos

- Contribuir al conocimiento anatómico - dendrológico de la corteza de las especies nativas consideradas.
- Establecer consideraciones anatómicas - dendrológicas para diferenciar ambas especies por su corteza.
- Interrelacionar los rasgos microscópicos con los macroscópicos.
- Capacitar recursos humanos, en un área relegada del conocimiento científico.
- Formar una colección de preparados microscópicos de cortezas nativas.
- Obtener una colección de cortezas para fines didácticos y científicos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las muestras de corteza fueron coleccionadas en las sucesivas campañas realizadas en el marco del convenio IBONE - I.S.I.F. de relevamiento florístico del predio que posee la Universidad Nacional de Misiones en el Departamento Guaraní a los 26 54"59' S; 54 12"18' O, considerada como parte de la Reserva de la Biosfera Yabotí.

Las especies consideradas en este trabajo son:

Lonchocarpus leucanthus Burk. Argentina. Prov. de Misiones. Dpto. Guaraní. Picada al arroyo Soberbio. 29/30-XI 1994. Tressens et. al. 5107. (CTES).

Lonchocarpus muehlbergianus Hassl. Argentina. Prov. Misiones. Dpto. Guaraní. Predio Guaraní, Tramo 1 hacia el Arroyo. Paraíso. 29-30-XI 1994. Tressens et. al. 5075 (CTES).

Las muestras de cortezas se han extraído de árboles que superan los 10 cm. de d. a. p., obteniéndose además material de herbario para la correcta identificación botánica. Esta fue realizada en el Instituto de Botánica del Nordeste (IBONE).

Para el estudio microscópico, las muestras fueron depositadas en una solución de alcohol al

96% y glicerina en partes iguales para su ablandamiento hasta el momento en que fueron efectuados los cortes. Éstos se realizaron con micrótopo rotativo Leitz, previa correcta orientación de las muestras, con un espesor de 20 a 25 micras. Para el examen con microscópio óptico se efectuaron cortes en sección transversal, longitudinal radial y tangencial, esta última tomada en la zona de la corteza viva (corteza funcional viva).

Las muestras obtenidas, fueron coloreadas utilizando el método de triple coloración: crisoidina, rojo de acridina y astra blue, deshidratadas mediante una serie de alcoholes (70 % - 3 veces 96 % - alcohol absoluto), conservadas en Xilol, soluble en el medio de montaje: Entellan. Fueron montadas 10 muestras por cada árbol del que se extrajo la corteza.

A las muestras obtenidas de un árbol, se le asignó un número de colección correspondiente al ejemplar de herbario.

En el estudio macroscópico, se hicieron las descripciones considerando el diseño que presenta el ritidoma y la disposición de los elementos estructurales en el plano transversal, incluyendo accesoriamente el longitudinal tangencial y el longitudinal radial; éstas descripciones se realizaron a ojo desnudo o con una lupa de mano de hasta 10 X. En cuanto a la descripción del corte transversal, se han adoptado los términos de corteza viva (floema) y corteza muerta (ritidoma), propuestos por Jiménez Saa, para evitar confusiones con las descripciones microscópicas donde en el sector del floema se distinguen 3 partes: corteza interna, media y externa.

Cada descripción está acompañada de su correspondiente fotografía y/o diagrama del aspecto del ritidoma y de la sección transversal o corte en bisel del material fresco, por ser éste a nuestro criterio, el más empleado por los obreros forestales.

RESULTADOS

1. *Lonchocarpus leucanthus* Burk. (rabo itá)

Descripción microscópica

Floema secundario:

Corteza interna: Delgada, compuesta de liber escaso, presente en forma de placas de fibras de forma más o menos elíptica, rodeadas por células cristalíferas, notables en corte longitudinal. Radios 1-3 seriados casi derechos. En el límite con la corteza media los radios comienzan a ser sinuosos, coincidiendo esta característica con los sitios donde hay elementos blandos obliterados ubicados tangencialmente. El espaciamiento entre radios es de 2-6 células. (Fig. 1).

Corteza media: El floema duro tiene una presentación en forma de placas delgadas superpuestas en distribución más densa que en la corteza interna. Existe alternancia entre varios radios no dilatados o escasamente dilatados, con otros cuya dilatación es conspicua. Los radios más anchos, son los que evidencian una dilatación más pronunciada hacia el exterior.

Corteza externa: Los rasgos más sobresalientes en este sector son: el abrupto ensanchamiento de algunos radios en sentido tangencial, formación secundaria de células pétreas entremezcladas con células cristalíferas conteniendo cristales rómbicos muy notables en su interior. Las células pétreas forman una corona tangencial continua en este sector, como transición del floema externo hacia la felodermis. (Fig. 2).

Radios medulares: delgados, 1-3 seriados con leves ondulaciones, con un espaciamiento entre radio 2-6 células.

Peridermis:

Súber: Compuesto por células con engrosamiento en forma de U invertida. Se han observado hasta 27 capas de súber. Se observa estratificación dada por el color.

Felodermis: Ancha, conformada por series radiales de alrededor de 25 células siguiendo una ordenación muy prolija cercana al felógeno; más hacia el interior, se observan esclereidas con inclusiones de cristales diversos.

Ritidoma: Se observa solo una peridermis.

Particularidad: Esta especie presenta floema estratificado, tanto del liber duro, como del blando. (Vista tangencial y radial).

Descripción macroscópica

El ritidoma presenta generalmente un **diseño** áspero, debido a la presencia de lenticelas y protuberancias peridérmicas. En ejemplares de mayor diámetro y en algunos sectores del tronco (generalmente cerca de la base) se observa un diseño escamoso, con escamas irregulares que se desprenden fácilmente. En algunos ejemplares se desprenden placas papiráceas; también pueden observarse porciones del tronco con diseño rugoso. Es de color gris verdoso, generalmente cubierto por líquenes.

Lenticelas no prominentes distribuidas en líneas horizontales o solitarias, pequeñas (1 mm), circulares, abundantes, de color blanquecino. (Fig. 3).

En algunos ejemplares se observan galerías superficiales sin orientación definida, sobresaliendo aproximadamente 1 mm.

La corteza posee un espesor de 5 a 10 mm.



Fig. 1. *Lonchocarpus leucanthus*. Vista transversal de corteza interna y media.

En **sección transversal**, se observa un límite definido entre la corteza viva y la corteza muerta; la primera tiene un espesor de aproximadamente 5 mm, mientras que la corteza muerta se reduce a una delgada capa de ritidoma, compuesta por una sola peridermis. (Fig.4).

La fracción de floema funcional (1 mm) es de coloración verdosa, con los radios muy poco visibles. Hacia el exterior toma un color ocre claro. Los **radios** se dilatan, conformando una estructura flamiforme muy definida. La disposición de los tejidos se observa de forma más precisa en un corte en bisel. Posee textura fibrosa.

Inmediatamente debajo del ritidoma presenta una capa de células de color verde.

Donde el floema está en contacto con el cambium, en sección tangencial, los radios son poco visibles.

Otras particularidades observadas: dificultad en desprender una muestra de corteza del tronco, extrayéndose generalmente una porción de albura. Al realizar un delgado corte transversal, éste no se

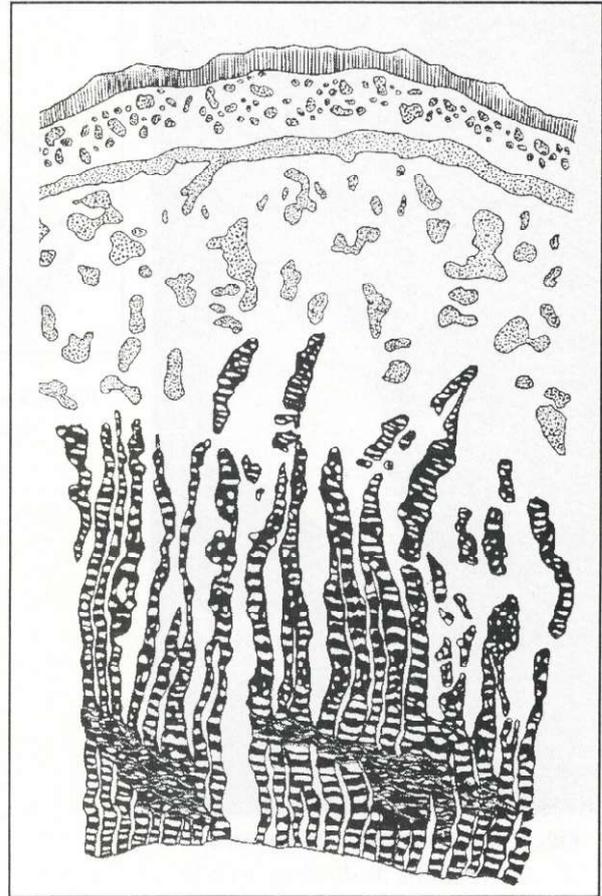


Fig. 2. *Lonchocarpus leucanthus*. Esquema de corte transversal a nivel microscópico (17 x).

resquebraja; no se observaron exudados.

2. *Lonchocarpus muehlbergianus* Hassl. (rabo molle)

Descripción microscópica

Floema secundario:

Corteza interna: Delgada, compuesta de liber duro escaso, presente en forma de fibras, conformando grupos irregulares pequeños superpuestos, distribuidos muy espaciadamente. Liber blando representado por parénquima axial y elementos cribosos de considerable sección, dispuestos irregularmente.

Las placas de floema duro están circunscriptas por cordones de células cristalíferas. Radios derechos a levemente ondulados, 1-3 seriados en menor proporción a los multiseriados 4-8 más numerosos. Espaciamiento entre radios 2-8 células.

Corteza media: Se repite pero en forma más densa el diseño de floema duro presente en la parte viva. El liber blando está fuertemente colapsado, en especial los elementos cribosos, sin

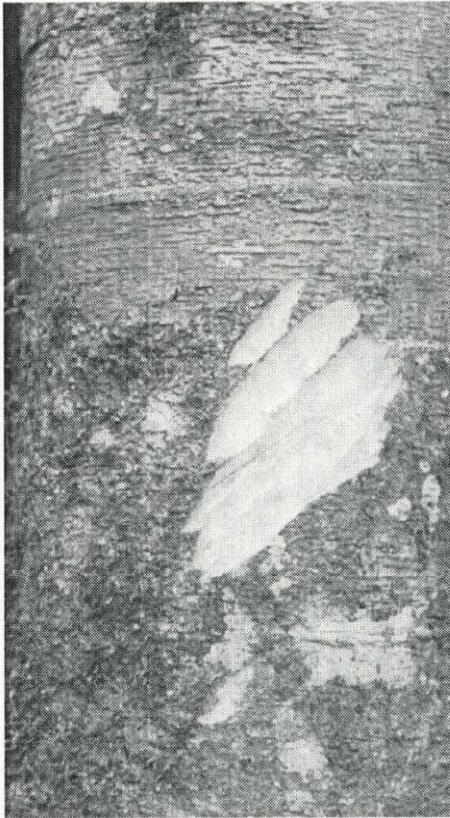


Fig. 3. *Lonchocarpus leucanthus*.
Fotografía de diseño y aspecto
del corte efectuado con machete.

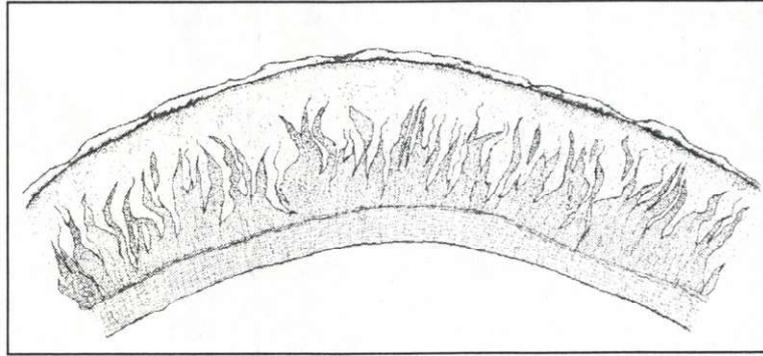


Fig. 4. *Lonchocarpus leucanthus*. Esquema de corte transversal a nivel
macroscópico (5,45 x).

tener una ordenación particular. Es notable la ondulación de los radios, muchos de los cuales manifiestan dilatación creciente hacia la periferia de la corteza, pero sin que esta dilatación tenga una forma definida de embudo.

Corteza externa: Este sector presenta profundas alteraciones anatómicas a saber: expansión tangencial de las células centrales de los radios dilatados, no así de los que conforman los bordes de los radios; esclerosamiento de células parenquimáticas que contienen cristales en su interior. También se observan esclereidas con cristales rómbicos en su lumen, los que forman un anillo tangencial en este sector del floema a modo de coronamiento.

Radios medulares: Oscilan de notablemente angostos 1-3 células a notablemente anchos, 4-8 células. (Fig.5). Se observa una alternancia de varios radios angostos, con varios anchos. Su curso va de derechos en corteza viva a ondulados en corteza media, coincidiendo las ondulaciones con floema blando colapsado hasta notablemente ensanchados en floema externo donde queda desdibujado su curso.

Peridermis:

Súber: Delgado, conformado por 1-2 hileras

de células suberosas con sus paredes engrosadas en forma de U invertida.

Felodermis: Conformada por alrededor de 20 estratos de células. Las felodérmicas, contienen cristales de diversa forma: muchas de ellas tienen sus paredes muy engrosadas y esclerosadas.

Ritidoma: Se observa una sola peridermis.

Particularidades: Presenta estratificación parcial, por cuanto aparecen estratos o pisos dados por elementos cribosos, fibras y células parenquimáticas axiales, no así por los radios.

Descripción macroscópica

El ritidoma presenta generalmente un **diseño** áspero, debido a la presencia de lenticelas y protuberancias peridérmicas (Fig. 7). En algunos sectores del tronco (generalmente cercanos a la base), de algunos ejemplares un diseño escamoso (reticulado), con escamas irregulares de 1 a 15 mm de lado; también pueden observarse porciones del tronco con diseño rugoso. Es de color gris verdoso, generalmente cubierto por líquenes.

Lenticelas sobresalientes, distribuidas en líneas horizontales originando un relieve o solitarias, pequeñas (1 mm), circulares a ovaladas, abundantes, de color castaño.

En algunos ejemplares se manifiestan galerías superficiales sin orientación definida, sobresaliendo aproximadamente 1 mm.

La corteza posee un espesor de 7 a 15 mm. En **sección transversal**, se visualiza un límite definido entre la corteza viva y la corteza muerta, esta última constituida por una delgada capa de ritidoma, compuesta por solo una peridermis.

La porción de floema funcional (1 mm) es de coloración verdosa, con los **radios** muy visibles. Hacia el exterior los radios se dilatan, conformando una estructura flamiforme poco definida, desdibujada (Fig. 8). Posee textura corto - fibrosa a arenosa. Las capas cercanas a la peridermis presentan



Fig. 5. *Lonchocarpus muehlbergianus*. Vista transversal de corteza media.

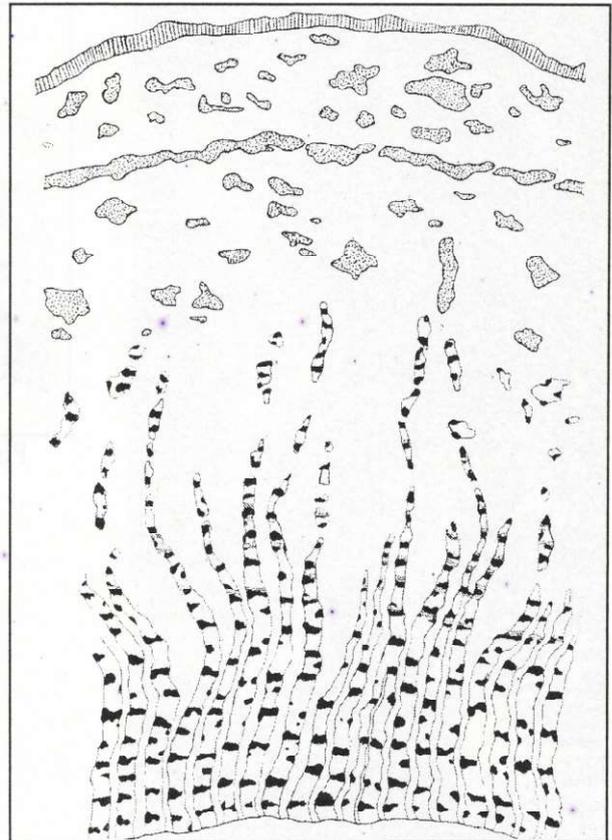


Fig. 6. *Lonchocarpus muehlbergianus*. Esquema de corte transversal a nivel microscópico (16 x).

esclereidas de color más oscuro que el resto del tejido.

Inmediatamente debajo del ritidoma, se observa una capa de células de color verde.

Donde el floema está en contacto con el cambium, en sección tangencial, los radios son muy visibles.

Otras particularidades: existe una relativa facilidad en desprender una muestra de corteza del tronco; no posee exudados.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

1. Nivel microscópico:

El floema duro está presente y se dispone en forma de placas superpuestas de contornos no muy bien definidos, pero en general tienen una apariencia a cierta estratificación, pero no es muy prolija. El floema blando tiene una disposición más regular por debajo de las placas de fibra; en la corteza media por encima de las placas de fibra, se notan grupos de floema colapsado.

Los radios son pausiseriados en general en *Lonchocarpus leucanthus* a notablemente multi-seriados en *Lonchocarpus muehlbergianus*. Se

considera éste, un carácter que puede permitir discriminar entre estas dos especies.

El crecimiento en dilatación es muy marcado, apareciendo células pétreas en estas áreas, muchas de éstas incluyen cristales en su lumen.

En ambas especies se halló una sola peridermis.

El súber tiene paredes invertidas en forma de U, no muy sobresalientes.

La felodermis, presenta células pétreas en la zona adyacente al floema externo.

Los radios medulares son ondulados y se ensanchan en ambas especies muy irregularmente.

De lo estudiado se concluye, que la estructura cortical de estas especies coincide con las características apuntadas para especies del mismo género de la flora venezolana.

2. Nivel macroscópico:

Ambas especies presentan gran semejanza y variabilidad en el diseño del ritidoma, siendo éste generalmente áspero por la presencia de lenticelas y protuberancias peridérmicas. En algunos ejemplares, se observan placas irregulares en sectores del tronco de ambas especies.



Fig. 7. *Lonchocarpus muehlbergianus*.
Fotografía de diseño de la corteza.

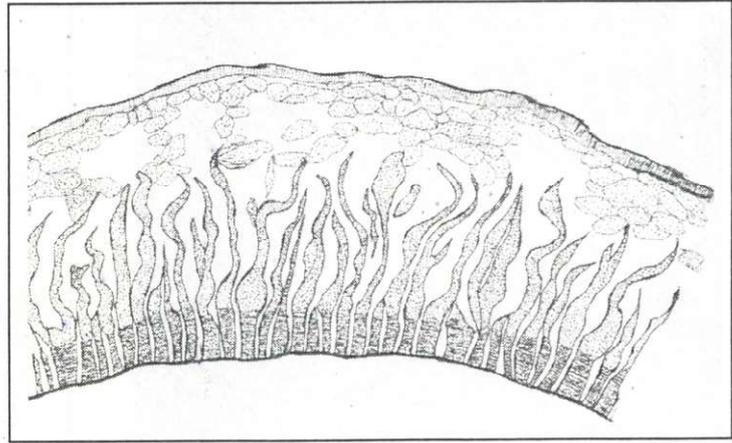


Fig. 8. *Lonchocarpus muehlbergianus*. Esquema de sección transversal a nivel macroscópico (3,35 x).

La presencia de galerías superficiales, se observa en la mayoría de los ejemplares de ambas especies.

Las lenticelas son pequeñas, solitarias o dispuestas en líneas horizontales en ambas especies, siendo éstas más sobresalientes en *Lonchocarpus muehlbergianus*.

Las dos especies poseen estructura flamiforme vista en corte transversal o en bisel, en *L. leucanthus* esta estructura es más definida y regular.

Los radios son observados más

Cuadro comparativo de las cortezas estudiadas

Especie	<i>Lonchocarpus leucanthus</i>	<i>Lonchocarpus muehlbergianus</i>
Liber duro	Presente en forma de fibras	Presente en forma de fibras
Disposición del liber duro	Grupos delgados superpuestos, abundantes.	Grupos pequeños irregulares, abundantes.
Cristales	Rómbicos en células pétreas. Forma diversa en células felodérmicas.	Rómbicos en parénquima axial alrededor del floema duro. Rómbicos en algunas células felodérmicas.
Radios medulares	Angostos, 1-3 seriados. Con leves ondulaciones, irregularmente ensanchados.	Generalmente anchos, 1-8 seriados. Derechos a ondulados, irregularmente ensanchados.
Distancia entre radios Crecimiento de dilatación	2-6 células Muy notorio	2-8 células Muy notorio
Formación secundaria de células pétreas	Grupos tangenciales en la corteza externa, abundantes.	En grupos irregulares tangenciales en la corteza externa.
Capas de peridermis	1	1
Diseño	Variable según el árbol y el sector del tronco observado. Generalmente áspero	Variable según el árbol y el sector del tronco observado. Generalmente áspero
Lenticelas	No prominentes, solitarias o distribuidas en líneas horizontales.	Sobresalientes, solitarias o distribuidas en líneas horizontales originando un relieve.
Radios	Poco visibles.	Muy visibles en floema funcional y en sección tangencial.
Textura	Fibrosa.	Corto fibrosa a arenosa.
Estructura	Flamiforme claramente definida.	Flamiforme desdibujada.

definidamente en *L. muehlbergianus*.

Se considera que ambas especies, no ofrecen suficientes diferencias entre sí a nivel macroscópico de la corteza. Existen otros caracteres dendrológicos que pueden ser utilizados en el reconocimiento y diferenciación entre estas dos especies: tipo de ramificación y diámetro de ramas para árboles en pie y madera (albura - duramen, bandas parenquimáticas) en rollizos.

AGRADECIMIENTOS

A la Ing. Ana M. Bolzón, por las oportunas sugerencias realizadas sobre el presente trabajo.

Al Ing. Luis Dalprá, por la apoyatura técnica en la traducción de importantes artículos científicos en idioma alemán.

Al Ing. Daniel Muñoz, por la confección de las láminas correspondientes, a nivel microscópico.

Al Becario de Apoyo Técnico del I.S.I.F. Héctor Keller, por la realización de los dibujos a nivel macroscópico.

Al Ing. Martín Gartland, por habernos motivado a incursionar en esta área del conocimiento, y haber aportado valiosos datos de su observación personal.

BIBLIOGRAFÍA

- BURKART, A. 1952. Las Leguminosas Argentinas silvestres y cultivadas. Bs.As. Acme. 567 págs.
- CABRERA, A. 1971. Fitogeografía de la República Argentina. Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica. Vol. XIV. N°: 1-2.
- COZZO, D. y L. Cristiani. 1950. Los géneros de Fanerógamas Argentinas con estructura leñosa estratificada. Revista del Instituto Nacional de Investigación de las Ciencias Naturales. Ciencias Botánicas. Tomo I N° 8: 363-465.
- ESAU, K. 1969. The phloem Encyclopedia of Plant Anatomy Vol V. Part. 2. 514 pag. Borntraeger. Berlín. Stuttgart.
- GARTLAND, H. M. 1980. Apuntes de Dendrología. Cátedra de Dendrología. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Misiones. Eldorado. Misiones. Argentina (inédito).
- HAVEL, J. 1965. Teaching tropical forest botany. Unasylva 19 (4): 179-183.
- JIMÉNEZ SAA, H. 1967. La identificación de los árboles tropicales por medio de características del tronco y la corteza. IICA. Turrialba. Costa Rica.
- JIMÉNEZ SAA. 1981. Manual de reconocimiento a campo de los árboles de la región de Upala. Costa Rica.
- JUNIKKA, L. 1994. Survey Of English Macroscopic Bark Terminology. IAWA Journal Vol 15 (1): 3-45.
- LEONARDIS, R. 1977. El libro del árbol. 3 vol. Celulosa Argentina. Bs.As.
- MARCHIORI, J. N. 1995. Elementos de Dendrología. Santa María. Edición Universidad Federal de Santa María. Brasil.
- METCALFE, C. R. y L. Chalk 1965. Anatomy of the Dicotyledons, Vol 2 N° de: 502-535. Clarendon Press Oxford.
- DIMITRI, M. J. y col. 1974. La flora arborea del Parque Nacional Iguazú. Anales de Parques Nacionales. Tomo XII. 182 pag.
- MORALES, J. y Perez Jiménez, L. 1990. Manual de Identificación de árboles de Selva Baja mediante Corteza. Cuadernos 6. Instituto de Biología. UNAM. México.
- PARAMESWARAN, N. und Liese, W. 1970. Mikroskopieder Rinde tropischer Holzarten in Handbuch der Microscopie in der technik. Bd 5, teil 1 Verlag. Frankfurt.
- ROLLET, B. 1982. Interet de l' etude des ecorces dans la détermination des arbres tropicaux sur pied. Bois Forêts Trop. 194: 3-28.
- ROSAYRO, R. A. de. 1953. Field characters in the identification of tropical Forest trees. Empire Forestry Rev. Vol. 32: 124-141.
- ROTH, I. 1969. Características estructurales de la corteza de árboles tropicales de zonas húmedas. Darwiniana 15: 115-127. Argentina.
- ROTH, I. 1981 Structural patterns of tropical barks. Handbuch der Pflanzenanatomie. Band IX. Teil 3. Gebr. Borntraeger. Berlín.
- ROTH, I. 1987. Estructura anatómica de la corteza de algunas especies arbóreas venezolanas de Papilionaceae. Acta Botánica Venezuela 15 (2): 13-48. Caracas.
- SANTOS BILONI, J. 1990. Arboles autóctonos argentinos. Tipográfica Editora Argentina. Bs.As.
- TROCKENBRODT, M. 1990. Survey and discussion of the terminology used in bark anatomy. IAWA Bull. N°. 11: 141-166.
- ZAHUR, M. 1959. Comparative study of secondary phloem of 423 species of woody dicotyledons belonging to 85 families. Cornell Univ. Agric. Exper. Stat. Memoir 358, 1-160.