

# Leño y corteza de *Prosopis alba* Griseb., algarrobo blanco, Mimosaceae, en relación con algunas magnitudes dendrométricas

Wood and bark of *Prosopis alba* Griseb., algarrobo blanco, Mimosaceae,  
in relation to some dendrometric magnitudes

ANA MARIA GIMENEZ, NORFOL RIOS, GRACIELA MOGLIA, CARLOS LOPEZ

Instituto de Silvicultura y Manejo de Bosques, Facultad de Ciencias Forestales,  
Universidad Nacional de Santiago del Estero, Argentina  
Avda. Belgrano (S) 1912, Cp. 4200 Santiago del Estero, Argentina.

## SUMMARY

*Prosopis alba* Griseb., is one of the most important Argentinean Mimosaceae. With a great distribution area, it is a common component in the Chaco Forest. *Prosopis alba*, "Algarrobo blanco", is one of the Argentina's legumes of more economic importance. The aims of this study are: to describe the wood and bark anatomy and tree ring pattern of *Prosopis alba*, to analyse tree ring evolution in relation to age and orientation, to characterise sapwood, heartwood and bark width, in relation to age, DBH (diameter at breast height) orientation, and height and to determine the main defects of the wood.

The study was carried out in ten individuals from the following sites of Santiago del Estero, Argentina: Brea Pozo, San Martín Department; Las Delicias, Pellegrini Department and Sachayoj, Alberdi Department.

Healthy, well formed trees, with more than 30 cm DBH were selected from the dominant-canopy. Wood samples were taken following the methodology of Helinska *et al.* The terminology by IAWA was used for wood descriptions, and the terminology by Roth in bark.

Results obtained show that *Prosopis alba* has tree ring demarcated by terminal parenchyma (type 2 of Coster). Tree rings have a medium width of 4.05 mm (2.11-5.18), with a maxim between 29 and 32 years. Orientation had no influence on width.

Sapwood in the trunk has a tree ring width (2-6), diminishing with age and height. The principal defect of the wood are the scars produced by fire which alter the pattern of growth.

The deciduous bark is of the fibrous type, with longitudinal fissures. The thickness of total bark is 1.16 cm, the living bark 0.39 cm and rhytidome 0.74 cm. The bark increases with age and diminishes with DBH. The duraminization process begins between the years 3 to 6.

*Key words:* *Prosopis alba*, wood anatomy, bark anatomy, sapwood, heartwood.

## RESUMEN

*Prosopis alba* Griseb., algarrobo blanco, es una de las mimosáceas argentinas de mayor importancia económica, con un área de distribución geográfica muy amplia en la región central del país, donde es un componente común en el bosque chaqueño de maderas duras.

Los objetivos del presente trabajo son: caracterizar el leño, la corteza y el patrón de anillos de crecimiento de *Prosopis alba*; analizar la evolución de los anillos de crecimiento en relación a la edad y orientación; caracterizar la albura, el duramen y la corteza en relación a la edad, DAP (diámetro a la altura de pecho) y altura, determinar los principales defectos de la madera.

El estudio fue realizado en 10 individuos adultos, apeados en julio de 1997, de los siguientes sitios de la Provincia de Santiago del Estero: localidad de Brea Pozo, Departamento San Martín; localidad de Las Delicias, Departamento Pellegrini y Localidad Sachayoj, Departamento Alberdi. La elección de los árboles para el estudio se realizó en forma selectiva (individuos de DAP superior a 30 cm, sano, de buena forma y dominante).

Las muestras se tomaron según la metodología de Helinska *et al.* Para el estudio del leño se siguió la terminología de IAWA y en corteza a Roth.

Se obtuvieron los siguientes resultados:

*Prosopis alba* presenta anillos de crecimiento demarcados por una banda de parénquima terminal, pertenecen al tipo 2 de Coster.

El espesor medio de anillos es de 4.05 mm (2.11-5.18), con un máximo entre 29 y 32 años. Su espesor no está influenciado por la orientación.

El espesor de la albura en número de anillos es de 3 (2-6), disminuye con la edad y la altura. El principal defecto de la madera son las cicatrices producidas por fuego, que alteran el patrón de crecimiento.

La corteza dehiscente es del tipo fibrosa, con fisuras longitudinales profundas; el espesor medio de la corteza total es: 1.16 cm, la corteza viva: 0.39 cm y la corteza muerta 0.74 cm. La corteza aumenta con la edad y el DAP y disminuye con la altura en el fuste. El proceso de duraminización se inicia entre los 3 y 6 años.

*Palabras claves:* *Prosopis alba*, anatomía de madera, anatomía de corteza, albura, duramen.

## INTRODUCCION

*Prosopis alba* Griseb., algarrobo blanco, es una de las mimosáceas argentinas de mayor importancia económica. Tiene un área de distribución geográfica muy amplia en la región central del país, donde es un componente común en el bosque chaqueño de maderas duras, ocupando el estrato arbóreo secundario (Burkart 1952). Además forma masas puras fuera del bosque.

Está presente en las sabanas de suelos arenosos, es común en márgenes de represas y en los bosques en galería de los ríos, estableciendo cinturones boscosos alrededor de depresiones salinas.

El algarrobo blanco es una de las especies nativas de mayor valor comercial en el mercado de la madera aserrada. Sus usos más importantes son la industria del mueble, carpintería de obra en general, parquet y revestimientos, forraje, constituyendo uno de los más valiosos recursos naturales de la región semiárida argentina.

Los objetivos del presente trabajo son:

- Caracterizar el leño y el patrón de anillos de crecimiento de *Prosopis alba* Griseb.
- Analizar la evolución de los anillos de crecimiento con relación a la edad y orientación.
- Caracterizar la albura y el duramen con relación a la edad, DAP (diámetro a la altura de pecho) y altura.
- Determinar las características estructurales de la corteza y la evolución del espesor en función de la edad, diámetro y altura.
- Determinar los principales defectos de la madera.

## MATERIAL Y METODO

El estudio fue realizado en 10 individuos adultos de la especie *Prosopis alba* Griseb., perteneciente a la familia Mimosaceae y fueron apeados en julio de 1997 (Lám. 1).

Los individuos estudiados provienen del bosque nativo de los siguientes sitios de la Provincia de Santiago del Estero: Brea Pozo, Departamento San Martín; Las Delicias, Departamento Pellegrini; y Sachayoj, Departamento Alberdi.

La elección de los árboles para el estudio se realizó en forma selectiva y siguiendo los criterios de: individuos adultos (DAP superior a 30 cm), calidad del fuste (sin defectos); posición social (árbol dominante); tipo de copa (simétrica) y vitalidad (sano).

Cada árbol seleccionado constituyó el centro de una parcela circular con un radio de 17.84 metros y una superficie de 1.000 m<sup>2</sup>. En él se midió el DAP, altura de fuste y altura total y se marcó la dirección Norte en el fuste.

Los árboles seleccionados fueron abatidos y se extrajeron rodajas de 5 cm. de espesor, en la altura de 0.30 m, 1.30 m y de allí cada metro hasta la primera ramificación (Helinska *et al.* 1991).

Las muestras se cepillaron y lijaron hasta tener una superficie lisa que demarque con la mayor fidelidad los anillos de crecimiento. Para el estudio de anillos de crecimiento se trabajó con las secciones transversales obtenidas a las alturas de 0.30, 1.30, 3.30 y 5.30 m., determinándose las orientaciones Norte, Sur, Este y Oeste. Se siguió la clasificación de Coster (1927). La albura se contabilizó en número de anillos y en cm.

La marcación y medición de anillos se efectuó con el equipo computarizado Aniol y el programa

Catras (Aniol, 1991). En este procedimiento se consignó el número de años y el espesor del anillo con una precisión de centésima de milímetro.

Para el estudio del leño se trabajó con la muestra obtenida a 1.30 m. y el radio de orientación Norte. Los preparados microscópicos se llevaron a cabo siguiendo las normas tradicionales de anatomía de madera (IAWA).

Las muestras fueron teñidas con coloración triple de crisoidina-acridina roja y azul de astra (Freund 1970). Posteriormente fueron deshidratadas en serie alcohólica ascendente, colocadas en xilol y montadas con Entellán. En las descripciones anatómicas se siguió la terminología del Comité de Nomenclatura de IAWA (Baas *et al.* 1989).

En la corteza se trabajó con las secciones transversales de las diferentes alturas de corte y en las cuatro orientaciones, midiéndose el espesor de la corteza viva, muerta, total y número de peridermis acumuladas.

Para las descripciones anatómicas se trabajó con probetas de la sección a 1.30 m en la orientación Norte. Los preparados microscópicos se efectuaron sin hervir el material.

Se usó la terminología de Roth (1981), y su criterio de patrón de distribución de tejidos.

RESULTADOS

*Características anatómicas del leño.* El leño presenta porosidad difusa con tendencia a semi-circular, con poros solitarios, múltiples de 2, 3 y 4, geminados y racemiformes (Lám. 2). Los miembros de vaso presentan un diámetro tangencial de (65 - 120 - 215 µm) y placa de perforación simple. Los poros son poco numerosos a muy numerosos (7 - 25 poros/mm<sup>2</sup>). Los miembros de vaso son cortos (180 - 200 - 280 µm).

Presenta fibras libriformes cortas (720 - 910 - 1.100 µm) y traqueídas vasicéntricas. El parénquima axial es del tipo paratraqueal vasicéntrico aliforme, confluyente en bandas anchas e irregulares. El parénquima axial y radial comprende el 40% del tejido xilemático.

Los radios leñosos son heterogéneos, con células de contacto, uniseriados escasos, multiseriados de 4, 5, 2 y 3 (expresado según frecuencia en orden decreciente). Poseen cristales rómbicos de oxalato de calcio en series de parénquima septado. El duramen presenta los vasos ocluidos por gomas.

*Anillos de crecimiento.* *Prosopis alba* presenta anillos de crecimiento definidos por una banda de parénquima marginal de hasta tres estratos de células, correspondiente al tipo 2 de Coster.

Hay gradación de poros entre leño temprano y tardío. El leño temprano presenta poros grandes y poco numerosos al inicio del anillo, el leño tardío poros pequeños y numerosos, con predominio de poros racemiformes.

El anillo está bien demarcado a nivel macroscópico por una línea angosta clara de parénquima marginal, seguida por una banda de poros del leño temprano (Lám. 3).

Existen anillos con alteración del patrón descrito (Lám. 4). La línea correspondiente al parénquima inicia el anillo pero los poros del leño temprano no se forman inmediatamente después, siendo ésta la causa de la poca nitidez de los mismos.

Es común observar alteración en el patrón de anillos por efecto de heridas producidas por fuego. Predominan los anillos bien demarcados. El espesor promedio de los anillos de crecimiento es de 4.05 mm (2.11-5.18), S: 0.644 y CV%: 18. El espesor de anillos en función a la edad se ajusta a una ecuación polinómica de tercer grado con R<sup>2</sup>: 0.55, según se expresa en la fig. 1.

El espesor de los anillos presenta un máximo entre los 29 y 32 años, no existiendo correlación entre ambas variables (0.276).

El espesor de anillos de crecimiento en relación a las cuatro orientaciones estudiadas se expresa en el cuadro 1.

La prueba de F para el espesor de anillos en sus cuatro orientaciones (F: 1.26 para un P > F: 0.28) no presentó diferencias significativas entre las mismas. Posteriormente se analizó la varianza por el método de medidas repetidas, incluyendo la

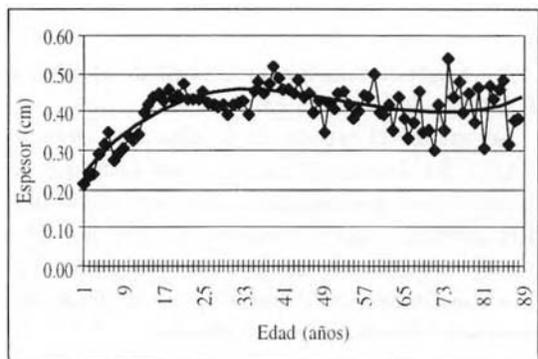


Figura 1. Espesor de anillos de crecimiento y la edad. Tree ring width and age.

CUADRO 1

Espesor de los anillos según la orientación.  
Tree ring width, according to orientation.

Orientación	N	E	S	O
X (mm.)	3.876	3.735	3.935	3.716
S	0.6358	0.9200	0.9710	1.0151
CV%	18.75	25.47	25.99	26.94

variable clasificatoria orientación. El test de contrastes manifestó diferencias significativas (P: 95%) sólo entre las orientaciones S y E.

*Albura y duramen.* *Prosopis alba* presenta la albura de color blanco amarillento, con los vasos sin ningún tipo de oclusión. El espesor de la albura en número de anillos es de 3 (2 - 6), S: 1.032, CV%: 28.19, se ajusta a una función polinómica de tercer grado, no existiendo correlación entre la albura y la edad. A partir de 60 años se manifiesta una disminución del número de anillos de la albura, según fig. 2.

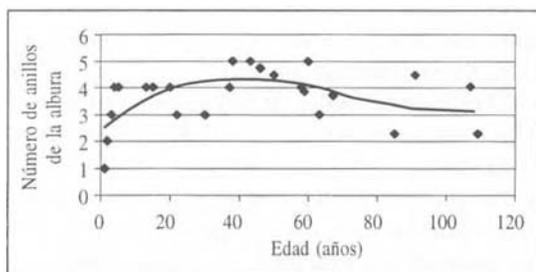


Figura 2. Relación entre el número de anillos de la albura y la edad.  
Relationship between sapwood ring number and age.

No existe correlación entre la edad del árbol y el espesor de la albura en cm.

Se analizó el espesor de la albura en cm y el DAP a fin de estimar el sector del fuste que se descarta para determinados usos, tales como madera aserrada, postes, parquets, etc. El comportamiento se expresa en la fig. 3. La relación se ajusta a una función polinómica de tercer grado, no habiendo correlación entre variables.

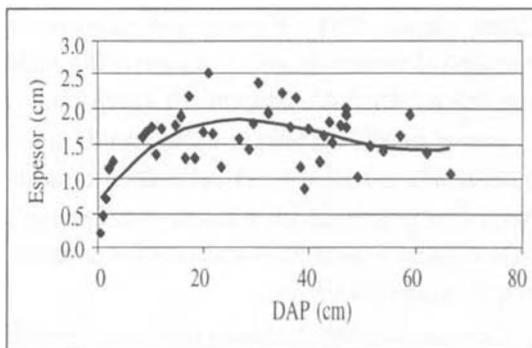


Figura 3. Relación entre el espesor de la albura y el DAP.  
Relationship between sapwood width and DBH.

Se estudió la proporción de albura en referencia al DAP y los resultados se expresan en la fig. 4. Esta relación se ajusta a una ecuación logarítmica con un  $R^2$ : 0.9028; el coeficiente de ambas variables es -0.7586.

Se analizó el espesor de la albura en relación a la altura de corte, según se expresa en la fig. 5.

La albura y la altura de corte se ajustan a una ecuación polinómica de segundo grado con  $R^2$ : 0.8825 y un coeficiente de correlación -0.822. El espesor disminuye con la altura de corte.

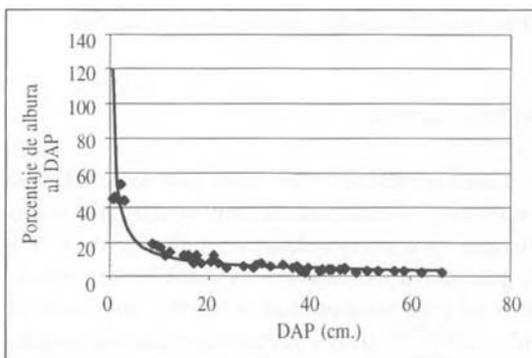


Figura 4. Relación porcentual de albura y DAP.  
Relationship between sapwood and DBH.

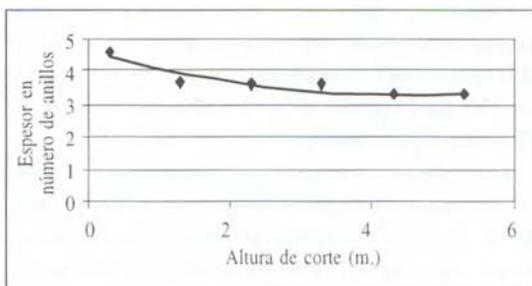


Figura 5. Espesor de la albura y la altura de corte.  
Sapwood width and height.

El contorno de la albura es regular, concéntrico, con diferencias de hasta 1 anillo en la sección. El fuego puede modificar el espesor de la albura. Se produce en tal caso la disminución y hasta desaparición de la albura en el sector dañado.

El duramen es de color castaño rosáceo y anatómicamente se caracteriza por presentar oclusión parcial de los poros por presencia de gomas en 10-30%.

El límite albura/duramen deja de ser concéntrico cuando se observa algún tipo de perturbación en el desarrollo normal del vegetal producido por agentes externos. En todos los individuos estudiados se detectaron heridas originadas por fuego. Ello produce una alteración de diferente magnitud en el leño según la intensidad del mismo.

Las alteraciones más notorias son:

Contorno irregular del límite albura/duramen, producido por secreción anormal de sustancias gomosas oscuras (Lám. 5).

Aceleración del proceso de duraminización en la zona de la herida (Lám. 6), con la desaparición de la albura (Giménez *et al.* 1997).

*Defectos más comunes en la madera.* Los principales defectos observados en las secciones de estudio del análisis epidométrico fueron:

Cicatrices por fuego, que alteran el patrón de crecimiento. La especie tiene gran aptitud para cubrir la herida formando un callo de cicatrización (Lám. 7). El proceso de recuperación del tejido es rápido, iniciándose al año siguiente. Por debajo del callo de cicatrización se observa una zona de protección, seguida por una zona oscura que se extiende por varios anillos. Es frecuente observar el leño carbonizado, siendo estas heridas más lentas en cicatrizar. El fuego según su intensidad y magnitud ocasiona un fuste excéntrico o irregular con costillas (Lám. 8).

Rajaduras: centrales radiales y múltiples de diferente intensidad

Corazón múltiple: poco común observar individuos con doble corazón. Ello produce crecimiento irregular de los anillos.

Nudo incluso: presencia escasa

Podredumbre: se evidencian signos de deterioro provocado por la presencia de hongos con degradación parcial o total del leño.

Galerías de insectos: ellas aparecen en árboles con heridas de fuego.

*Corteza.* La corteza dehiscente es del tipo fibrosa, con fisuras longitudinales profundas (Lám. 9). En sección transversal presenta estructura laminar, por estratificación de tejidos, con diferencia entre corteza viva y muerta. Hay acumulación de varias capas peridérmicas. Es de color pardo grisáceo (Munsell Hue 5YR 7/2), con exudados amarillentos en la zona cambial y de origen traumático.

A nivel microscópico la corteza se caracteriza por la presencia de fibras floemáticas dispuestas en placas superpuestas (Lám. 10). Los radios liberianos se desvían en una dirección en el floema medio y externo. Las placas de fibras están acompañadas por cristales rómbicos de oxalato de calcio dispuestos en carnadas de parénquima septado. Los radios presentan dilatación irregular escasa en el floema externo (Lám. 11).

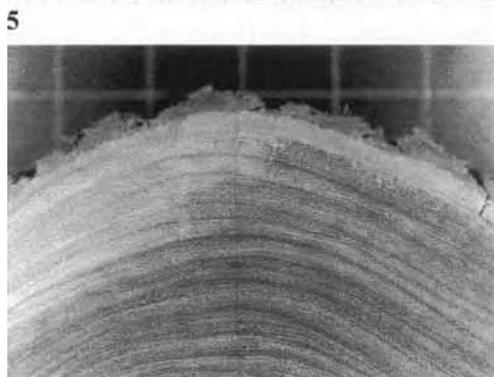
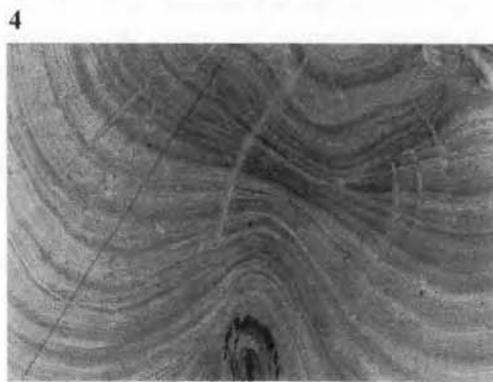
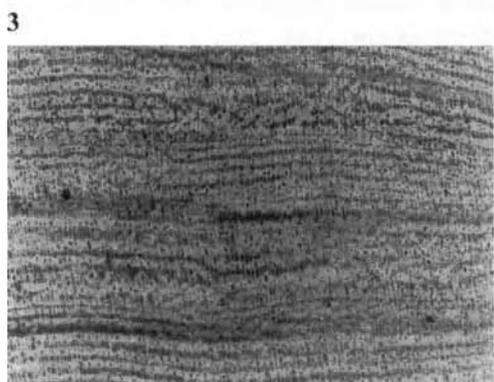
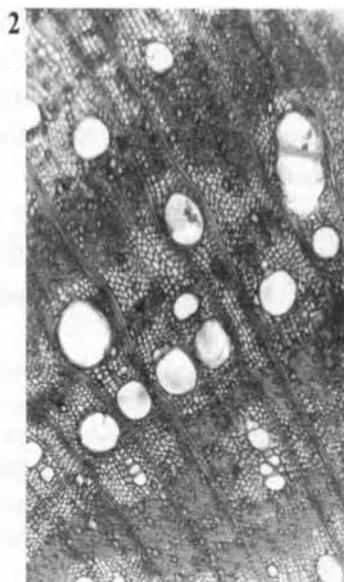
La peridermis está constituida por un tejido suberoso de células rectangulares con paredes igualmente engrosadas (Lám. 12). La felodermis está constituida por 5 estratos de células de paredes delgadas. El ritidoma presenta acumulación de numerosas capas peridérmicas, habiéndose contabilizado hasta 14 en los individuos estudiados. No hay formación secundaria de células pétreas.

El espesor medio de la corteza total es: 1.16 cm (Categoría 3), S: 0.264, CV%: 22.8; la corteza viva: 0.39 cm. (delgada), S: 0.0691, CV%: 17.9 y la corteza muerta 0.74 cm (Categoría 3), S: 0.2429, CV%: 32.76.

La evolución de la corteza total con la edad ajusta a una función polinómica de segundo grado con  $R^2$ : 0.587 y un coeficiente de correlación 0.76. La corteza viva y la edad ajustan a una función polinómica de segundo grado de  $R^2$ : 0.5737 y no presenta correlación con la edad.

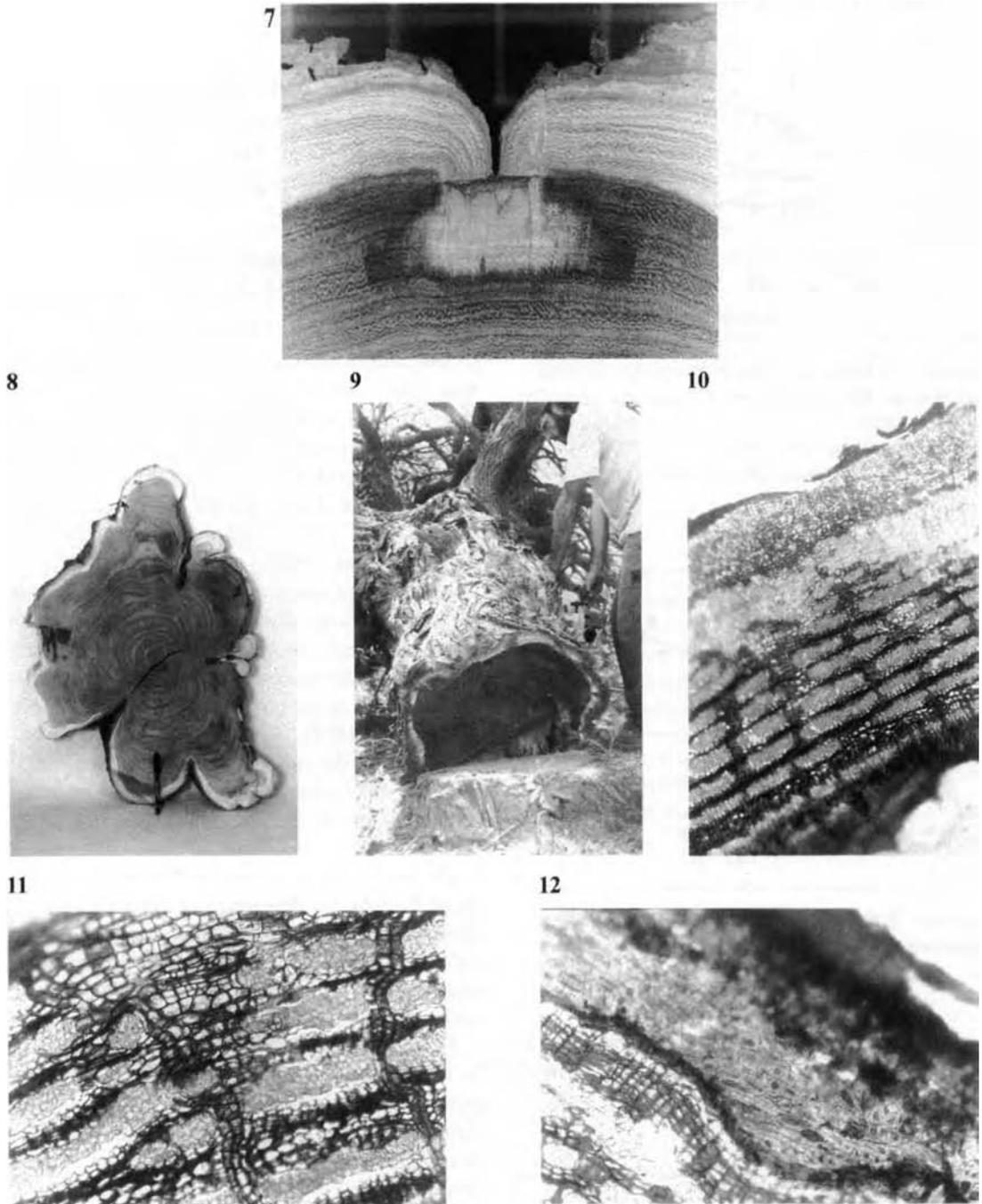
La corteza muerta y la edad ajusta a una función lineal de  $R^2$ : 0.5779 y presenta un coeficiente de correlación de 0.738. La evolución de la corteza en función de la edad se indica en fig. 6.

La corteza total no presenta correlación con la corteza viva; tampoco la corteza viva con la muerta. En cambio la corteza total se correlaciona con la corteza muerta (0.942). Se analizó la relación entre la corteza total y el DAP, ajustándose a una ecuación polinómica de segundo grado con  $R^2$ : 0.61 según se expresa en fig. 7. Presentan las variables un coeficiente de correlación de 0.759.



*Láminas:*

1. Vista de la especie *Prosopis alba* en su área natural.  
View of *Prosopis alba* in natural area.
2. Sección transversal del leño, porosidad difusa a semicircular (x50).  
Transversal section of wood, porosity diffuse to semicircular. (x50).
3. Macroscopia del leño en sección transversal.  
Macroscopic transversal section of wood.
4. Anillos de crecimiento con patrón anormal.  
Growth rings with abnormal pattern.
5. Secreción de gomas en el límite albura/duramen.  
Secretion of gummy substances in sapwood / heartwood limit.
6. Aceleración del proceso de duraminización.  
Acceleration of duraminization process.



*Láminas:*

- |   |   |
|---|---|
| <p>7. Cicatriz por fuego con callo de cicatrización y zona de protección.<br/>Scar fire with callous and protective zone.</p> <p>8. Fuste de sección irregular.<br/>Irregular trunk section.</p> <p>9. Corteza externa.<br/>Outer bark.</p> | <p>10. Floema con fibras dispuestas en placas superpuestas (x50).<br/>Phloem with fibers in superposed plates (x50).</p> <p>11. Floema con radios dilatados (x125).<br/>Dilatation rays in phloem (x125).</p> <p>12. Células suberosas de paredes gruesas (x125).<br/>Cork cells with thick walls (x125).</p> |
|---|---|

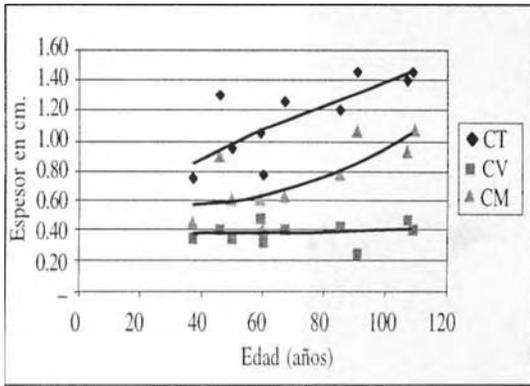


Figura 6. Relación del espesor de corteza y la edad. Referencias: CT: corteza total; CV: corteza viva; CM: corteza muerta.

Relationship between bark and age.

References: CT: total bark; CV: inner bark, CM: outer bark.

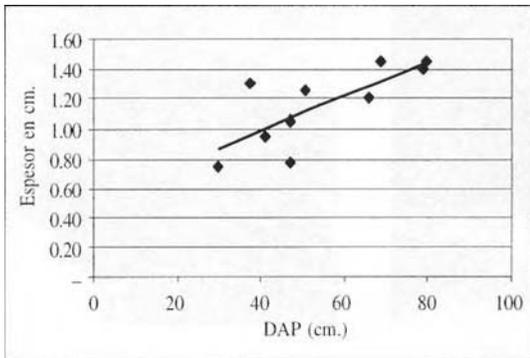


Figura 7. Relación corteza total y el DAP.

Relationship between total bark and DBH.

La corteza varía con la altura de corte según se expresa en la fig. 8. Hay una disminución de la corteza con la altura.

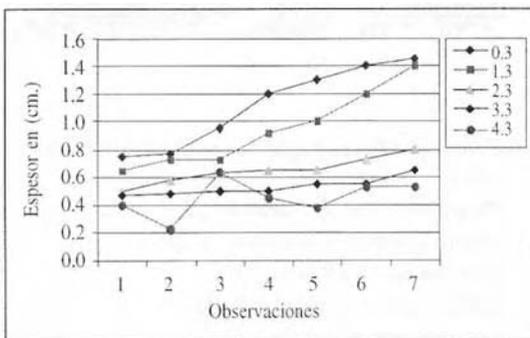


Figura 8. Relación espesor de corteza y altura de corte.

Relationship between bark and height.

## DISCUSION

El leño de *Prosopis alba* presenta las características citadas por Castro (1994), Tortorelli (1956), Muñiz Bolzón (1986), Giménez (1993). Manifiesta evidentes signos de adaptación a condiciones de aridez (Carlquist 1988).

*Prosopis alba* presenta anillos de crecimiento demarcados del tipo 2 de Coster, según lo citado (Giménez y Moglia, 1993) para el género.

Los anillos tienen un espesor medio de 4.05 mm. Este valor es elevado si se lo compara con otras especies de la región: 2.3 mm en *Schinopsis quebracho-colorado* (Giménez 1998), 3.26 mm para *Prosopis kuntzei* (Giménez et al, 1997), 2.9-3 mm. en *Aspidosperma quebracho-blanco* (Moglia et al. 1996), 2.70 mm en *Prosopis nigra* (Giménez et al. 1996).

La principal causa de alteración del patrón de anillos es el fuego. En el área de dispersión natural de la especie los incendios forestales son frecuentes. Por tal razón es común observar numerosas cicatrices en un mismo árbol (Giménez 1994, Bravo et al. 1995).

El espesor de anillos no se correlaciona con la edad del árbol en el tramo de 85 años considerado. El máximo de espesor se encontró entre los 29 y 32 años.

El espesor de la albura en número de anillos es de 3 (2-6), no existiendo correlación entre la albura y la edad. Este valor es modificado por efecto del fuego. Se produce en tal caso la disminución y hasta desaparición de la albura en el sector dañado.

El número de anillos de la albura es bajo si se lo compara con otras especies nativas de la región: 16 en *Schinopsis quebracho-colorado* (Giménez 1998), 5 en *Prosopis kuntzei* (Giménez et al. 1997). Ello se interpreta como un leño de alta eficiencia en la especie estudiada. El espesor de la albura disminuye con la altura de corte.

Las dimensiones de la albura pueden considerarse una expresión del funcionamiento y de la estructura ecofisiológica del árbol.

Hazenber y Yang (1991) encontraron una relación curvilínea del número de anillos de la albura y la edad. La tendencia generalizada es la disminución del ancho de la albura a edades avanzadas, debido al fenómeno de decaimiento del árbol. Bamber (1976) sugiere que la formación del duramen es un proceso regulatorio que permite

mantener el volumen de la albura a niveles óptimos.

El límite albura-duramen es regular, no obstante deja de ser concéntrico cuando hay perturbación externa. La reacción no se confina inmediatamente a la vecindad de la herida, sino que hay secuelas en el área circundante (Larson 1994). Esta influencia se manifiesta a una distancia radial y longitudinal de la zona afectada (Woddzicki y Zajackowski 1970, Shigo y Dudzik 1985) y según la naturaleza de los signos traumáticos (Bostock y Stermer 1989).

En *Prosopis alba*, los valores de la albura son muy pequeños, siendo inferior al 20% a DAP superior de 20 cm.

La corteza de *Prosopis alba* tiene las características citadas por Giménez (1988, 1995), Roth y Giménez (1997) para el género *Prosopis* y para la familia Mimosaceae por Roth (1981).

El espesor de la corteza es un carácter propio de la especie y está altamente influenciado por los factores ambientales (Roth 1981). El número de peridermis acumuladas en el ritidoma es indicativo de algunas condiciones del medio. Cuando el vegetal requiere de una mayor protección ante condiciones extremas, se acumula mayor número de capas protectoras de súber, hasta un límite característico a cada especie.

*Prosopis alba* presenta signos de adaptación a la aridez como la acumulación de hasta 14 capas peridérmicas, abundante tejido mecánico y un tejido suberoso con células de paredes gruesas.

En referencia a los cambios cuantitativos durante el desarrollo de la corteza, se destaca el aumento continuo de la corteza total con la edad, hasta alcanzar un máximo. La corteza viva o floema activo es poco variable durante la vida del vegetal. Ello se interpreta como una respuesta a la necesidad de un volumen de tejido floemático determinado para realizar el movimiento de azúcares.

La corteza muerta se incrementa con la edad al igual que la corteza total, estando altamente correlacionadas (Trockenbrodt 1994, Roth 1981, Roth y Giménez 1997). En *Prosopis alba* la formación del ritidoma comienza a los 3 años.

## CONCLUSIONES

Se concluye que *Prosopis alba* presenta las siguientes características:

- Los anillos de crecimiento pertenecen al tipo 2 de Coster, con espesor medio de 4.05 mm (2.11-5.18), con un máximo entre 29 y 32.
- El espesor de la albura en número de anillos es de 3 (2-6). La albura disminuye con la edad y altura.
- El principal defecto de la madera es presencia de cicatrices producidas por fuego.
- La corteza dehiscente es del tipo fibrosa, con fisuras longitudinales profundas. El espesor medio de la corteza total es: 1.16 cm (Categoría 3), la corteza viva: 0.39 cm. (delgada) y la corteza muerta 0.74 cm (Categoría 3). La corteza aumenta con la edad y el DAP y disminuye con la altura de corte.
- El proceso de duraminización se inicia entre los 3 y 6 años.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el apoyo financiero de CICYT UNSE al proyecto de Investigación denominado: "Determinación de patrones de crecimiento de especies arbóreas de la Región Chaqueña" y a la Facultad de Ciencias Forestales. A los ayudantes estudiantiles de investigación: Patricia Hernadez, Pedro Gelid, Andrés González y Roxana Gerez. Al Sr. Fabián Zubrinic por la compaginación y diagramación del trabajo. A la Sra. Mirta Sposetti, por los preparados microscópicos.

## BIBLIOGRAFIA

- ANIOL, R. 1991. Computer Aided Tree Rings Analysis System. User manual. Schleswig, F.R.G, Germany, 31 p.
- BAAS, P., E. WHEELER. P. GASSON. 1989. IAWA List of Microscopy features for Hardwood Identification. IAWA Committee, 322 p.
- BAMBER, R. 1976. "Hearth wood, its function and formation", *Wood Science and Technology* Vol. 10 (1): 1-8.
- BRAVO, S., A. GIMÉNEZ, C. KUNTZ. 1995. Efectos del fuego sobre patrones de crecimiento en leñosas de la región chaqueña. Taller INTA Incendios forestales, 18 p.
- BOSTOCK, R., B. STERMER. 1989. "Perspectives on wound healing in resistance to pathogens", *An Rev. Phytopathol* (27): 343-371.
- BURKAT, A. 1952. Las leguminosas argentinas silvestres y cultivadas. Editorial Acme, Segunda ed., 569 p.
- CARLQUIST, S. 1988. Comparative wood anatomy. Systematic. Ecological and evolutionary aspect of Dicotyledons wood. Springer. Berlin. Heidelberg, New York, 460 p.
- CASTRO, M. 1994. Maderas argentinas de *Prosopis*. Presidencia de la Nación, Secretaría General, 101 p.
- COSTER, C. 1927. "Zür Anatomie und Physiologie der Zuwachszonen und Jahresringbildung in den Tropen". *Ann. Jard. Bot. Buitenzorg* (37): 49-160.

- FREUND, H. 1970. Handbuch der Mikroskopie in der Technik. Frankfurt: Umschan Verlag, 379 p.
- GIMENEZ, A. 1988. Estructura cortical de Leguminosas Argentinas -Primera parte- Inédito.
- GIMENEZ, A. 1993. "Rasgos estructurales característicos del leño secundario de las especies arbóreas de la región chaqueña seca", *Rev. Quebracho* (1): 1-14.
- GIMENEZ, A. 1994. Efecto de incendios forestales en el crecimiento de *Prosopis kuntzei*. Actas del I Congreso Forestal Latinoamericano, Paraná.
- GIMENEZ, A. 1995. Estructura cortical de especies del Género *Prosopis*. Taller Nacional de *Prosopis*. Santiago del Estero.
- GIMENEZ, A. 1998. Influencia de la edad sobre caracteres anatómicos y el crecimiento en *Schinopsis quebracho-colorado*. Tesis doctoral. UNT, 110 p.
- GIMENEZ, A., G. MOGLIA. 1993. Determinación de patrones de crecimiento de especies leñosas arbóreas de la región chaqueña seca. Revista de Difusión Científica y Tecnológica de la Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Misiones. Yvyrateta Año 4 (4): 46-60.
- GIMENEZ, A., N. RIOS, G. MOGLIA. 1997. "Leño y corteza de *Prosopis kuntzei* (Harms) en relación a algunas magnitudes dendrométricas", *Rev. Investig. Agrarias Sistemas y Recursos Forestales. España*. Vol. 6(1-2): 163-182.
- GIMENEZ, A., N. RIOS, C. GAILLARD, M. PECE. 1996. Estudio de crecimiento de *Prosopis nigra*. Jornadas Argentinas de *Prosopis*. Santiago del Estero.
- HAZENBERG, G., K. YANG. 1991. Sapwood/Heartwood width relationships with tree age in Balsam - fir". *IAWA Bull.* Vol. 12 (1): 95- 98.
- HELINSKA, R., E. RACZKOWSKA, G. FABISIAK. 1991. "Radial variation and growth rate in the length of the axial elements of sessile oak wood", *IAWA Bull.* Vol. 12 (3): 257-262.
- LARSON, P. 1994. The Vascular Cambium. Development and Structure. Springer Series in Wood Science, 720 p.
- MOGLIA, G., C. LOPEZ, A. GIMENEZ. 1996. Crecimiento Radial en *Aspidosperma quebracho-blanco*, Apocinaceae. Resumen Jornadas Forestales del Chaco, Formosa.
- MUÑIZ BOLZON, G. 1986. Descrição da estrutura e ultraestrutura da madeira de cinco especies de *Prosopis* de Argentina e análise da metodologia. Disertação para obtenção do grau de Maestrado. Curitiba, Brasil.
- ROTH, I. 1981. Structural Patterns of Tropical barks. *Encyclopedia of Plant Anatomy*, 609 p.
- ROTH, I., A. GIMENEZ BOLZON. 1997. Argentine Chaco Forests. Dendrology, tree structure, and economic use. 1-The Semid-arid Chaco. *Encyclopedia of Plant Anatomy*. Gerbruder Borntraeger, Berlin, Stuttgart, 180 p.
- SHIGO A., K. DUDZIK. 1985. "Response of uninjured cambium to xylem injury", *Wood Sci. Tech.* (19): 195-200.
- SMITH, J., J. WALTERS, J. WELLWOOD. 1966. "Variation in sapwood thickness of Douglas fir in relation to tree and section characteristics", *For. Sci.* (12): 97-103.
- TROCKENBRODT, M. 1994. "Quantitative change of some anatomical characters during bark development in *Quercus robur*, *Ulmus glabra*, *Populus tremula* and *Betula pendula*", *IAWA Bull.* Vol. 15 (4): 3.
- TORTORELLI, L. 1956. *Maderas y bosques argentinos*. Editorial ACME, SACI, Buenos Aires, 891 p.
- WODZICKI, T., S. ZAJACZKOWSKI. 1970. "Variation of seasonal cambial activity and xylem differentiation in a select population of *Pinus sylvestris*", *Folia for Pur. Ser. A.* 25: 5-23.