

# Gradiente radial de los elementos anatómicos del leño en *Schinopsis quebracho-colorado* (Schlecht.) Barkl. et Meyer, Anacardiaceae

Radial gradient of wood anatomical elements of *Schinopsis quebracho-colorado* (Schlecht.) Barkl. et Meyer, Anacardiaceae.

ANA MARIA GIMENEZ

Instituto de Silvicultura y Manejo de Bosques (INSIMA),  
Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Santiago del Estero,  
Avda. Belgrano 1912 (s), 4200 Santiago del Estero, Argentina, e-mail: [amig@unse.edu.ar](mailto:amig@unse.edu.ar)

## SUMMARY

The aim of this study was to determine the radial gradient variation of wood elements of *Schinopsis quebracho-colorado* (Schlecht.) Barkl. et Meyer, in relation to age. The study was carried out on 10 individuals from Los Pilpintos, Copo Department, Santiago del Estero, Argentina. Healthy, well-formed trees with more than 30 cm diameter at breast height (DBH; 1.30 m) were selected from the dominant canopy, and wood samples were taken following the methodology of Helinska *et al.* 1991 and the terminology of IAWA. The anatomical variables selected were ring thickness, number of pores/mm<sup>2</sup>, tangential pore diameter, net pore area/mm<sup>2</sup>, type of pores, vessel and ray length, percentage of tissues, percentage of pore types, external and internal diameter of fibers, and fiber wall thickness. It was concluded that there was a radial gradient from pith to bark caused by cambial age, and the characteristics determining wood variability were ring thickness, number of pores/mm<sup>2</sup>, vessel tangential diameter, net pore area and 3-4 multiple radial vessel proportion.

*Key words:* Radial variability, wood anatomy, *Schinopsis quebracho-colorado*.

## RESUMEN

Se determina la variación radial de los elementos anatómicos del xilema en *Schinopsis quebracho-colorado* (Schlecht.) Barkl. et Meyer, en relación a la edad.

Se trabajó con 10 individuos de DAP (diámetro a la altura de pecho, 1,30 m) superior a 30 cm, de la localidad Los Pirpintos, Departamento Copo, Santiago del Estero, Argentina. La metodología adoptada es de Helinska *et al.* y la terminología de IAWA. Las variables anatómicas seleccionadas son: espesor de anillos, número de poros/mm<sup>2</sup>, diámetro tangencial de poros, área neta de poros/mm<sup>2</sup>, tipo de poros, longitud de vasos, longitud de radios, porcentual de tejidos, porcentual de tipos de poros, diámetro externo, interno y espesor de pared de fibras.

Se concluye que el leño presenta un gradiente de variación radial de la médula a la corteza ocasionado por la edad cambial. Las características que determinan la variabilidad de la estructura del leño son: espesor de anillos, número, diámetro tangencial, área neta de poros y proporción de poros múltiples de 3-4.

*Palabras claves:* variabilidad radial, anatomía del leño, *Schinopsis quebracho-colorado*.

## INTRODUCCION

La variabilidad del leño no sólo es una de las fuentes de atractivo estético, sino también la causa de las dificultades para catalogarla y tipificarla,

así como de predecir su comportamiento (Keating y Bolza 1982).

A medida que aumenta la producción industrial maderera, mayor uniformidad de materia prima se requiere (Zobel *et al.* 1978). Las propiedades del

leño como el conjunto de características anatómicas, físicas y químicas de la madera son un tema tratado ampliamente: Zimmermann (1983); Larson (1994), Zobel y Van Buijtenen (1989) y Baas (1982), fundamentalmente en Gimnospermas y a Angiospermas de rápido crecimiento.

*Schinopsis* quebracho-colorado (quebracho colorado santiagueño), perteneciente a la familia Anacardiaceae, es la especie leñosa principal de la región Chaqueña Seca. Tiene un potencial incalculable para usos diversos como ser la producción de vigas, postes, durmientes, carpintería de obra en general, tanino, parquet y combustible.

El presente trabajo tiene como objetivo: determinar la variación radial de los elementos anatómicos del xilema en *Schinopsis* quebracho-colorado (Schlecht.) Barkl. et Meyer, en relación a la edad.

## MATERIAL Y METODOS

El estudio fue realizado en 10 individuos adultos de la especie *Schinopsis* quebracho-colorado (Schlecht.) Barkl. et Meyer, quebracho colorado santiagueño, perteneciente a la familia Anacardiaceae, de la región Chaqueña Seca. Los individuos estudiados provienen del bosque nativo y fueron apeados en julio de 1995.

El material fue obtenido del predio de la Cooperativa Forestal Los Pilpintos, de 5.000 has, en la localidad de Los Pirpintos, Departamento Copo, Provincia de Santiago del Estero, Argentina. El área de estudio pertenece a la región fitogeográfica denominada Distrito Chaqueño Occidental, del Dominio Chaqueño.

El clima es subtropical, continental, con un relieve plano que permite la libre circulación de la atmósfera, siendo ésta la causa de la uniformidad climática de la formación fitogeográfica (Ledesma 1973). El área de estudio está incluida en el denominado paleoabánico aluvial del Río Salado (Vargas Gil 1990), con una pendiente general de 0,06% de este a sudeste, a 180 m.s.n.m.

La elección de los árboles para el estudio se realizó en forma selectiva, siguiendo el criterio de: individuo de DAP superior a 30 cm, fuste sin defectos, árbol dominante, copa simétrica y sano. A los 10 árboles seleccionados se les extrajo una rodaja de 5 cm de espesor, a la altura de 1.30 (Helinska *et al.* 1991).

Las variables anatómicas del leño fueron escogidas según criterios de importancia en base a referencias bibliográficas (Carlquist 1988). Ellas son: espesor de anillos, número de poros/mm<sup>2</sup>, diámetro tangencial de poros, área neta de poros/mm<sup>2</sup>, tipo de poros, longitud de vasos, longitud de radios, porcentual de tejidos, porcentual de tipos de poros, diámetro externo, interno y espesor de pared de fibras.

En las rodajas a 1,30 se separaron tres grupos de anillos correspondientes a las edades 0-10, 30-40 y 60-70, denominados tratamientos T1, T2 y T3, respectivamente. En una ventana de 2,5 mm de espesor se midieron los anillos de crecimiento con una máquina cuentaanillos Aniol, con precisión de centésima de milímetro. Siguiendo la secuencia de los anillos individualizados, se midieron los parámetros anatómicos año a año, observados en sección transversal y con lupa estereoscópica.

Los caracteres longitudinales se midieron en preparados microscópicos, llevados a cabo según las normas tradicionales de anatomía de madera (IAWA), teñidas con coloración triple de crisoidina-acridina roja y azul de astra. Las variables diámetro externo e interno de fibra, espesor de pared de fibra, longitud de fibra, miembro de vasos y radios se midieron para los tratamientos T1 y T3.

En las descripciones se siguió la terminología del Comité de Nomenclatura de IAWA (Baas *et al.* 1989). Las mediciones anatómicas de los caracteres seleccionados se efectuaron siguiendo las recomendaciones de Muñiz y Coradin (1991), con la medición de 25 elementos por variable, individuo y tratamiento.

Por las características de la anualidad del leño como sujeto de estudio, fue posible tomar mediciones sucesivas a cada unidad experimental. Por esta razón se efectuó el análisis de la varianza (ANOVA) de Medidas Repetidas (Cody y Smith 1991) para cada variable considerada, con el fin de estudiar su incidencia en la variabilidad total. Cabe destacar que este modelo aumenta la precisión a la prueba de "F" debido a que considera al árbol como una variable clasificatoria y lo descuenta del error experimental.

Paralelamente se realizó la comparación múltiple de medias para caracterizar la significación mostrada por la prueba de "F" mediante un ordenamiento de medias de tratamientos, con la prueba de Duncan.

RESULTADOS

*Variación radial de los caracteres del leño.* A continuación se expresan en el cuadro 1 los estadísticos de las variables analizadas y el ANOVA de los caracteres anatómicos en función de los tratamientos T1, T2 y T3 para un nivel de probabilidad del 0,95 y Test de Duncan para un nivel de probabilidad del 0,95.

*Schinopsis* quebracho-colorado presenta poros de tipo solitarios y múltiples de 2, 3 y 4. Predominan los poros solitarios (60-100%), en segundo lugar los múltiples de 2 y luego los de 3-4. La histometría de tipo de poros en función de la edad se expresa en la figura 1.

La proporción de tipos de poros no presenta diferencias significativas entre árboles, ni entre tratamientos, salvo los poros múltiples de 3-4 que aumentan significativamente con la edad.

La variable número de poros/mm<sup>2</sup> en función de la edad no presenta diferencias significativas entre los árboles, pero sí entre tratamientos. Hay diferencias significativas entre T1 y T2, y no significativas entre T2 y T3. El número de poros/mm<sup>2</sup> disminuye con la edad en un gradiente descendente en sentido médula-corteza con diferencias significativas entre tratamientos. El diámetro tangencial de poros varía en relación a la edad según se expresa en la figura 2, con un gradiente ascendente de médula a corteza, con diferencias significativas entre T1, T2 y T3.

CUADRO 1

ANOVA de los caracteres anatómicos en función de los tratamientos T1, T2 y T3 para un nivel de probabilidad del 0,95. Test de Duncan para un nivel de probabilidad del 0,95.

ANOVA of the anatomical characters as a function of the treatments T1, T2 and T3 at a probability level of 0.95 and a Duncan test at a probability level of 0.95.

Atributos anatómicos	Fuente variación entre árboles	Fuente de variación entre tratamientos	Promedio (x)	Coficiente de variación experimental	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3
Espesor de anillo (mm)	NS	***	2,19	10,35	1,89 B	2,28 A	2,42 A
Número de poros	NS	***	13,12	23,46	20,40 A	10,86 B	8,09 B
Diámetro de poros (µm)	NS	***	91,05	8,87	62,97 C	91,10 B	119,07 A
Area neta de poros (mm <sup>2</sup> )	NS	***	0,07	21,20	0,07 B	0,07 B	0,09 A
% de poros	NS	NS	0,59	12,90	0,56 A	0,61 A	0,60 A
% de parénquima	NS	NS	0,47	12,67	0,47 A	0,49 A	0,46 A
% de fibras	NS	NS	0,77	11,85	0,77 A	0,74 A	0,77 A
% de poros solitarios	NS	NS	1,11	16,66	1,22 A	1,06 A	1,06 A
% de poros múltiples 2	NS	NS	0,44	39,12	0,35 A	0,50 A	0,46 A
% de poros múltiples 3-4	NS	***	0,08	124,58	0,00 B	0,08 B	0,16 A
Fibras diámetro externo (µm)	NS	NS	11,34	66,90	11,38 A		11,96 A
Fibras diámetro interno (µm)	NS	NS	5,64	13,84	5,10 A		5,92 A
Espesor de pared de fibras (µm)	NS	NS	2,97	10,20	2,96 A		3,14 A
Longitud de radios							
multiseriados (µm)	NS	NS	305,00	14,18	308,70A		302,30 A
Longitud de miembro							
de vasos (µm)	NS	NS	342,70	10,43	329,50 A		0353,30 A
Longitud de fibras (µm)	NS	NS	931,38	14,95	932,92 A		1042,10 A

Nota :

NS = No significativo   \*\*\* = Altamente significativo a un nivel de probabilidad del 0,95.

Los valores porcentuales están transformados por la función arcoseno.

Todos los valores de la tabla fueron estandarizados para el análisis.

El cambio de letras en el test de Duncan indica diferencias significativas entre tratamientos. A las seis últimas variables de la tabla se les aplicaron los tratamientos 1 y 3 según se expresa en la metodología.

### Relación porcentual de poros en función de la edad

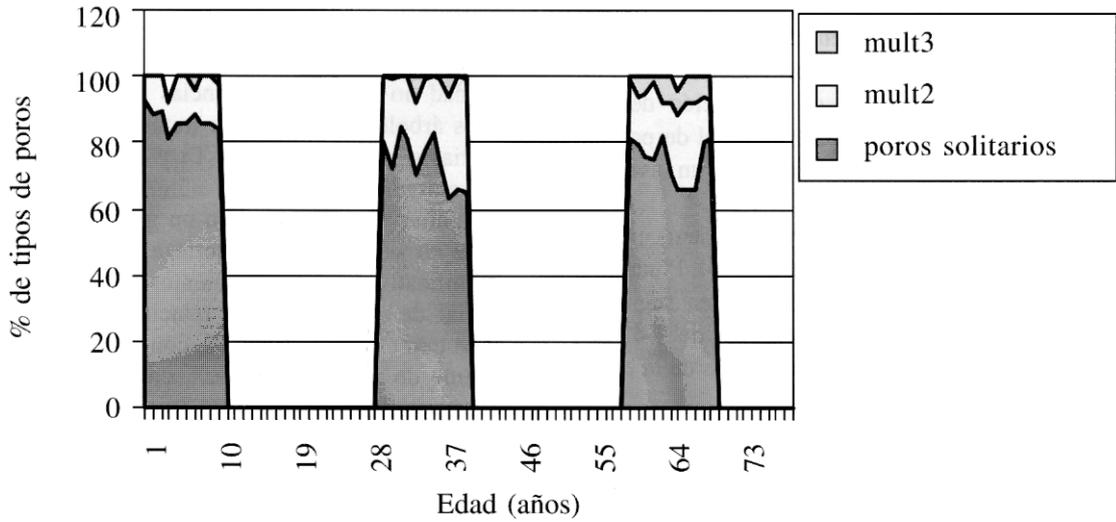


Figura 1. Tipo de poros (%) en relación a la edad.  
Porous type (%) and age.

### Número y diámetro de poros en relación a la edad

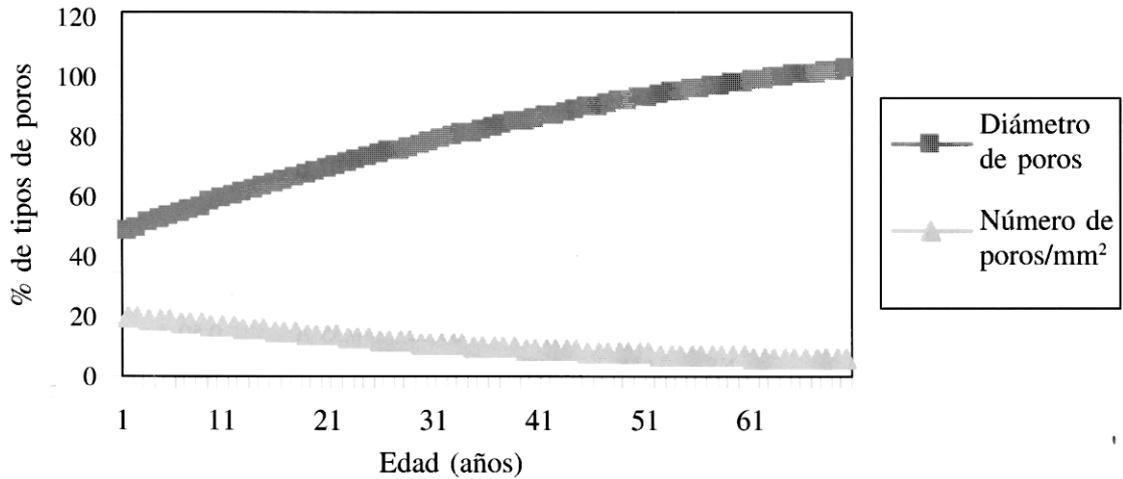


Figura 2. Relación número y diámetro de poros con la edad.  
Diameter vessel frequency and age.

En el ANOVA de la variable diámetro de poros hay diferencias significativas entre tratamientos y sin diferencias significativas entre árboles.

En la figura 3 se representa la evolución del área neta de poros en función de la edad. Estadísticamente

no hay diferencias significativas entre árboles, sí entre tratamientos, con un coeficiente de correlación de 0,73.

La longitud de miembros de vasos se incrementa de médula a la corteza, sin diferencias significativas entre los tratamientos.

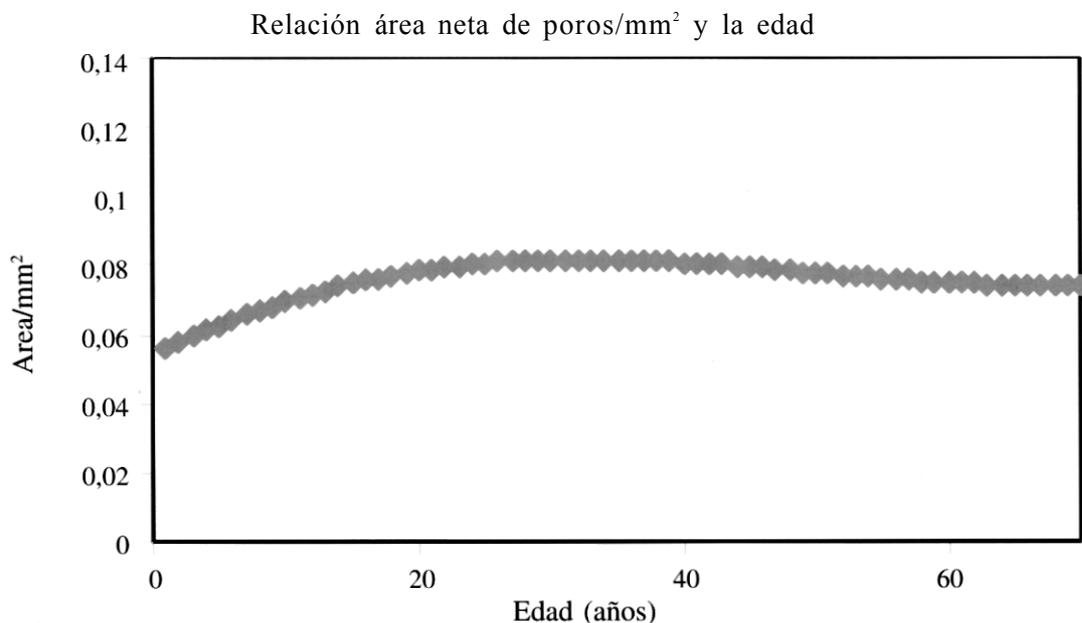


Figura 3. Área neta de poros/mm<sup>2</sup> en relación a la edad.  
Vessel net area/mm<sup>2</sup> and age.

La relación porcentual de tejidos del leño no presenta diferencias significativas entre individuos ni tratamientos.

El porcentaje de poros no presenta diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos. El porcentaje de tejido parenquimático presenta un máximo en T2, sin diferencias significativas entre tratamiento. El porcentaje de fibras presenta un mínimo en T2, sin diferencias significativas entre tratamientos.

Los radios leñosos multiseriados poseen una longitud de 308,70  $\mu\text{m}$  en T1 y en T3: 302,30  $\mu\text{m}$ , sin diferencias significativas entre tratamientos ni entre árboles. La histometría de tipos de radios presenta un valor promedio expresado en porcentaje radios: uniseriados 16, biseriados 20, triseriados 31, tetraseriados 30, y multiseriados con canal 3. Esta proporción en función de la edad se expresa en la figura 4.

#### Tipos de radios en relación a la edad

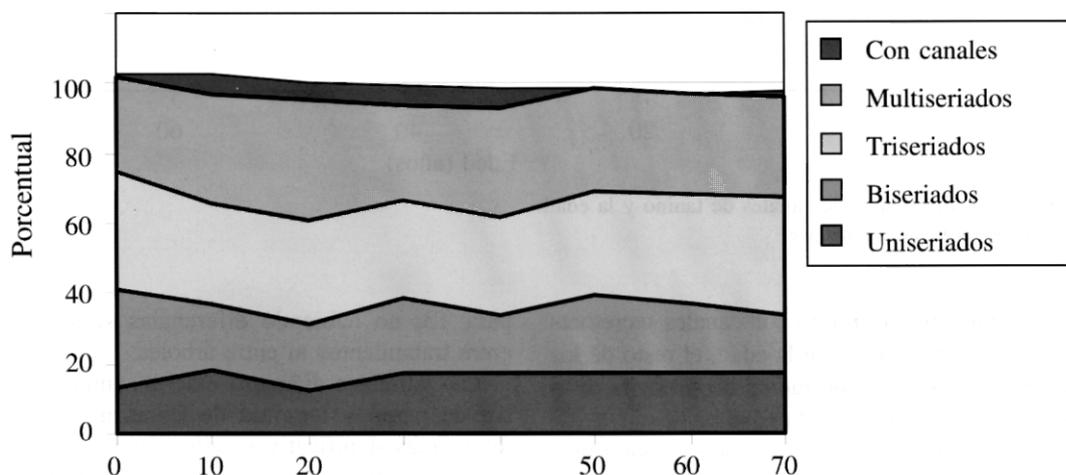


Figura 4. Tipos de radios leñosos y la edad.  
Ray wood types and age.

Relación entre el diámetro externo, interno y espesor de pared de fibra en función de la edad

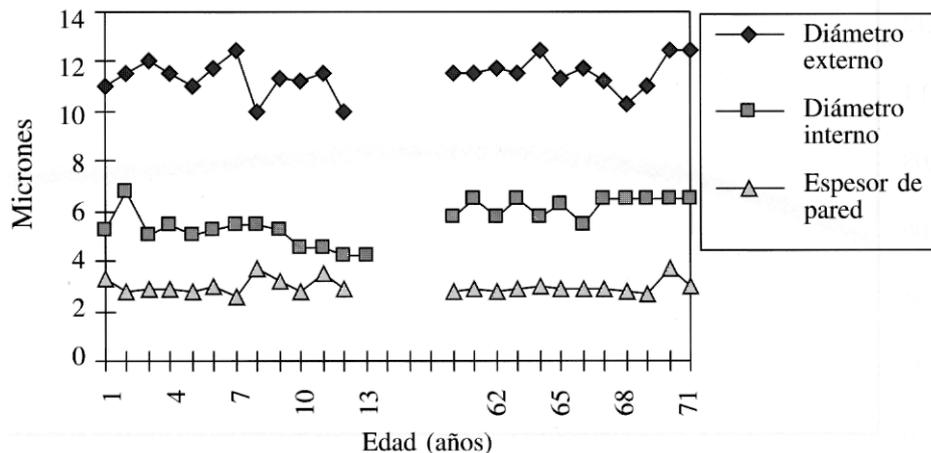


Figura 5. Variación de las dimensiones de las fibras con la edad.  
Dimension fiber variation and age.

Frecuencia de canales de tanino/mm<sup>2</sup> de madera

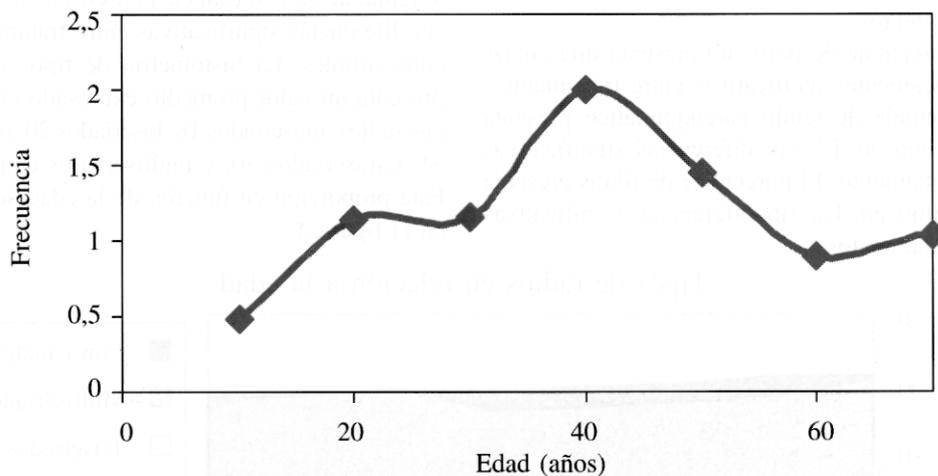


Figura 6. Frecuencia de canales de tanino y la edad  
Tanin canal frequency and age.

Los radios multiseriados con canales secretores de tanino, disminuyen con la edad, el resto de los porcentuales de tipos de radios no presenta diferencias significativas con la edad.

El tejido mecánico está compuesto por fibras libriformes y fibrotraqueidas cortas y de paredes gruesas. El diámetro externo de las fibras tiene un valor medio de 11,38 μm en T1 y de 11,96 μm

para T3, no habiendo diferencias significativas entre tratamientos ni entre árboles.

Las variables diámetro externo, interno, espesor de pared y longitud de fibras no presentan diferencias significativas entre tratamientos ni entre árboles. El comportamiento de los atributos de las fibras leñosas en relación a la edad se representa en la figura 5.

## Espesor de anillos y la edad

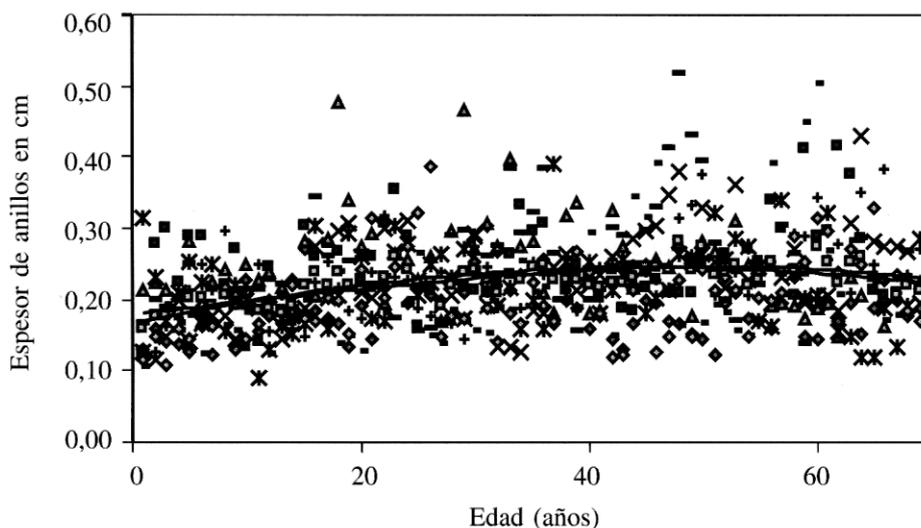


Figura 7. Relación entre el espesor de anillos y la edad.  
Tree ring width and age.

Las estructuras de secreción varían en función de la edad según figura 6.

La especie presenta anillos de crecimiento moderadamente demarcados y de contorno regular. El espesor medio de anillos es 2,19 mm con valores extremos (1,60 y 4,50), S: 0,51, CV%: 22,50. Esta variable y la edad presentan un coeficiente de correlación de 0,206.

El espesor de anillos a la altura de 1,30 m, en función de la edad ajusta a una curva explicada por una función polinómica de segundo grado con  $R^2$ : 0,498 (figura 7).

El ANOVA de la relación referida al modelo es altamente significativa entre tratamientos, y no significativa entre individuos. El espesor de anillos de los individuos en conjunto presenta un máximo entre los 60-70 años de edad.

## DISCUSION

*Schinopsis* quebracho-colorado presenta los rasgos estructurales citados por Tortorelli (1956), Lizárraga y Giménez (1980), Giménez (1993) para el género *Schinopsis*, familia Anacardiaceae.

Las características relevantes son: tejido mecánico en alta proporción (49,3%), escaso parénquima

axial; poros solitarios en un 83% y canales secretores radiales.

Las variables diámetro, frecuencia y área de vasos, % de poros múltiples y espesor de anillos de crecimiento presentan diferencias significativas en el gradiente médula-corteza. El número de poros/mm<sup>2</sup> varía con la edad, disminuyendo de médula a corteza con diferencias significativas entre tratamientos. Estos resultados coinciden con los de Cheng y Bendtsen (1979), Onilude (1982), Kroll *et al.* (1992), Pezlen (1994), Bendtsen (1978), entre otros.

El área neta de poros presenta diferencias significativas entre los tratamientos 2 y 3, con un aumento a partir de T3. Esto puede ser interpretado como la necesidad del vegetal, que al adquirir mayor tamaño necesita un volumen de tejido conductor más desarrollado.

El área neta de poros aumenta con la edad de la planta; a mayor volumen del árbol, es necesario mayor transporte de agua y sales minerales, siendo interpretado como un índice ecológico de la vitalidad del árbol (Sab y Eckestein 1995). El número de poros/mm<sup>2</sup> disminuye de médula a corteza. El diámetro y el área neta de poros aumentan de la médula a la corteza. La proporción de elementos del leño (poros, parénquima y fibras) no

presenta diferencias significativas ( $P > 0,05$ ) entre árboles ni entre tratamientos. Es decir, la planta necesita la misma relación de tejidos independiente de la edad (Ismail *et al.* 1995). *Schinopsis* quebracho-colorado se caracteriza por una variación poco significativa en el histograma de tejidos en función de la edad. El porcentaje de poros y parénquima presenta un máximo en la edad intermedia, mientras que la tendencia del porcentaje de fibras es mínimo a la misma edad. Ismail *et al.* (1995), Taylor (1971) citan un aumento de la proporción de vasos de médula a corteza.

La proporción de parénquima no presenta diferencias significativas en el gradiente médula-corteza (Ismail *et al.* 1995). El porcentaje de fibras tiene un mínimo en la edad media.

La longitud de miembros de vasos no presenta diferencias significativas entre los tratamientos T1 y T3; no obstante, hay un gradiente ascendente de médula a corteza, que varía en función de la edad cambial. Esta tendencia es citada por Carlquist (1988) y Larson (1994).

Las variables de las fibras: diámetro externo, diámetro interno y espesor de pared no presentan diferencias significativas entre árboles ni entre tratamientos. Estos parámetros no están influenciados por la edad en el tramo considerado, a pesar de que hay un aumento en las medias en T3 para todas las variables. Existe alta correlación entre el diámetro externo de fibras y el espesor de la pared.

La longitud de las fibras, radios y vasos no presenta diferencias significativas entre árboles ni entre tratamientos. Ello implica, en contra de lo esperado, que las dimensiones longitudinales no variaron significativamente con la edad en el tramo de 0 a 70 años considerado.

La fuente de variabilidad radial de los elementos anatómicos del leño está determinada por los tratamientos, más que la existente entre individuos, en el mismo sitio. Esto confirma los postulados de Sanio que se refieren al patrón de variación del tamaño de los elementos del leño dentro del mismo árbol (Larson 1994).

## CONCLUSIONES

Se concluye que: a) el leño presenta un gradiente de variación radial de la médula a la corteza ocasionado por la edad cambial; b) las características que determinan la variabilidad de la estructura del leño son: espesor de anillos, número, diámetro

tangencial, área neta de poros y proporción de poros múltiples de 3-4; c) el gradiente de variación radial se manifiesta de la siguiente manera: el diámetro tangencial y el área neta de poros aumentan; el número de poros/mm<sup>2</sup> disminuye, variando significativamente; d) la longitud de los elementos xilemáticos (miembros de vaso, fibras y radios) aumenta no significativamente con la edad. Las variables longitudinales no discriminan significativamente en los tres elementos analizados; e) la proporción de poros solitarios disminuye no significativamente con la edad y los múltiples de tres y cuatro aumentan significativamente.

## BIBLIOGRAFIA

- BAAS, P. 1982. *New perspectives in Wood Anatomy*. W. Junk Publ., 252 p.
- BAAS, P., E. WHEELER, P. GASSON. 1989. *IAWA List of Microscopy features for Hardwood Identification*. IAWA Committee. 322 p.
- BENDTSEN, B. 1978. "Properties of wood from improved and intensively managed trees", *Forest Products J.* 28: 61-72.
- CARLQUIST, S. 1988. *Comparative wood anatomy. Systematic, Ecological and evolutionary aspect of Dicotyledons wood*. Springer, Berlin, Heidelberg, New York, 460 p.
- CHENG, W., D. BENDTSEN. 1979. "Anatomical properties of selected *Populus* clones grown under intensive culture", *Wood Science* 11: 182-187.
- CODY, R., J. SMITH. 1991. *Applied statistic and the SAS. Programming Language*. North Holland. 3 ed., New York, Amsterdam, London, 404 p.
- GIMÉNEZ, A. 1993. "Rasgos estructurales característicos del leño secundario de las especies arbóreas de la región chaqueña seca", *Rev. Quebracho* 1: 1-14.
- 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.
- ISMAIL, J., M. JUSOH, M. SAHRI. 1995. "Anatomical variation in planted kelempayan (*Neolamarckia cadamba*, Rubiaceae)", *IAWA Journal*, Vol. 16 (3): 277-287.
- KEATING, W., E. BOLZA. 1982. *Characteristics, properties and uses of timbers*. Texas A, M. Univ. Press, College Station, Texas. 239 p.
- KROLL, R., D. RITTER, R. GERTJEJANSEN, K. AU. 1992. "Anatomical and physical properties of balsam poplar (*Populus balsamifera*), in Minnesota", *Wood and Fiber Sci.* 24: 13-24.
- LARSON, P. 1994. *The Vascular Cambium. Development and Structure*. Springer Series in Wood Science, 720 p.
- LEDESMA, N. 1973. "Características climáticas del Chaco Seco", *Ciencia e Investigación Argentina* 29 (7-10): 168-181.
- LIZÁRRAGA, A., A. GIMÉNEZ. 1980. Estudio anatómico del leño secundario de cuatro especies del género *Schinopsis*, Anacardiáceas. Actas del IV Congreso Forestal Argentino, Goya, Corrientes. 10 p.
- MUÑIZ, G., V. CORADIN. 1991. Norma de procedimientos en estudios de anatomía da madeira. II Gimnospermae Comissae de estudos. CE: 11.01.07.002. ABNT. Brasília: Laboratorio de Produtos Florestais, Serie Técnica. 117 p.

- ONILUDE, M. 1982. Quantitative anatomical characteristics of plantation grown loblolly pine (*Pinus taeda*) and cottonwood (*Populus deltoide*) and their relationship to mechanical properties. Ph. D. Diss. In Forestry and Forest Products. VPI, SU Blacksburg, Virginia. 175 p.
- PEZLEN, I. 1994. "Influence of age on selected anatomical properties of *Populus* clones", *IAWA Journal*, Vol. 15(3): 311-319.
- SAB, U., D. ECKESTEIN. 1995. "The variability of vessel size in beech (*Fagus sylvatica* L.) and its ecophysiological interpretation", *Trees* 9: 123-145.
- TAYLOR, F. 1971. Variation of wood properties in sugar berry. For Prod. Utiliz. Lab. Mississippi State Univ. Res. Rep. 7, 18 p.
- TORTORELLI, L. 1956. *Maderas y bosques argentinos*. Editorial ACME, SACI, Buenos Aires, 891 p.
- VARGAS GIL, J. 1990. Suelos de Santiago del Estero, Atlas de suelos de la República Argentina. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca, Proyecto PNUD ARG 85/019, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Centro de Investigaciones de Recursos Naturales, Tomo II, Argentina, 499-558.
- ZIMMERMANN, M. 1983. *Xylem structure and the ascent of sap*. Springer, Berlín, Heidelberg, New York, 143 p.
- ZOBEL, B., J. JETT, R. HUTTO. 1978. "Improving wood density of short rotation Southern pine", *Tappi* 61: 41-44.
- ZOBEL, B., J. VAN BUIJTENEN. 1989. *Wood Variation. Its causes and control*. Springer Series in Wood Science. Springer, Verlag, 355.