

ESTUDIO DE MAGNITUDES DENDROMÉTRICAS EN FUNCIÓN DE LA EDAD EN *Prosopis alba* GRISEB., ALGARROBO BLANCO, MIMOSACEAE

Ana M. Giménez, Norfol Ríos, Graciela Moglia, Patricia Hernández y Sandra Bravo
Universidad Nacional de Santiago del Estero, Facultad de Ciencias Forestales, Instituto de Silvicultura y Manejo de Bosques, Cátedra de Dendrología, Santiago del Estero-Argentina. E-mail amig@unse.edu.ar

RESUMEN

Los objetivos del trabajo son: Efectuar el análisis epidométrico de árboles individuales de *Prosopis alba* Griseb., algarrobo blanco, Mimosaceae y determinar la evolución de los anillos de crecimiento, DAP, sección normal y volumen de fuste, incremento medio anual (IMA) e incremento corriente anual (ICA) en relación a la edad. El estudio fue realizado en 10 individuos adultos de la especie *Prosopis alba* Griseb., de la Provincia de Santiago del Estero: Localidad de Brea Pozo, Departamento San Martín. La elección de los árboles para el estudio se realizó siguiendo los criterios de: individuos adultos (DAP superior a 30cm); calidad del fuste (sin defectos aparentes en la observación externa); posición social (árbol dominante); tipo de copa (simétrica) y vitalidad del árbol (sano). Para el estudio de crecimiento se trabajó con las secciones transversales obtenidas a las alturas de 0.30, 1.30, 3.30 y hasta la primera ramificación, determinándose las orientaciones Norte, Sur, Este y Oeste. La marcación y medición de anillos se efectuó con el Equipo Computarizado ANIOL y el programa CATRAS. La epidometría se realizó con el AE, un programa para el análisis epidométrico de fuste. El espesor promedio de los anillos de crecimiento es de 4,05 mm con un incremento diametral para la edad de 85 años de 8,1 mm. El diámetro mínimo de corta permitido es de 30 cm al DAP, según la legislación provincial actual, lo que implica un árbol con una edad de 36 años. La proyección del IMA e ICA en volumen se interceptaría a una edad de 250 años, pudiendo interpretarse como el turno absoluto de corta. Los incrementos medios máximos fueron: para el DAP 0,84 cm; sección normal de 42,87 cm.², altura 0,114 m. y en volumen de fuste 9730 cm.³

Palabras clave: *Prosopis alba*, Análisis epidométrico, Crecimiento.

ABSTRACT

The objectives of this paper were: to determine the evolution of growth rings, DBH (diameter at 1.3m), normal section, and volume of shaft, annual medium increment (MIA) and annual current increment (ICA) in relationship to age of *Prosopis alba* Griseb., algarrobo blanco, Mimosaceae. Ten trees were selected from the natural forest of the sites of Brea Pozo, San Martín Department, Santiago del Estero, Argentina. They were selected of the dominant canopy, healthy, with good form, and more than 30 cm of DBH. Transverse sections were obtained at different heights from 0.30, to 5.30 m., every each meter. Growth rings were determined in four radios at north, south, east and west orientation. Rings width were measured with the Computerized Equipment ANIOL and the program CATRAS. Stem analysis was accomplished using AE program (Epidometric analysis program). Tree ring widths is 4.05 mm, with diametrical increment of 8.1 mm. at 85 years. The diameter merchandize is of 30 cm DBH, according to actual legislation. This implies trees of 36 year. According to fitting curves of MIA and ICA bole volume the interception point is 250 years. The maximum mean increases were: for DBH 0.84 cm, normal section of 42.87 cm.², height 0.114 m and in volume 9730 cm.³

Key words: *Prosopis alba*, Stem analysis, growth.

INTRODUCCIÓN

El género *Prosopis* ha sido ampliamente estudiado en el mundo (Riegelhaupt *et al.*, 1988; Maldonado, 1988; Akrini, 1988, Gomez y Bolzón, 1988), por la importancia ecológica de sus especies y la gran ductilidad de las mismas.

Prosopis alba Griseb. (algarrobo blanco) es una de las mimosáceas argentinas de mayor importancia

económica del Parque Chaqueño (Figura 1a, 1b y 1c). 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.

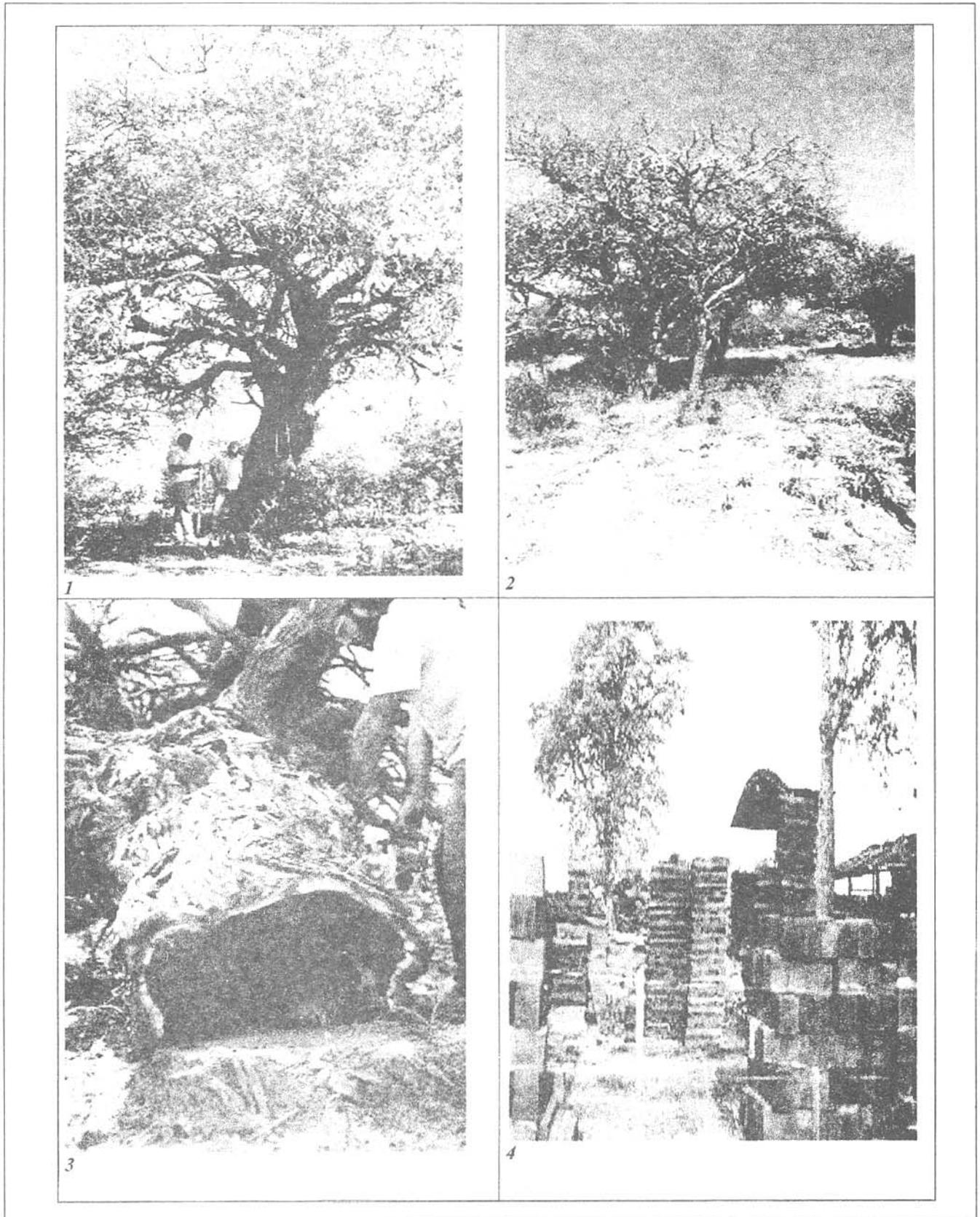


Figura 1. a y b. *Prosopis alba* en su ambiente natural; c. Arbol de 106 años con fuste grueso y tortuoso; d. Madera aserrada para la industria del mueble.

Está presente en las sabanas de suelos arenosos, es común en márgenes de represas y en los bosques en galería de los ríos que integran la cuenca del Chaco Semiárido, estableciendo cinturones boscosos alrededor de depresiones salinas. El algarrobo blanco es un árbol de cuarta magnitud, de fuste tortuoso, copa amplia extendida. Sus usos más importantes son la industria del mueble, carpintería de obra en general, parquet y revestimientos, constituyendo uno de los más valiosos recursos naturales de la región semiárida argentina. La creciente utilización de la madera de algarrobo para la industria del mueble (Figura 1d) y otros fines comerciales, como leña, forraje y alimentos, produce una demanda cuya satisfacción transgrede permanentemente los objetivos de reposición ordenada del material extraído (Acciaresi *et al.*, 1987). Con el deterioro de los bosques, se redujo la calidad y cantidad de los ejemplares maderables. Si bien la especie es sumamente aprovechada localmente, es insuficiente la investigación científica desarrollada

El crecimiento de las especies nativas es un tema de interés para el manejo forestal. Los antecedentes en el país son escasos o nulos. En Santiago del Estero, no existen parcelas permanentes en el bosque nativo. Los primeros ensayos de *Prosopis* datan de 1950, en la Estación Forestal IFONA (Instituto Forestal Nacional), Fernández (Gallo y Ewens, 1985); posteriormente se implantaron ensayos de procedencias y progenies en el INSIMA (Instituto de Silvicultura y Manejo de Bosques), Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Santiago del Estero (López *et al.*, 1999).

La antigüedad de las parcelas permanentes permiten el análisis de tramos de edades muy inferiores al ciclo de vida de la especie. Por ello se recurre al análisis de árboles individuales del bosque nativo, para cubrir tramos de crecimiento mayor a los 50 años, estimar la evolución de las magnitudes dendrométricas en función de la edad y así planificar el manejo de las masas nativas.

Los objetivos del presente trabajo son:

- Efectuar el análisis epidométrico de árboles individuales.
- Determinar la evolución de los anillos de crecimiento, DAP, sección normal y volumen de fuste, incremento medio anual (IMA) e incremento corriente anual (ICA) en relación a la edad.

MATERIAL Y MÉTODO

El estudio fue realizado con 10 individuos adultos de la especie *Prosopis alba* Griseb., perteneciente a la familia Mimosaceae y apeados en julio de 1997. Los individuos estudiados provienen del bosque nativo de la Provincia de Santiago del Estero: Localidad de Brea Pozo, Departamento San Martín. El presente trabajo es parte de los resultados obtenidos en el proyecto de investigación denominado Crecimiento, arquitectura y calidad de madera de leñosas arbóreas de la Región Chaqueña.

Para la selección de los árboles estudiados fueron escogidos individuos con DAP superior a 30cm; dominantes, fuste sin defectos aparentes; de copa simétrica y sin síntomas externos de enfermedad.

Cada árbol constituyó el centro de una parcela circular con un radio de 17,84 metros y una superficie de 1000 m², midiéndose DAP, altura de fuste determinada a la primera ramificación principal y altura total.

Se midieron radios de copa para determinar su superficie, empleando para tal fin el método de ángulo fijo, con ángulos de 45°. El árbol seleccionado fue abatido y se extrajeron rodajas de 5 cm. de espesor, a alturas de 0.30 m, 1.30 m y de allí cada metro hasta la primera ramificación (adaptación de Helinska-Rackowsha & Fabisiak., 1991). Las muestras se trabajaron con cepilladora, lijadora de banda y orbital con juego de lijas de granulometría de 600 a 100. La marcación y medición de anillos se efectuó con el Equipo Computarizado ANIOL y el programa CATRAS (Aniol, 1991). Se trabajó a cada altura en cuatro orientaciones Norte, Sur, Este y Oeste, donde se determinó la edad y el espesor de los anillos de crecimiento en cada una de ellas, con una precisión de centésima de milímetro.

La epidometría se realizó con un programa de análisis epidométrico de fuste desarrollado por Ríos *et al.*, 1996. Se calculó el incremento en diámetro, sección, altura y volumen de fuste sin corteza (Smalian), incremento medio anual e incremento corriente anual.

Para el estudio de las tendencias de crecimiento se usó el método basado en la edad biológica de los árboles (Komin, 1967), trabajándose con individuos de edades diferentes. El espesor medio de los anillos de cada árbol se alineó con los de otros individuos según la edad biológica y no cronológica.

El espesor de anillos de todos los árboles fueron promediados para producir la curva de crecimiento del árbol base. Así se expresó biológicamente las tendencias de crecimiento de los individuos analizados. Este proceso de promediación atenúa en gran parte las fluctuaciones anuales en el anillo debido a causas ambientales, que quedan descartadas (Stokes y Smiley, 1968). La estandarización de la curva de crecimiento asume que la forma de la estructura a cualquier edad biológica es independiente al período de tiempo durante el cuál se produce.

Para la curva de alturas con los datos de todos los árboles ordenados por edad se calculó una curva promedio año a año, para luego ajustar la misma.

Al trabajar con árboles de edades diferentes se prologó las curvas de diámetro y altura hasta la edad de 85 años, con datos promedios de los individuos que alcanzan tal edad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis epidométrico de los árboles individuales

Se efectuó el análisis epidométrico de los árboles individuales, que permitió estudiar la historia individual de cada individuo, como en el caso Arbol 2 (Figura 2).

Las tendencias de crecimiento basadas en la edad biológica de los árboles se expresan en el Cuadro 1.

Prosopis alba, presenta anillos de crecimiento definidos por una banda de parénquima marginal de hasta tres estratos de células (Giménez *et al.*, 1998), correspondiente al tipo 2 de Coster.

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 ajusta a una ecuación polinómica de segundo grado con R^2 : 0,3540, según se expresa en la Figura 3. En *Prosopis nigra* el espesor medio de anillos es 3,289 mm (Giménez *et al.*, 2000).

El DAP promedio y la edad ajusta a una ecuación polinómica de segundo grado con R^2 : 0,981 según se expresa en Figura 4 con un valor de 65 cm para una edad de 85 años. El incremento diametral medio al DAP para la edad de 85 años es de 7,8 mm.

Los diámetros máximos frecuentes actualmente en el bosque nativo actualmente corresponden a la

clase de edad de 60 a 70 cm. Tortorelli (1956) cita diámetros máximos al DAP de 1,5 m. (Figura 5) y según la función Dap/edad corresponde a 220 años. Esto significa que se está cortando el bosque en un estado de pleno crecimiento.

Gallo y Ewens (1985) observaron en una plantación de *Prosopis alba* y *P. nigra* en la zona de riego del Río Dulce, Santiago del Estero, de 38 y 40 años y 2 x 2 m de distanciamiento, sin raleos, un DAP de 18 y 15 cm respectivamente, con incremento diametral medio de 0,5 y 0,4 cm. En los individuos estudiados a la edad de 38 años el DAP es de 30,38 cm para un incremento diametral de 0,8 cm.

López *et al.* (1999) en un ensayo para analizar variación genotípica de *Prosopis alba*, con 9 años de edad y 1440 árboles/ha., indica un diámetro medio de 9,1 cm a 20 cm del suelo, para un incremento diametral de 0,8 cm anuales; 3,08 m de altura. En los individuos estudiados en el presente trabajo para la edad de 9 años el diámetro es de 5,52 cm para un incremento diametral de 0,613 cm.

Calzón Adorno *et al.* (1996), observaron en Cafayate (Salta), un incremento diametral medio de 0,834 cm anuales y un ICA máximo a los 37 años

La relación sección normal / edad ajusta a una función polinómica de segundo grado con R^2 0,9921 según se indica en la Figura 6, con un coeficiente de correlación de 0,9738.

La evolución de la altura con la edad se manifiesta según (Figura 7) donde se indica las altura de los árboles individuales y la curva ajustada según la curva promedio de alturas.

La altura máxima de 18 m citada por Tortorelli (1956). Caputo *et al.* (1996) indica para la especie creciendo en el centro oeste de Formosa, una altura total de 9,5 a 12,3 m según el sitio.

López *et al.* (1999), cita a los 9 años una altura total media de 3,08 m. en el ensayo de variación genotípica. Los árboles estudiados a la misma edad alcanzaron una altura media de 1,31 m.

El volumen del fuste sin corteza en relación a la edad ajusta a una función polinómica de segundo grado con un R^2 : 0,9921 (Figura 8). A los 85 años le corresponde un volumen de fuste de 0,72 m³. Para un DAP de 30 cm. le corresponde un volumen de 0,12 y con un DAP de 66,56 m, un volumen de 0,725 m³.

Se calculó el IMA e ICA para los parámetros DAP, sección normal, altura total y volumen de fuste (Figura 9).

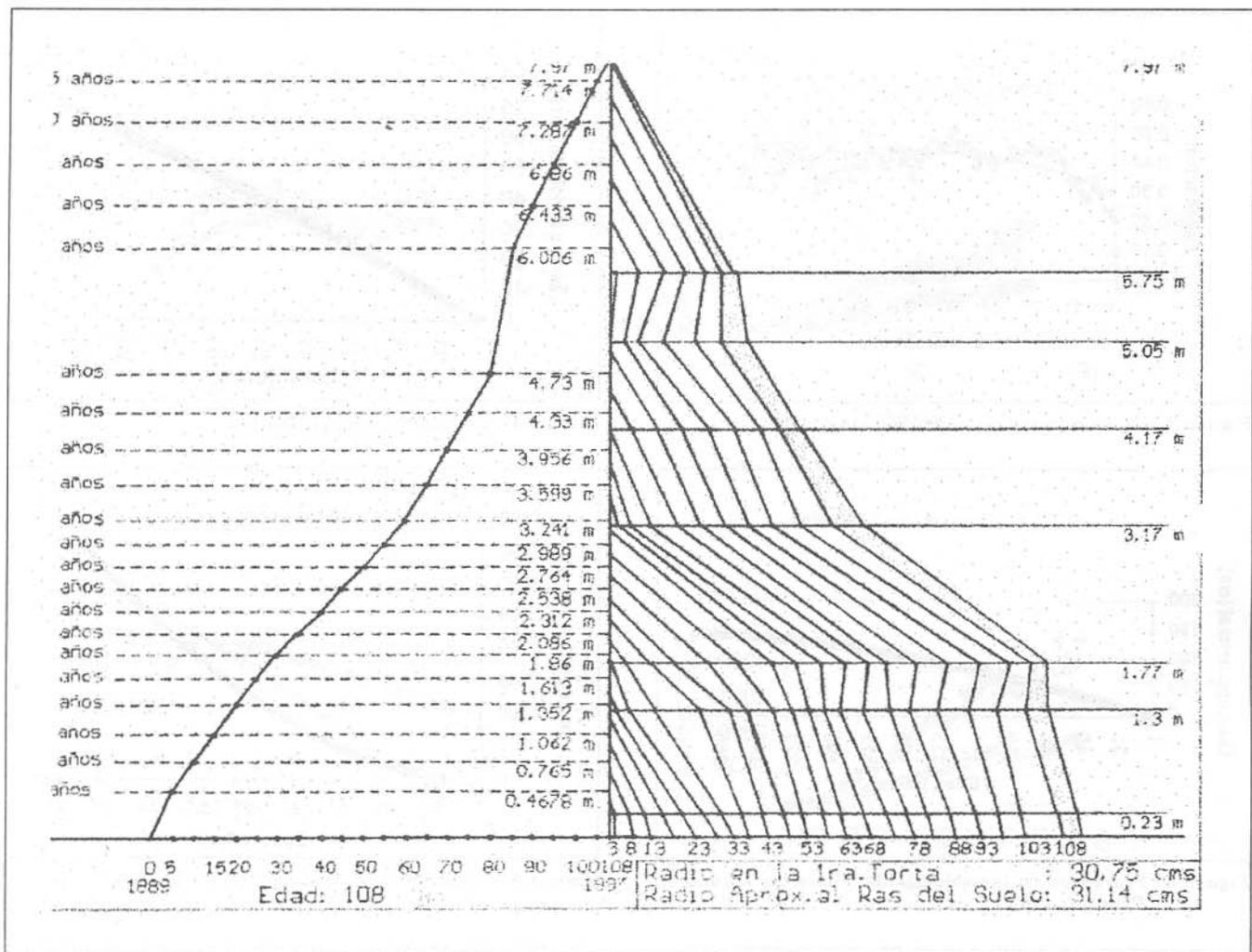


Figura 2. Análisis epidométrico del árbol 2.

Cuadro 1. Relaciones de crecimiento y sus respectivos modelos de regresión.

Relación de variables	Ecuación	R ²
Espesor de anillos/edad	$y = -6E-0.5x^2 + 0.0059x + 0.2957$	0,3540
DAP/edad	$y = -0,0014x^2 + 0,9131x - 2,2895$	0,9810
Area de Sección normal/edad	$y = 0,4529x^2 + 4,3865x - 58,85$	0,9921
Altura/edad	$y = -0,001x^2 + 0,1795x - 0,2459$	0,9003
Volumen/edad	$y = 99,562x^2 + 235,83x - 14533$	0,9921
IMA/edad	$y = -0,1003x^2 + 120,22x - 1038,6$	0,9800
ICA/edad	$y = -0,9201x^2 + 346,44x - 2878,9$	0,9770

Para y: variable estimada, x: variable calculada.

El IMA e ICA calculado en DAP se intercepta a los 52 años, en sección y volumen no se interceptan hasta la edad estudiada (85 años). Funciones similares son citadas para *Prosopis flexuosa* (Perpignal *et al.*, 1995) y *Prosopis nigra* (Giménez

et al., 1996). El IMA e ICA en función del volumen, a la edad de 85 años se encuentran en pleno incremento. EL IMA ajusta a una función polinómica de segundo grado con R²: 0,98 y un coeficiente de correlación de 0,97.

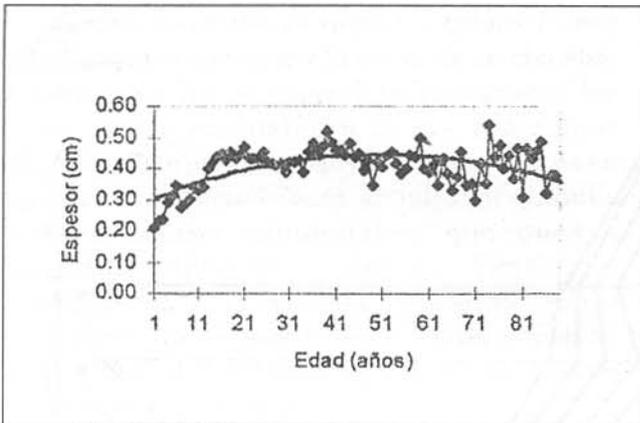


Figura 3. Espesor de anillos de crecimiento y la edad.

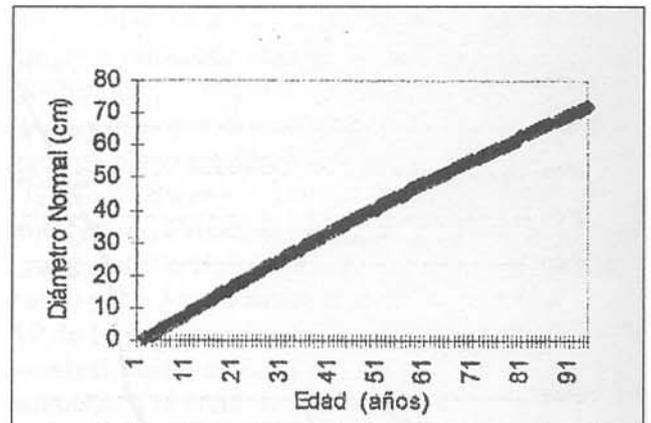


Figura 4. Evolución del DAP y la edad.

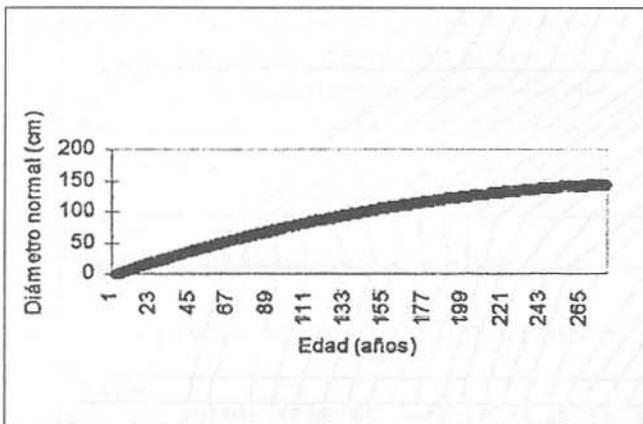


Figura 5. Proyección de la evolución del Diámetro normal en *Prosopis alba*.

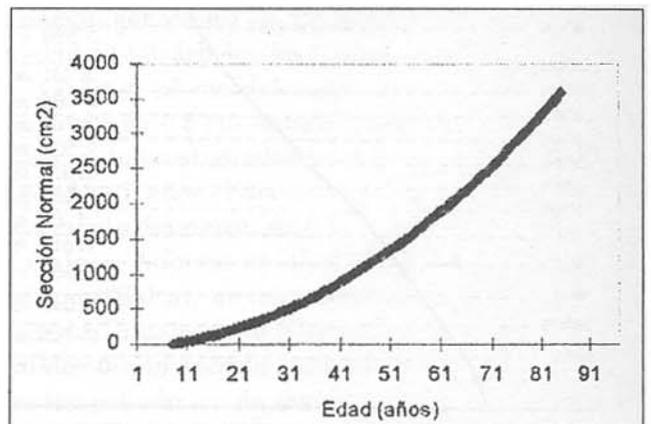


Figura 6. Evolución de la sección normal y la edad.

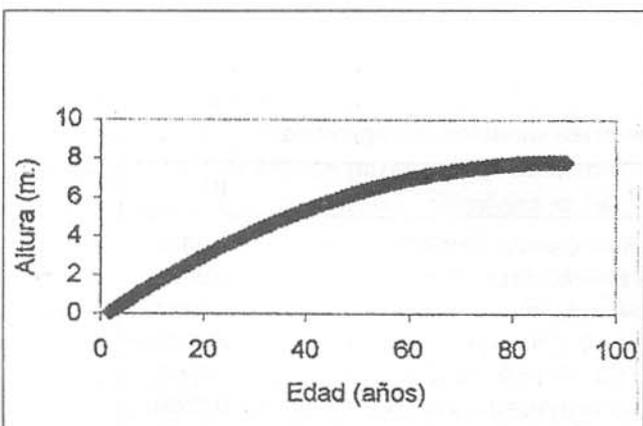


Figura 7. Evolución de la altura y la edad.

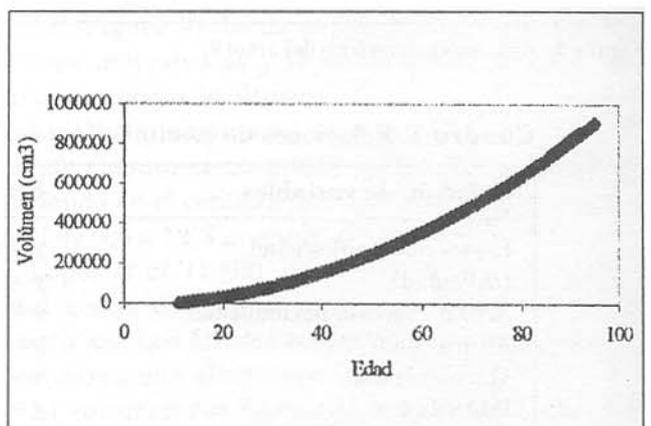


Figura 8. Evolución del volumen del fuste y la edad.

El IMA máximo en DAP se produce a los 52 años con un valor de 0,84 cm, en altura a los 17 años con 0,114 m, en sección normal (42,85 cm²) y volumen (9,730 cm³) continúan creciendo a la máxima edad estudiada.

El ICA ajusta a una función polinómica de segundo grado con un R²: 0,96 y un coeficiente de correlación de 0,977. La edad culminante de crecimiento es aquella en que el IMA llega a su valor máximo (Assman, 1970). Con los datos de la curva promedio

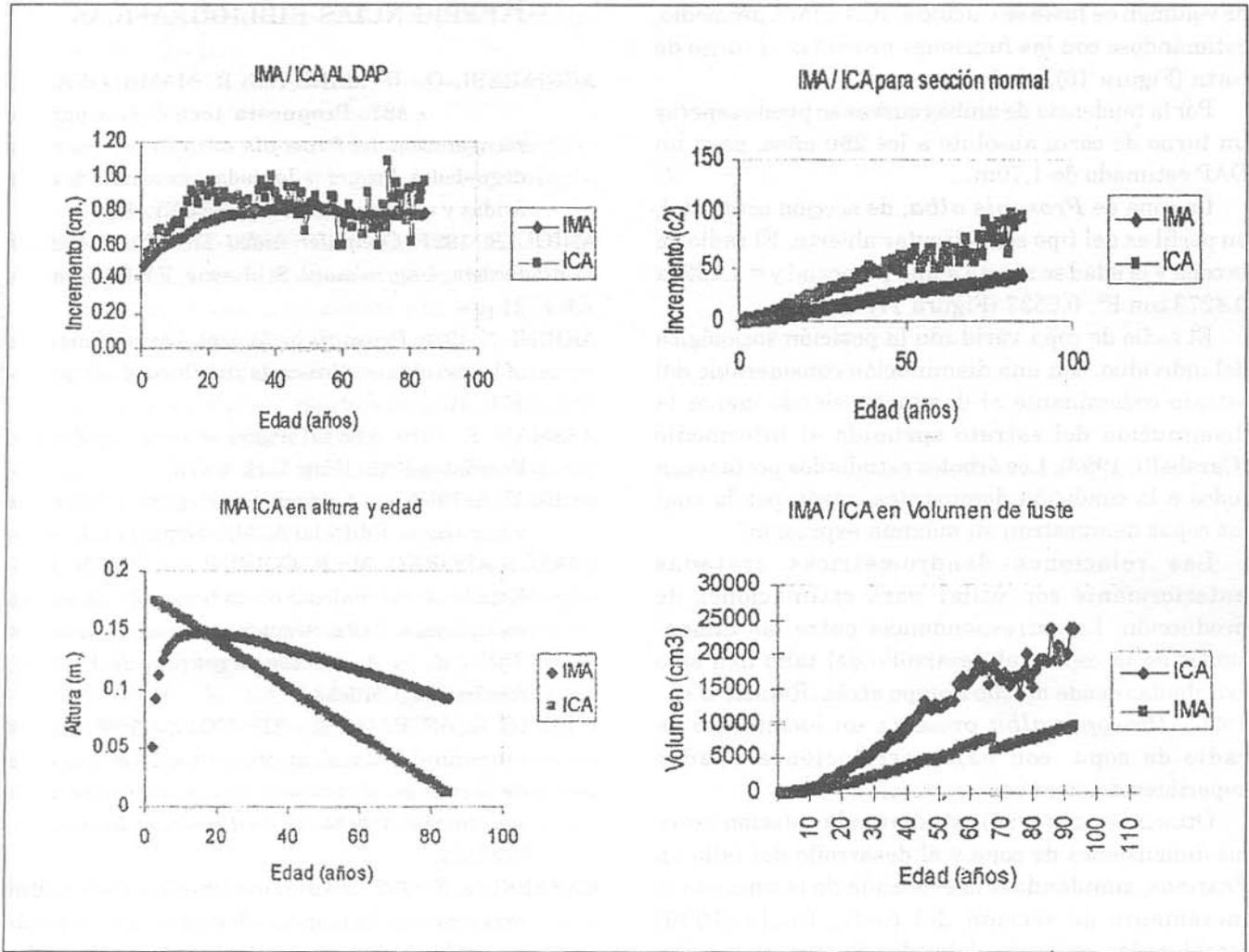


Figura 9. IMA e ICA para DAP, sección normal, altura y volumen del fuste.

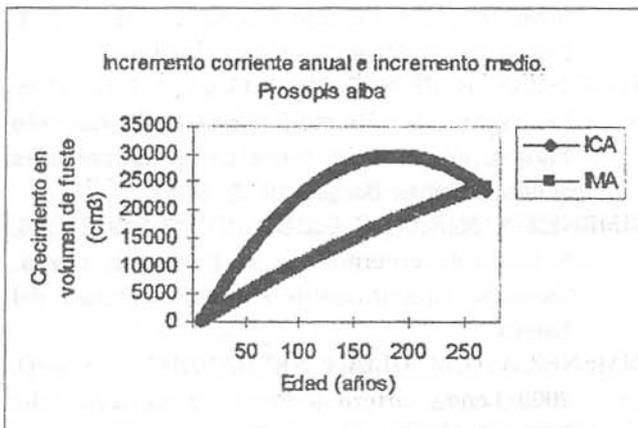


Figura 10. Incremento corriente anual e incremento medio anual.

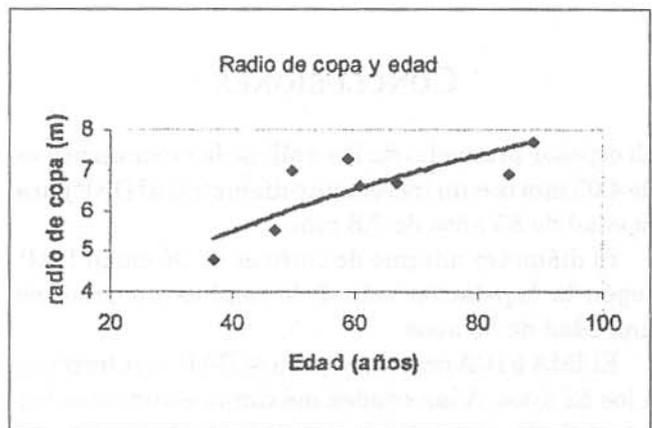


Figura 11. Radio de copa y edad.

de volumen de fuste se calculó el ICA e IMA promedio, estimándose con las funciones probadas el turno de corta (Figura 10).

Por la tendencia de ambas curvas se puede esperar un turno de corta absoluto a los 250 años, para un DAP estimado de 1,70m.

La copa de *Prosopis alba*, de sección octogonal, en perfil es del tipo semicircular abierta. El radio de la copa y la edad se ajusta a una potencial $y = 1.1329x - 0.4273$ con $R^2: 0,6527$ (Figura 11).

El radio de copa varía con la posición sociológica del individuo, con una disminución considerable del estrato codominante al dominante, siendo menor la disminución del estrato oprimido al intermedio (Carabelli, 1993). Los árboles estudiados pertenecen todos a la condición dominantes, razón por la cual las copas demuestran su máxima expresión.

Las relaciones dendrométricas tratadas anteriormente son útiles para estimaciones de producción. La correspondencia entre las dimensiones de la copa y el desarrollo del tallo han sido estudiadas desde mucho tiempo atrás (Raulier *et al.*, 1996). *Prosopis alba* presenta un incremento de radio de copa, con baja correlación a edades superiores de 45 años.

Ottorini *et al.* (1996) estudiaron la relación entre las dimensiones de copa y el desarrollo del tallo en *Fraxinus*, simulándose la evolución de la copa con el incremento de sección del fuste. Goelz (1996) establece la predicción del radio de copa en función del DAP, la altura total y el rango de crecimiento de la copa. Esta relación puede ser usada para predecir la competencia y generar índices.

CONCLUSIONES

El espesor promedio de los anillos de crecimiento es de 4.05 mm con un incremento diametral al DAP para la edad de 85 años de 7,8 mm.

El diámetro mínimo de corte es de 30 cm al DAP, según la legislación actual, lo implica un árbol de una edad de 36 años.

El IMA e ICA calculado para el DAP se intercepta a los 52 años. A las edades máximas estudiadas (85 años), las curvas de en sección y volumen no se interceptan.

Los incrementos medios máximos fueron: para el DAP 0,84 cm; sección normal de 42,87 cm², altura 0,114 m y en volumen de fuste 9730 cm³.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACCIARESI, G.; R. MARLATS; R. MAMBLONA y F. PEREZ. 1987. Propuesta tecnológica para la recuperación del *Prosopis alba* Griseb. en zonas degradadas. Primeras Jornadas Nacionales de zonas áridas y semiáridas. UNSE. SECYT.184.
- ANIOL, R. 1991. *Computer Aided Tree Rings Analysis System, User manual*. Schleswig, F.R.G, Germany, 31 p.
- AKRINI, N. 1988. *Prosopis* in Tunisia. The currents state of knowledge on *Prosopis juliflora*. FAO. p: 147-151.
- ASSMAN, E. 1970. *The principles of forest yield study*. Pergamon Press, New York. 245 p.
- BURKAT, A. 1952. *Las Leguminosas Argentinas silvestres y cultivadas*. Editorial ACME, Segunda Ed., 569 p.
- CALZÓN ADORNO, M.; R. COIRINI y A ORTIN. 1996. Estudio de crecimiento de un bosque de algarrobos en Cafayate, Salta, Argentina. *Primeras Jornadas Taller de la Asociación Argentina de Prosopis. Resúmenes*. Córdoba.
- CAPUTO, H.; ASTRADA, E. y ADAMOLI, J. 1996. Análisis estructural de dos algarrobales tipo del centro- oeste de Formosa. *Primeras Jornadas Taller de la Asociación Argentina de Prosopis. Resúmenes*. Córdoba.
- CARABELLI, F. 1993. Estudio silvicultural en una unidad experimental de manejo silvícola en un bosque de lenga (*Nothofagus pumilio*) en el area Huemules Norte, Provincia de Chubut. Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano. AFOA
- GALLO, J.; M. EWENS. 1985. *Crecimiento de Prosopis alba y nigra en un ensayo de la Estación IFONA*, Fernandez, Santiago del Estero. Inédito.
- GIMÉNEZ, A.; N. RÍOS; G. MOGLIA y C. LÓPEZ. 1998. Leño y corteza de *Prosopis alba* Griseb., algarrobo blanco, en relación con algunas magnitudes dendrométricas. *Bosque*, 19 (2): 53-62.
- GIMÉNEZ, A.; N. RÍOS; C. GAILLARD y M. PECE. 1996. Estudio de crecimiento de *Prosopis nigra*. *Jornadas Argentinas de Prosopis*. Santiago del Estero.
- GIMÉNEZ, A.; G. MOGLIA; P. HERNANDEZ y S. BRAVO. 2000. Leño y corteza de *Prosopis nigra* (Griseb.) Hieron, Mimosaceae, en relación a algunas magnitudes dendrométricas. *Revista Forestal Venezolana*, 44 (2): 29-37.
- GOELZ, J. 1996. Open-grown crown radius of eleven bottomland hardwood species: prediction and use

- in assessing stocking. *South. J. Applied Forestry*, 20 (3): 156-161.
- GOMEZ, A. y G. BOLZÓN. 1988. *Wood structure and ultrastructure of Prosopis caldenia, P. chilensis and P. juliflora and influence of ecological factors. The current state of knowledge on Prosopis juliflora*. FAO. p: 195-216.
- HELINSKA, R.; E. RACZKOWSKA y G. FABISIAK. 1991. Radial variation and growth rate in the length of the axial elements of sessile oak wood. *IAWA Bull.*, 12 (3): 257- 262.
- LÓPEZ, C.; A. MALDONADO y E. SALIM. 1999. Variación genética de progenies de *Prosopis alba*. Enviado para publicar en INIA España.
- MALDONADO, L. 1988. *Prosopis in Mexico. The current state of knowledge on Prosopis juliflora*. FAO. p: 153- 161. FAO. p: 553.
- OTTORINI, J.; N. LE GOFF y C. CLUZEAU. 1996. Relationships between crown dimensions and stem development in *Fraxinus excelsior*. *Canadian J. Forest Res.*, 26 (3): 394-401.
- PERPIÑAL, E.; M. BALZARINI; L. CATALÁN; L. PIETRARELLI y U. KARLIN. 1995. Edad de culminación del crecimiento en *Prosopis flexuosa* D.C. en el Chaco Arido Argentino. *Investigación Agraria. Sistemas y Recursos Forestales*, 4(1): 45-55.
- KOMIN, G. 1967. Methods of calculation of growth indices for trees of different age in totality. Citado por Stokes y Smiley, 1968.
- RAULIER, F.; U. CHUNHOUR y D. QUELLET. 1996. Influence of social status on crown geometry and volume increment in regular e irregular black spruce stands. *Canadian J. Forest Res.*, 26 (10): 1742-1753.
- RÍOS, N.; A. GIMÉNEZ y A. TORALES. 1996. AE, un programa para el Análisis epidométrico de fuste. *III Jornadas Forestales del Chaco*. Formosa .
- RIEGELHAUPT, E; I. SILVA; F. BARRETO CAMPELLO; F. PEREYIN. 1988. Volume, weight and products tables for *Prosopis juliflora* at Rio Grande do Norte. *The current state of knowledge on Prosopis juliflora*. FAO. p: 69-94.
- STOKES, M. y T. SMILEY. 1968. *An introduction to tree rings dating*. Univ. Chicago Press., Chicago. 120p.
- TORTORELLI, L. 1956. *Maderas y bosques argentinos*. Editorial ACME, SACI, Buenos Aires, 891 p.