

# VARIABILIDAD DE ANILLOS DE CRECIMIENTO EN VINAL (*Prosopis ruscifolia*)

## *Vinal (Prosopis ruscifolia) tree rings variability*

Giménez A. M<sup>1</sup>, Juárez de Galíndez M. <sup>2</sup>, Ríos, N. A<sup>3</sup>

Universidad Nacional de Santiago del Estero, Facultad de Ciencias Forestales, Instituto de Silvicultura y Manejo de Bosques (INSIMA). Provincia de Santiago del Estero, Argentina.

<sup>1</sup>Cátedra de Dendrología. Email: amig@unse.edu.ar. <sup>2</sup>Cátedra de Estadística. Email: marga@unse.edu.ar. <sup>3</sup>Cátedra de Dasometría. Email: nar@unse.edu.ar

### RESUMEN

Es objetivo del trabajo analizar la variabilidad del espesor de los anillos de crecimiento en vinal en función de la edad, altura y orientación. Se trabajó con 10 individuos de "vinal", *Prosopis ruscifolia* Griseb. de la localidad Loreto, Departamento San Martín, Provincia de Santiago del Estero, Argentina. Los árboles fueron seleccionados siguiendo los criterios de: individuos con DAP superior a 10 cm; calidad del fuste (sin defectos); posición social (árbol dominante); tipo de copa (simétrica) y vitalidad (sano). Se extrajeron de cada árbol abatido secciones transversales a diferentes alturas: 0,30; 1,30; 2,30 y 3,30 m. La marcación y medición de anillos se efectuó con el Equipo Computarizado ANIOL y el programa CATRAS para las orientaciones Norte, Sur, Este y Oeste. Los datos se analizaron con el modelo en parcelas divididas. Se concluye que existe un gradiente de variabilidad radial de los anillos que disminuye con la edad, descendiendo de base al ápice y con la orientación N, S, E y O. No hay diferencias significativas entre alturas y orientaciones

**Palabras clave:** variabilidad, anillos, vinal.

### ABSTRACT

Is objective of the work to analyze tree rings thickness variability in vinal based on age, height and orientation. Ten trees of vinal, *Prosopis ruscifolia* Griseb. were selected from the natural forest of the sites of Loreto, San Martín Department, Santiago del Estero, Argentina. They were selected of the dominant canopy, healthy, with good form, and more than 10 cm of DBH. Transverse sections were obtained at different heights from 0,30; 1,30; 2,30 and 3,30 m. Growth rings were determined in four radios at north, south, east and west orientation. Rings widths were measured with the Computerized Equipment ANIOL and the program CATRAS. Data were analyzed with the model in divided Parcels. The conclusions are the following: tree rings radial variability based on the age is present; thickness descends from base to the apex and decreases according to orientation N, S, E and O. There are no significant differences between heights and directions.

**Key words:** variability, tree rings, vinal.

### INTRODUCCIÓN

Uno de los aspectos más estudiados en las Ciencias Forestales con respecto a la madera es la variabilidad entre y dentro de los árboles. La variabilidad de los elementos estructurales de la madera y sus propiedades físico-mecánicas reconoce diversas fuentes que abarcan las variaciones originadas por razones geográficas, así como las variaciones entre y dentro de individuos.

Las propiedades del leño de numerosas especies varían de la base al ápice (Zobel y Van Buijtenen, 1989). Esta variación es frecuente en especies con grandes diferencias entre leño juvenil y maduro. El cambio de las propiedades en altura se produce automáticamente en función a la proporción de leño juvenil.

El efecto de la altura en las propiedades del leño no es constante en las maderas duras. Briscoe *et*

*al.*, (1963) manifiestan que el patrón más frecuente en las maderas es la escasa variabilidad en altura. Según Wilkens (1988) las variaciones en la anatomía del leño en sentido longitudinal son menos consistentes que las observadas en dirección radial.

En la actualidad es extensa la bibliografía en referencia a variabilidad radial de la madera en gimnospermas y en angiospermas, especialmente en los géneros *Eucalyptus*, *Salix* y *Populus* (Megraw, 1985).

La variabilidad longitudinal está menos estudiada, destacándose los trabajos de Alipon (1991) con *Gmelina arborea*, Kroll *et al.*, (1992) para *Populus balsamifera*; Land y Lee (1981) en *Platanus occidentalis*, Akachuku (1985) en *Gmelina arborea*; Wilkens (1988) en *Eucalyptus* sp.; León y Pernía (1999) en *Cordia thaisiana*, donde manifiestan que las variaciones anatómicas longitudinales son menos consistentes que las radiales.

Uno de los aspectos de la calidad de madera más debatidos es el efecto del rango de crecimiento en las propiedades. Larson (1973) refiere que el espesor de anillos, la estructura del anillo y la uniformidad del anillo determinan la calidad de la madera y cada una de ellas puede variar con la variación del rango de crecimiento.

Las maderas de porosidad circular están directamente influenciadas por los diferentes rangos de espesor de anillo influyendo así en la calidad de la madera (Kazumi, 1983).

La variabilidad radial y longitudinal de las siguientes especies del Chaco Argentino fueron estudiadas: *Schinopsis quebracho-colorado* (Giménez y Ríos, 1999); *Aspidosperma quebracho-blanco* (Mogliola y López, 2001); *Prosopis kuntzei* (Giménez et al., 1997); *Prosopis alba* (Giménez et al., 1998), *Prosopis nigra* (Giménez et al., 2003).

*Prosopis ruscifolia* (vinal) habita en el Chaco semiárido y húmedo, es una especie abundante, de porosidad semicircular, siendo un árbol de uso múltiple. Esta especie crea condiciones microambientales para la instalación de especies forestales de mayor valor, tiene la aptitud de rebrotar de cepa. En Argentina es una invasora que en las tres últimas décadas ha cubierto grandes superficies, con posibilidades económicas interesantes (Astrada y Adámoli, 2000).

En el marco del proyecto crecimiento, arquitectura y calidad de madera de nativas del Chaco Semiárido, surge el interés por estudiar parámetros de calidad de la madera de vinal en Santiago del Estero a partir de diferentes variables estructurales. El presente trabajo tiene por objetivo analizar la variabilidad del espesor de los anillos de crecimiento en vinal (*Prosopis ruscifolia* Griseb.) en función de la edad, altura y orientación.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio fue realizado en 10 individuos de "vinal", *Prosopis ruscifolia* Griseb. Mimosaceae, apeados en julio de 2002. Los ejemplares estudiados provienen del bosque nativo de la localidad Loreto, Departamento San Martín, Provincia de Santiago del Estero. La elección de los árboles se realizó en forma selectiva y siguiendo los criterios de individuos con DAP superior a 10 cm; calidad del fuste (sin defectos); posición social (árbol dominante); tipo

de copa (simétrica) y vitalidad (sano).

En cada árbol se midió el DAP, altura de fuste y altura total y se marcó la dirección Norte en el fuste. Los árboles fueron abatidos y se extrajeron rodajas de 5 cm de espesor, en la altura de 0,30m, 1,30 m, 2,30 m, 3,30 m denominadas como alturas 1, 2, 3, 4 respectivamente. La altura 4 corresponde a la rama principal.

Las muestras se cepillaron y lijaron. Para el estudio de los anillos de crecimiento se trabajó con las secciones transversales obtenidas a las diferentes alturas 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 (Aniol, 1991). En este procedimiento se consignó número de años y espesor del anillo con una precisión de centésima de milímetro. Se especificó la calidad de la medición, la media aritmética y desviación estándar. Se analizó el espesor de anillos en referencia a la edad, altura y orientación. El diseño estadístico seguido es el de Parcelas Divididas con estructura de parcelas en bloques (los individuos son los bloques) y donde las parcelas principales son las alturas (con cuatro niveles). En las subparcelas están las orientaciones (con 4 niveles). Aquí hay un cruzamiento con la edad que fue categorizada en clases cada 5 años. Análisis tradicionales de la varianza (parcelas divididas) son válidos para el estudio del crecimiento en el tiempo y para la comparación de crecimiento de grupos de individuos (Juárez de Galíndez, 2001).

## RESULTADOS

El patrón de anillos de crecimiento en vinal presenta márgenes demarcados por una línea angosta clara (Figura 1), que corresponde a una banda de parénquima marginal de hasta tres hileras de células (tipo 2 de Coster, 1927). Hay gradación de poros entre leño temprano y tardío. El leño temprano presenta poros grandes y poco numerosos al inicio del anillo (Figura 2), el leño tardío poros pequeños y numerosos, con predominio de poros racemiformes.

### Variabilidad del anillo según la edad

El espesor promedio de los anillos de crecimiento al DAP es de 5,66 mm (3,3- 6,8), S: 1,17 y CV%: 22,4. El espesor de anillos en función a la edad ajusta a una



Figura 1. Demarcación macroscópica de los anillos de crecimiento.



Figura 2. Inicio del anillo.

ecuación polinómica donde  $y = 0,0028x^3 - 0,1059x^2 + 0,9808x + 3,9997$  con  $R^2: 0,7971$ . En la Figura 3 se indica el espesor del anillo de crecimiento en función de la edad.

Los anillos se incrementan en los primeros años, alcanza el máximo para luego decrecer. Se calculó el IMA radial a 1,30 m, presentando a los 7 años un valor máximo de 6,15 mm (Figura 4).

### Según la Altura

Se analiza la variabilidad de los anillos en función de la altura en el Cuadro 1.

El espesor medio de anillos disminuye con la altura, a excepción de Alt. 3 que corresponde al final del fuste, influyendo el efecto de la ramificación. En la Figura 5 se grafica la evolución del espesor de anillos en función de la edad y la altura. Las curvas de Altura tienen similar tendencia con un pico de espesor entre los 5 y 9 años de edad.

### Según la orientación

Se analizó el espesor de anillos por orientación, indicándose los estadísticos para cada variable en el Cuadro 2.

La orientación N presenta los valores medios mayores; siguiendo en orden decreciente el radio S, en detrimento del E-O. En el Cuadro 3 se indica el Análisis de la Varianza

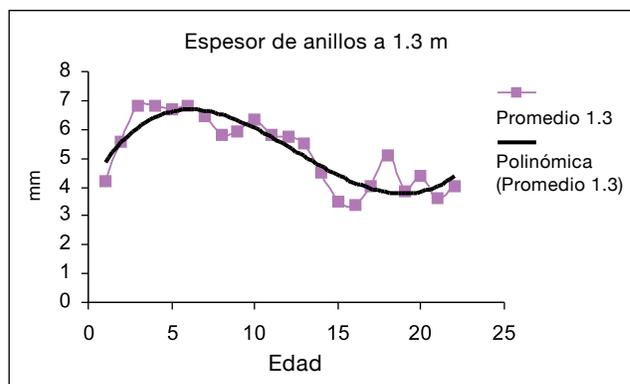


Figura 3. Espesor del anillo de crecimiento en función de la edad.

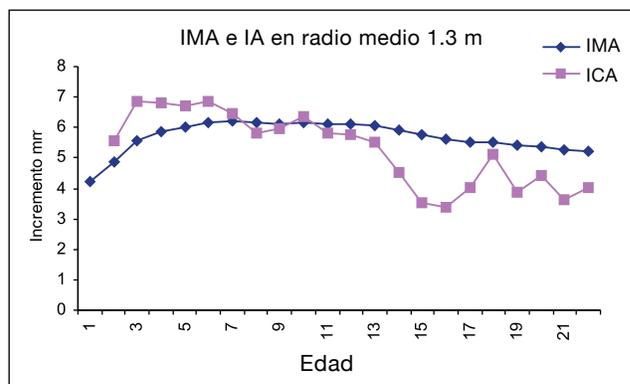


Figura 4. Incremento medio anual e incremento anual radial a 1.3 m.

**Cuadro 1.** Espesor de anillos por Altura (mm).

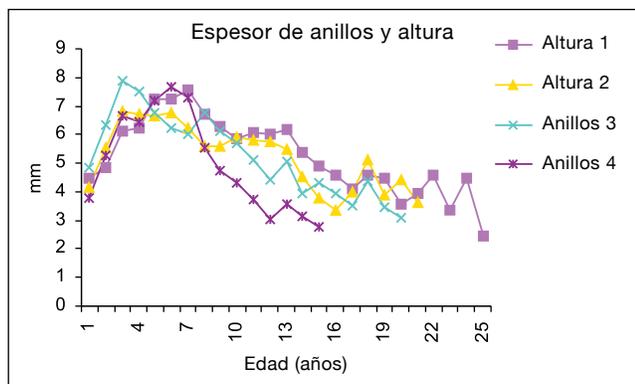
	Alt 1	Alt 2	Alt 3	Alt 4
Promedio	5,79	5,65	6,15	5,53
S	2,62	2,48	2,69	2,45

**Cuadro 2.** Estadísticos del espesor de anillos según la orientación (mm).

Orientación	Media	Mínimo	Máximo	Std. Dev.	CV
N	6,17	2,04	9,52	1,82	29,50
S	5,64	2,02	10,61	1,93	34,22
E	5,32	2,00	11,94	1,88	35,30
O	5,21	2,41	9,72	1,70	32,56

**Cuadro 3.** Análisis de la Varianza- ANOVA.

F.V.	SC	gl	CM	p-valor	Error
Modelo	814,92	93	8,76	<0,0001	
Individuo	209,18	9	23,24	<0,0001	
Altura	19,31	3	6,44	0,3508	Ind. * altura
Altura * individuo	117,15	21	5,58	<0,0001	
Orientación	55,14	3	18,38	<0,0001	
Altura * orientación	20	9	2,22	0,3410	
Edad	272,71	4	68,18	<0,0001	
Altura * edad	85,59	9	9,51	<0,0001	
Orientación * edad	16,46	11	1,50	0,6792	
Orient*Edad*Altura	19,39	24	0,81	0,9944	
Error	641,19	326	1,97		
Total	1456,12	419			



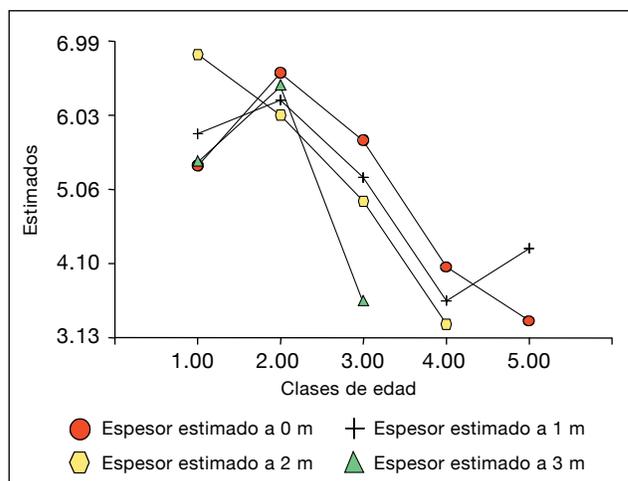
**Figura 5.** Evolución del espesor de anillos en función de la edad y la altura.

El análisis indica que no hay diferencia de los espesores con la altura, no siendo significativa la interacción altura y orientación. Hay diferencia entre las orientaciones e interacción de las clases de edad con altura, según Figura 6.

Los resultados del test Tukey para orientación son los siguientes según Cuadro 4.

El espesor de anillos para la orientación N presenta diferencias estadísticamente significativas con las otras orientaciones. La interacción significativa edad \* altura, no permite estudiar los factores por separado, por lo tanto se mantiene fija la altura y se estudia las diferencias entre espesores para cada clase de edad (de 5 años) según Cuadro 5.

Para la Altura 1 hay diferencias entre los espesores de las clases 1 y 2; 1 difiere de la 4 y 5; 2 con la 4 y 5. Para la Altura 2 hay diferencias entre la 4 y 5 con la 1 y la 2. También aquí se observa que al aumentar la edad disminuye el espesor. Para la altura 3 la 1 difiere claramente de la 4 y de la 3, disminuye el espesor al aumentar la edad. Para la altura 4 la 3 difiere de la 1 y 2.



**Figura 6.** Interacción de variables.

**Cuadro 4.** Test Tukey para orientación.

ORIENTACIÓN	Medias		
O	5,20	A	
E	5,33	A	
S	5,64	A	
N	6,17		B

(Letras distintas indican diferencias significativas ( $p <= 0.05$ ))

**Cuadro 5.** Diferencias entre espesores para cada clase de edad, a alturas fijas.

Altura	Clases edad	Medias			
Altura 1	5	3,36	A		
	4	4,06	A		
	1	5,38		B	
	3.	5,69		B	C
	2	6,57			C
	Altura 2	4	3,61	A	
	5	4,30	A	B	
	3	5,21		B	C
	1	5,80			C
	2	6,22			C
	Altura 3	4	3,31	A	
	3	4,92		B	
	2	6,03		B	C
	1	6,82			C
	Altura 4	3	3,60	A	
	1	5,43		B	
	2	6,39		B	

En general se mantiene la tendencia, a medida que aumenta la edad disminuye el espesor, habiendo pasado por un máximo.

## DISCUSIÓN

Los anillos de crecimiento de vinal presentan las características propias del género *Prosopis* en referencia a la demarcación y clase de anillo (Giménez y Moglia, 1993). Bravo *et al.*, (1995); Bravo *et al.*, (2001), Giménez (1993), Giménez *et al.*, (2001) señalan la alteración del patrón de anillos por presencia de fuego en especies del género *Prosopis*. Ello es un factor que influye en la variabilidad de los anillos.

El vinal se puede considerar que es la especie arbórea del Chaco Semiárido que presenta un crecimiento más rápido (5,66 mm), si se lo compara con otras especies de la región como: *Prosopis nigra* de 3,289mm, con un máximo entre los 30-40 años (Giménez *et al.*, 2000), *Prosopis alba* de 4,05 mm (Giménez *et al.*, 1998); *Prosopis kuntzei*. 3,26 mm (Giménez *et al.*, 1997); *Schinopsis quebracho-colorado* 2,19 mm (Giménez y Ríos, 1999).

Astrada y Adámoli (2000) propusieron pautas de manejo de vinal en Formosa. A partir de 23 individuos apeados se obtuvo un modelo de regresión lineal entre volumen maderable, peso total y área basal. El análisis de los anillos de crecimiento, a través del modelo de Chapman-Richards proporcionó buenos ajustes, no así el modelo de Prodan. Tanto en los vinales jóvenes (aproximadamente 20 años) como en los maduros (más de 50 años), el máximo incremento anual alcanza a los 12 cm al DAP.

En el caso de estudio el máximo de incremento se produce a los 7 años para un diámetro de 9 cm al DAP.

En *Prosopis alba* el espesor de anillos en sus cuatro orientaciones no presentó diferencias significativas. Analizando la varianza por el método de medidas repetidas, incluyendo la variable clasificatoria orientación, el test de contrastes manifestó diferencias significativas sólo entre las orientaciones S y E (Giménez *et al.*, 2001). En *Prosopis kuntzei* el espesor de anillos varía con la orientación. En referencia a la altura no se manifiesta una tendencia determinada de por la cual el árbol a lo largo del fuste se desarrolle más en una dirección. Los valores promedios rotan según la altura y la orientación, aceptando que a lo largo del árbol el crecimiento compensa las diferencias tratando de formar un fuste cilíndrico (Giménez *et al.*, 1997).

En virtud de lo considerado se manifiesta que el patrón de variación de anillos de crecimiento varía con la especie tratada.

## CONCLUSIONES

En base a lo anteriormente expuesto se concluye que:

1. El espesor de los anillos disminuye con la edad, tiene un máximo a los 7 años.
2. Hay un gradiente descendente de espesor de anillos de base al ápice.
3. Los anillos decrecen según la orientación N, S, E y O.
4. Hay interacción edad / altura , considerando fija la altura, a medida que aumenta la edad. disminuye el espesor, pasando por un máximo.

## AGRADECIMIENTOS

El trabajo se realizó en el marco del proyecto de investigación Crecimiento, Arquitectura y Calidad de Madera de Especies Leñosas Nativas del Chaco Seco Argentino, subsidiado por CICYT-UNSE. Se agradece a la Sra. Mirta Sposetti por los preparados microscópicos y a la estudiante Roxana Gerez por su colaboración en el marcado de anillos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKACHUKU, A. 1985. The effect of some extrinsic and intrinsic factors on the proportion of vessels in Gmelina arborea. *Wood Science and Technology*. 19: 1-12.
- ALIPON, M. 1991. Relative density and shrinkage of yemané (*Gmelina arborea* Roxb.) at different age and height. *FPRDI J.* 20 (3/4): 50-60.
- ANIOL, R. 1991. *Computer Aided Tree Rings Analysis System, User manual*. Schleswig, F. Germany. 31 p.
- ASTRADA, E. y ADÁMOLI, J. 2000. *Manejo de vinalares bajo un modelo silvopastoril en el centro-este de Formosa (Argentina): aspectos centrales de la investigación*. Internet
- BRAVO, S., A. GIMÉNEZ Y C. KUNTZ. 1995. Efectos del fuego sobre patrones de crecimiento en leñosas de la región chaqueña. Taller INTA Incendios forestales. 18 p.
- BRAVO, S., A. GIMÉNEZ Y J. G. MOGLIA. 2001. Efectos del fuego en la madera de *Prosopis alba* Griseb. y *Prosopis nigra* Hieron., Mimosaceae. *Revista Bosque*. Universidad Austral de Chile. Vol. 22 (1): 51-63.
- BRISCOE, C., J. HARRIS y D. WYCKOFF. 1963. Variation of specific gravity in plantation grown trees of big leaf mahogany. *Carib. For.* 24: 67-74.
- COSTER, C. 1927. Zur Anatomie und Physiologie der Zuwachszonen und Jahresringbildung in den Tropen. *Ann. Jard. Bot. Buitenzorg* (37): 49-160.
- GIMÉNEZ, A. 1993. Influencia de incendios forestales en crecimiento de *Prosopis nigra*. Actas Congresos Forestal Argentino y Latinoamericano. Paraná, Entre Ríos. AFOA.
- GIMÉNEZ, A. Y 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.
- GIMÉNEZ, A., N. RÍOS y G. MOGLIA. 1997. Leño y corteza de *Prosopis kuntzei* en relación a algunas magnitudes dendrométricas. 1997. *Revista de Investigaciones Agrarias Sistemas y Recursos Forestales*. España- Vol. 6- N:1, 2: 163-182.
- 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. y N. RÍOS. 1999. Crecimiento de *Schinopsis quebracho-colorado*, Anacardiaceae. *Maderas y Bosques- Xalapa*. Méjico: 5 (2): 35-51.
- GIMÉNEZ, A. G. MOGLIA, P. HERNÁNDEZ 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.
- GIMÉNEZ, A., N. RÍOS, J.G. MOGLIA, P. HERNÁNDEZ, y S. BRAVO. 2001. Evolución de las magnitudes dendrométricas en función de la edad en *Prosopis alba* Griseb., algarrobo blanco, Mimosaceae. *Revista Forestal Venezolana* Vol. 45 (1): 175- 183.
- GIMÉNEZ, A., N. RÍOS, J.G. MOGLIA. 2003. Crecimiento de *Prosopis nigra* (algarrobo negro) en Santiago del Estero, Argentina. *Foresta Veracruzana*. Vol. 5 N 2: 17-22.
- JUÁREZ DE GALÍNDEZ, M. 2001. *Modelización Estadística de curvas de crecimiento de árboles en Bosques Nativos: quebracho-colorado, quebracho-blanco y algarrobo blanco*. Tesis para optar al grado académico de Magister. UNC. 131 p.
- KAZUMI, M. 1983. Juvenile wood of hardwood. IUFRO Conference Div 5 Madison, Wisconsin, 28-29.
- KROLL, R., D. RITTER, R. GERTJEJANSEN y K. AU. 1992. Anatomical and physical properties of balsam poplar (*Populus balsamifera*), in Minesota. *Wood and Fibber Sci.* 24: 13-24.
- LAND, S. y J. LEE. 1981. Variation in sycamore wood specific gravity in the South. *Wood Sci.* 13: 166- 170.
- LARSON, P. 1973. The physiological basis for wood specific gravity in conifers. IUFRO Div 5 Meet Brisbane, Australia 2: 672-680.
- LEÓN, W., N. DE PERNÍA, N. 1999. Variabilidad de la madera de *Cordia thaisiana* agostini (Boraginaceae) en sentido longitudinal. *Revista Forestal Venezolana* 43 (1): 33- 42.
- MEGRAW, R. 1985. *Wood quality factors in loblolly pine*. TAPPI Press Atlanta, Georgia, 89 p.
- MOGLIA, J. y C. LÓPEZ. 2001. Tendencia de variación radial del leño en *Aspidosperma quebracho-blanco*.

*Revista de Investigaciones Agrarias- (INIA) Sistemas y Recursos Forestales*. España. Vol. 10 (1): 69-80.

WILKENS, J. 1988. Variation in wood anatomy within species of *Eucalyptus* sp. *IAWA Bull. n.s.* 9: 13-23.

ZOBEL, B. y J. VAN BUIJTENEN. 1989. *Wood variation. Its causes and control*. Springer Series in Wood Science. Springer, Verlag. 355 p.