

## DENSIDAD DE CEDRO (*Cedrela fissilis* Vell.) Y RABO ITÁ (*Lonchocarpus leucanthus* Burk.) EN FUNCIÓN DEL ANCHO DE ANILLOS Y POROSIDAD

José D. Vega, Teresa M. Suirezs

### DENSITY OF CEDAR (*Cedrela fissilis* Vell.) AND RABO ITA (*Lonchocarpus leucanthus* Burk.) IN RELATION TO RING WIDTH AND POROSITY

#### ABSTRACT

This work studied the density of cedar (*Cedrela fissilis* Vell.) and rabo itá (*Lonchocarpus leucanthus* Burk.) wood in relation to rings growth width and type of porosity. The identification of the porosity and classification of the woods, rings measurement and physical tests were carried out. The process consisted of forming groups which were divided into: 1 and 3 (low density) and 2 and 4 (high density). The number of test tubes was of 50 for species. The porosity of cedar wood was semicircular and that of rabo itá was diffuse. The average width of cedar growth rings was of 4.71 mm and of rabo itá was of 3.70 mm. The normal densities of cedar and rabo itá were 0.49 and 0.74 gr/cm<sup>3</sup> respectively. The wider the cedar's growth rings, the higher the wood's specific apparent weight, while the wider the rabo itá's growth rings were, density decreased.

KEY WORDS: Misiones cedar, rabo, densities, growth ring, porosities.

#### RESUMEN

El siguiente trabajo estudia la densidad de la madera de cedro y rabo itá, en función del ancho de anillos de crecimiento y tipo de porosidad. Se realiza la identificación de la porosidad y clasificación de maderas, mensura de anillos y ensayos físicos. El tratamiento consiste en grupos divididos en 1 y 3 (baja densidad) y en 2 y 4 (alta densidad). La cantidad de probetas son de 50 por especie. La porosidad de la madera de cedro es semicircular y de rabo itá difusa. El ancho promedio de los anillos de crecimiento de cedro fue de 4,71 mm y de rabo itá es de 3,70 mm. Las densidades estacionadas de cedro y rabo itá son de 0,49 y 0,74 gr/cm<sup>3</sup> respectivamente. Cuando más ancho es el anillo de cedro, más alta es la densidad de la madera. Cuando más ancho es el anillo de rabo itá, la densidad disminuye.

PALABRAS CLAVE: Cedro misionero, rabo, densidades, anillo de crecimiento, porosidades.

## INTRODUCCIÓN

La provincia de Misiones cuenta con una superficie forestal aproximada de bosques nativos de 1.212.460 ha [1].

El conocimiento de la variabilidad en las propiedades físicas y mecánicas es de fundamental importancia para los usuarios de las maderas al momento de evaluar sus múltiples aplicaciones y para los silvicultores, al momento de fijar los objetivos de producción en términos de manejo [2].

La densidad constituye unas de las propiedades físicas de la madera, y de ella dependen la mayoría de sus características físicas y mecánicas, sirviendo en la práctica como referencia para clasificarlas [3]. Se utiliza tanto en ambientes madereros como en la industria de la pulpa y del papel [4]. Pero todavía se desconocen los valores de densidad de la madera de varias especies comerciales nativas, y más aún el comportamiento de la misma con respecto al ancho de los anillos de crecimiento.

En el comercio de maderas predomina la idea de que las maderas con peso específico aparente alto son características de las maderas con anillos de crecimiento estrecho [3].

Knigge *et al.* [5] concuerdan en que maderas de coníferas con anillos de crecimiento más estrechos son más pesadas y resistentes, ocurriendo lo contrario con las latifoliadas. Para la mayoría de las coníferas, el peso específico aparente aumenta con la disminución del ancho de los anillos de crecimiento, puesto que cuanto más ancho es el anillo se tiene más leño temprano formado [5].

Hartig en 1886, encontró por ejemplo que, en ensayo de coníferas, con un aumento del ancho de los anillos de crecimiento, también se producía una elevación del peso específico aparente [6].

Las relaciones que existen entre el crecimiento y la calidad de la madera son muy complejas en las latifoliadas, en las cuales se ha encontrado un patrón exactamente opuesto al que suele encontrarse en las coníferas; es decir los árboles de crecimiento más rápido tienen pesos específicos más altos que los árboles de crecimiento lento. Esto parece ser cierto en el caso de algunas de las latifoliadas de porosidad anular, como el fresno (*Fraxinus sp.*) y el roble (*Quercus sp.*), pero no es general para las numerosas especies de latifoliadas de porosidad difusa [7].

En latifoliadas con porosidad en anillos se da lo contrario, puesto que los poros de mayor diámetro se localizan apenas al inicio del leño temprano (de baja densidad aparente), cuanto más ancho sea el anillo tendremos mayor porción de leño tardío, de alta densidad aparente [3]. Las latifoliadas de porosidad difusa casi no muestran variación alguna en este sentido, debido a la casi homogénea estructura del tejido celular [3].

Davel *et al.* [8] encontraron que el ancho de anillos por sí solo explica el 46 % de la variación encontrada en la densidad básica de pino oregón (*Pseudotsuga menziesii*).

Por eso, para cada especie se deben efectuar las investigaciones respectivas, para obtener conclusiones valederas [3].

El siguiente trabajo estudió el comportamiento de la densidad de la madera de cedro, *Cedrela fissilis* (Vell.) y rabo itá, *Lonchocarpus leucanthus* (Burk.) en función del ancho de los anillos de crecimiento y del tipo de porosidad. La hipótesis del presente trabajo planteó la existencia de variación de densidad influenciada por el ancho de anillos de crecimiento, dependiendo del tipo de porosidad de la madera.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El material de ensayo que se utilizó en el presente trabajo se obtuvo de maderas comerciales de diferentes industrias, aserraderos, carpinterías que utilizan madera nativa y del área de tecnología de la Facultad de Ciencias Forestales de Eldorado, Misiones.

Las probetas cúbicas de madera fueron confeccionadas según Norma IRAM 9544 [9]. Poseen una dimensión de 20 mm de ancho, por 20 mm de alto por 20 mm de longitud, con todas sus caras íntegramente lijadas. (Véase Figuras 2 y 4, pág. 11 y 12 respectivamente).

### Toma de muestra

La cantidad de las mismas fueron de 50 por especie. La cantidad de muestras a tomar fueron determinadas de la siguiente manera:

$$n = b \cdot r \cdot K: 2.25.2 = 100 \quad (1)$$

siendo:

$K$  = número de especies

$r$  = número de repeticiones por grupo

$b$  = grupos de densidad

$n$  = número total de muestras

### Determinación del tipo de porosidad y medición de anillos

Para determinar el tipo de porosidad, se usó la clave de identificación para maderas y el estudio de identificación y

descripción de maderas comerciales [10, 11]. Para identificar y medir el ancho de los anillos de crecimiento se utilizó lupa y calibre de precisión marca SOMET.

### Determinación de las densidades y clasificación de madera

El peso de las probetas se determinó por el método de pesadas sucesivas, por medio de una balanza eléctrica SIPEL, estufa y accesorios de laboratorio. El volumen de las mismas fue realizado por el principio de Arquímedes. Este consiste en medir el volumen de la probeta de madera en función del peso del líquido desplazado por inmersión, es decir por medición del empuje. Al sumergir la pieza en un recipiente con agua, se produce una diferencia, equivalente al peso del agua desplazada, equivalente al volumen de la pieza sumergida. Se puede establecer la siguiente ecuación de equilibrio:

$$P = E \quad (2)$$

$P$  = (peso del líquido desplazado) gr

$E$  = (empuje del líquido desplazado) gr

Por hidrostática se tiene:

$$E = V \cdot d \quad (3)$$

donde:

$V$  = (volumen del líquido)  $\text{cm}^3$

$d$  = (densidad del líquido)  $\text{gr}/\text{cm}^3$

Entonces:  $P = V \cdot d$ ,

$$\text{de donde se tendrá que, } V = P / d \quad (4)$$

En consecuencia los cálculos para la determinación de las densidades fueron realizados con las siguientes fórmulas:

Densidad estacionada o normal: ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )

$$DN = m_{12} / V_{12} \quad (5)$$

$m_{12}$  = Peso estacionado (gr)

$V_{12}$  = Volumen estacionado ( $\text{cm}^3$ ).

Densidad anhidra: ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )

$$DA = m_0 / V_0 \quad (6)$$

$m_0$  = Peso seco (gr)

$V_0$  = Volumen seco ( $\text{cm}^3$ ).

Densidad saturada: ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )

$$DS = m_S / V_S \quad (7)$$

$m_S$  = Peso saturado (gr)

$V_S$  = Volumen saturado ( $\text{cm}^3$ ).

Densidad básica: ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )

$$DB = m_0 / V_S \quad (8)$$

$m_0$  = Peso seco (gr)

$V_S$  = Volumen saturado ( $\text{cm}^3$ ).

Para clasificar las maderas se utilizó la clasificación de maderas citada por [12]. El autor cita la clasificación de García y García, donde la densidad de la madera la divide en cinco clases: muy liviana, liviana, semipesadas, pesadas y muy pesadas.

### Metodología empleada

La metodología empleada consistió en la formación de grupos que se dividieron en 1b y 3b (de baja densidad) y en 2a y 4a (alta densidad) para las 2 especies. En cada grupo de densidad se analizó el comportamiento del ancho y el número de anillos promedio y de las densidades obtenidas. Los datos se registraron en una planilla confeccionada para cada caso. Se realizó el análisis de variancia (ANOVA) con sus correspondientes hipótesis.

La hipótesis nula y alternativa para el ancho de anillos de crecimiento fueron las siguientes:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 \text{ (AAGDm = AAGDM)} \quad (9)$$

$$H_1: \mu_1 \neq \mu_2 \text{ (AAGDm} \neq \text{AAGDM)}$$

(AAGDm = AAGDM): Anchos de anillos del grupo de baja densidad son iguales al grupo de alta densidad.

(AAGDm  $\neq$  AAGDM): Anchos de anillos del grupo de baja densidad son diferentes al grupo de alta densidad.

El test de Tukey se realizó para la comparación de medias de los grupos de densidad.

### Ajuste de ecuaciones

Se realizó el ajuste del mejor modelo de regresión lineal para la estimación de la densidad de la madera de las especies en función al ancho de anillos de crecimiento. Se utilizó el índice  $R^2$  ajustado y error estándar de la estimación valor F y valor p como parámetros estadísticos de ajuste de las funciones y el coeficiente de Durbin-Watson que comprueba la independencia de los residuos, con un nivel de probabilidad del 95 % [13, 14].

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados presentados corresponden a los obtenidos a través de la clave de identificación de porosidades de maderas y del estudio de identificación y descripción de maderas comerciales.

El tipo de porosidad de *Cedrela fissilis* coincide con lo citado por [15], siendo ésta porosidad la que permite que los anillos de crecimiento sean bien demarcados. El tipo de porosidad de *Lonchocarpus leucanthus* se condice con lo citado por [11].

La descripción macroscópica del leño es la siguiente:

- *Cedrela fissilis* (Vell.): cedro misionero  
Leño de porosidad semicircular con poros solitarios y múltiples bi y tripartidos de forma oval, elíptica o redonda. Poros de la madera temprana uniseriado. El parénquima leñoso se dispone en el leño temprano. Parénquima axial en bandas y no en bandas. Bandas de parénquima axial marginales (o aparentemente marginales), gruesas y paratraqueal vasicéntrico. Anillos de crecimiento bien marcados.
- *Lonchocarpus leucanthus* (Burk.): rabo itá  
Leño con porosidad difusa, con poros dispuestos en patrón no específico, agrupados, generalmente en grupos radiales cortos. Parénquima axial presente, en bandas marginales. Límites de anillos de crecimiento demarcados por parénquima marginal en combinación con zonas de madera tardía casi libre de parénquima y más oscuras.

En la Tabla 1 se observan la media, desvío estándar, variancia y coeficiente de variación para el ancho de anillos de crecimiento del total de las probetas y para cada una de las especies estudiadas.

**Tabla 1.** Ancho de anillos de crecimiento de las distintas especies.

Especie	X	s	s <sup>2</sup>	CV (%)
cedro	4,71	1,16	1,35	24,66
rabo itá	3,70	0,39	0,15	10,53

(X) media; (s) desvío estándar; (s<sup>2</sup>) variancia; (CV) coeficiente de variación.

En la Tabla 2 se observan la media, desvío estándar, variancia y coeficiente de variación de la densidad normal, anhidra, básica y saturada de las dos especies estudiadas, obtenidas de la medición del peso y el volumen del total de las probetas.

**Tabla 2.** Densidades de las distintas especies estudiadas.

	Densidades (gr/cm <sup>3</sup> )	X	s	s <sup>2</sup>	CV (%)
cedro misionero	Normal (14,6 %)	0,49	0,048	0,002	9,78
	Anhidra	0,45	0,036	0,001	8,0
	Saturada	0,81	0,059	0,003	7,22
	Básica	0,40	0,032	0,001	8,07
rabo itá	Normal (12,2 %)	0,74	0,036	0,0013	4,93
	Anhidra	0,71	0,033	0,0011	4,62
	Saturada	1,13	0,035	0,0012	3,06
	Básica	0,59	0,029	0,0008	4,86

(X) media; (s) desvío estándar; (s<sup>2</sup>) variancia; (CV) coeficiente de variación.

Conforme Tinto y citado por [3], la madera de cedro misionero a un porcentaje del 15 % de humedad es de 0,55 gr/cm<sup>3</sup>. Tortorelli [10] cita el valor de 0,55 gr/cm<sup>3</sup> para esta especie [16].

En cuanto a rabo itá, la densidad estacionada obtenida contrasta con lo citado por [17] que cita una densidad de 0,84 gr/cm<sup>3</sup>.

Estas diferencias pueden ser consecuencias de otros factores que afectan a la densidad. Esta posee un patrón de variación con la edad y a la posición tanto longitudinal como radial dentro del árbol [18, 19]. Según Kollmann [6],

las variaciones de la densidad pueden ser tan acentuadas en el sentido longitudinal del árbol, que se pueden sugerir diferentes clases de calidad sólo en función de la posición del origen de las piezas. La variación de la densidad con la altura está ligada a la cantidad de madera juvenil que recorre al árbol axialmente como un cilindro interno desde la base hasta el ápice. El resultado es que las trozas de las copas constan principalmente de madera juvenil, mientras que las de la base del mismo árbol poseen más madera dura con una mayor densidad [20]. La densidad es mayor en la base y va disminuyendo hacia la copa [18].

Esto marca la necesidad de complementar los estudios con la ubicación exacta de los puntos de extracción de las piezas, para obtener el material con el cual se realizarían las determinaciones [21].

En lo que se refiere a la clasificación de maderas, el cedro misionero se encontró dentro de las clasificaciones de livianas y rabo itá dentro de semipesadas.

La Tabla 3 presenta el ancho de anillos promedio, número de anillos promedio, y las distintas densidades según los grupos. Los resultados de los grupos cb1 y ca2 corresponden a la especie de cedro y de los grupos rb3 y ra4 corresponden a rabo itá, cada uno de los cuales se clasificaron en baja densidad (1 y 3) y alta densidad (2 y 4).

**Tabla 3.** Resultados de ancho de anillos, número de anillos y densidades según los grupos.

		Grupos			
		cb(1)	ca(2)	rb(3)	ra(4)
Leño	Ancho anillos (mm) promedio	3,9	5,4	3,9	3,5
	N° anillos promedio	6,5	4,7	5,68	5,52
Densidades gr/cm <sup>3</sup>	Normal	0,45	0,53	0,72	0,77
	Anhidra	0,43	0,48	0,7	0,71
	Saturada	0,79	0,84	1,13	1,13
	Básica	0,38	0,42	0,58	0,6

(1) cedro baja densidad; (2) cedro alta densidad; (3) rabo itá baja densidad; (4) rabo itá alta densidad.

En cedro se observa que el ancho de anillos promedio aumenta y el número de anillos promedio disminuye del grupo cb1 al ca2.

Para el caso de rabo itá este comportamiento parece ser diferente, disminuyendo el ancho de anillos promedio del grupo rb3 al ra4 y con baja variación en el número de anillos.

Cabe destacar que al considerar el valor más bajo y más elevado de densidad obtenidos en el total de las probetas ensayadas, un incremento del ancho de anillos del orden del 55,6 % produjo un aumento en la proporción relativa porcentual de la densidad de cedro de 35,6 %. En cuanto a rabo itá una disminución del ancho de anillos del 27,3 % produjo un aumento en la densidad normal del 22,1 %.

El análisis de variancia para el ancho de anillos de los diferentes grupos de cedro está reflejado en la Tabla 4, con sus respectivos grados de libertad, suma de cuadrados, cuadrado medio, valor F y p.

**Tabla 4.** Análisis de variancia entre anchos anillos de los grupos cb1 y ca2 de cedro.

FV(1)	GL(2)	SC(3)	CM(4)	F(5)	p(6)
Intercepto	1	1108,17	1108,17	1359,04	<0,05
Tratamientos	1	26,95	26,95	33,05	<0,05
Error	48	39,14	0,81		

(1) Fuente de variación; (2) Grados de libertad; (3) Suma de cuadrados; (4) Cuadrado medio; (5) Valor F; (6) Valor p.

Se observa que p es inferior a 0,05 aceptando que el ancho de los anillos del grupo de baja densidad es estadísticamente diferente al grupo de alta densidad.

En la Tabla 5 se encuentra el test de Tukey realizado para la comparación de medias de los grupos de densidad de cedro.

**Tabla 5.** Test de Tukey. Ancho de anillos de cedro.

Grupos de densidad	{cb1} 3,9	{ca2} 5,4
cb(1)		< 0,05(b)
ca(2)	< 0,05(a)	

(1) cedro baja densidad; (2) cedro alta densidad.

Se verifica que el grupo de densidad ca2 posee mayor promedio de ancho de anillos de crecimiento que el grupo de densidad cb1 y que son significativamente diferentes.

El análisis de variancia para el ancho de anillos de los diferentes grupos de rabo itá se encuentra reflejado en la Tabla 6, con sus respectivos grados de libertad, suma de cuadrados, cuadrado medio, valor F y p.

**Tabla 6.** Análisis de variancia entre anchos de anillos de los grupos rb3 y ra4 de rabo itá.

FV(1)	GL(2)	SC(3)	CM(4)	F(5)	p(6)
Intercepto	1	685,09	685,09	5770,33	<0,05
Tratamientos	1	1,75	1,75	14,76	<0,05
Error	48	5,69	0,12		

(1) Fuente de variación; (2) Grados de libertad; (3) Suma de cuadrados; (4) Cuadrado medio; (5) Valor F; (6) Valor p.

Se observa que p es inferior a 0,05, aceptando que el ancho de los anillos del grupo de baja densidad es estadísticamente diferente al del grupo de alta densidad.

En la Tabla 7 se encuentra el test de Tukey realizado para el promedio de ancho de anillos de los grupos de rabo itá.

**Tabla 7.** Test de Tukey. Ancho de anillos de rabo itá.

Grupos de densidad	{rb3} 3,9	{ra4} 3,5
rb(3)		< 0,05(b)
ra(4)	< 0,05(a)	

(3) rabo itá baja densidad; (4) rabo itá alta densidad.

Se verifica que el ancho promedio es mayor en el grupo de densidad rb3 y que es significativamente diferente al promedio de anillos de crecimiento del grupo de densidad ra4.

Los valores de densidad normal o estacionada, ancho de anillos y número de anillos de las probetas de cedro se representan en la Figura 1. Se observa que a medida que se incrementa la densidad normal, aumenta el ancho de anillos. El número de anillos de cedro disminuye a medida que se incrementa la densidad normal o estacionada.

Este comportamiento coincide con lo descrito por [3] para maderas de porosidad circular. Asegura que este hecho se debe a la mayor porción de leño tardío que poseen los anillos más anchos, es decir cuanto más ancho sea el anillo tendremos mayor porción de leño tardío (de alto peso específico aparente) y a que los poros de mayor diámetro se localizan apenas al inicio del leño temprano (de bajo peso específico aparente).

En árboles de porosidad anular, parece ser que se forma cada año un volumen aproximadamente igual de vasos sin importar el crecimiento total alcanzado durante el año. En consecuencia, los árboles de crecimiento lento tendrán una mayor proporción de vasos por unidad de volumen del anillo anual, en comparación con las traqueidas y fibras más densas, y tendrán además una densidad baja. Los árboles de crecimiento rápido continúan produciendo las fibras más densas fuera de la banda de vasos; como consecuencia, la madera tiene una mayor densidad [7].

La Figura 2 representa los valores de densidad normal

o estacionada, ancho y número de anillos de rabo itá. Se puede apreciar que al incrementarse la densidad, se produce una leve disminución en el ancho de anillos. El número de anillos no posee una tendencia marcada, siendo prácticamente constante.

Este comportamiento casi homogéneo fue citado por [3] para maderas de latifoliadas con porosidad difusa. Asegura que las mismas casi no muestran variación alguna en este sentido, debido a la casi homogénea estructura del tejido celular.

En latifoliadas de porosidad difusa, los vasos tienen un diámetro menor y son esencialmente del mismo tamaño, sin importar la época de formación, el número de vasos formados en un anillo anual está estrechamente relacionado con la anchura de éste, y la tasa de crecimiento tiene poco efecto directo sobre la densidad de la madera [7].

La Tabla 8 muestra los estadísticos obtenidos a partir de la regresión entre el ancho de anillos de crecimiento y la densidad normal de cedro misionero.

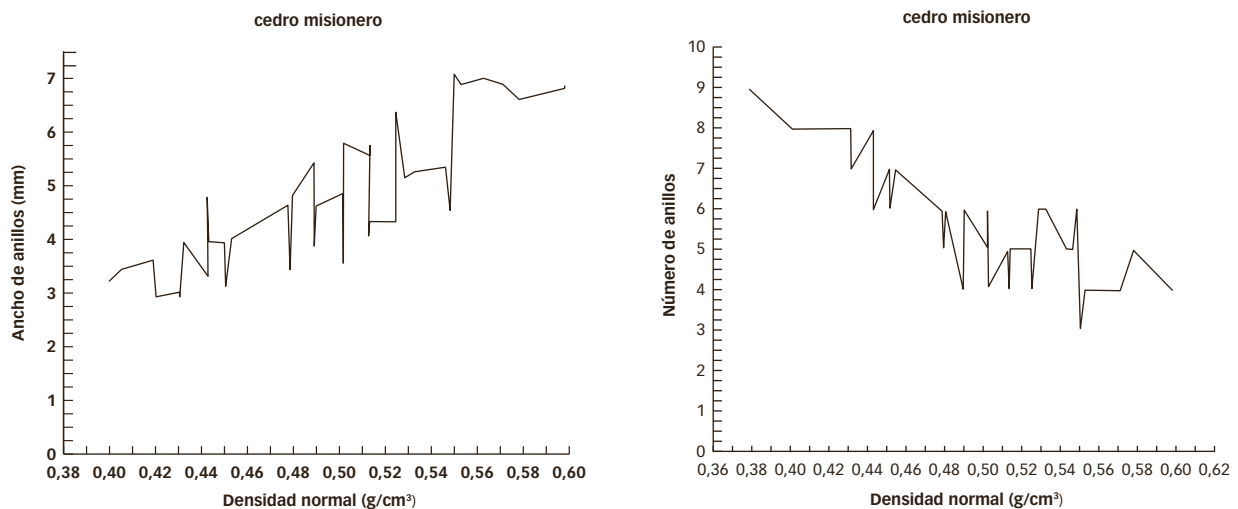


FIGURA 1. Densidad normal o estacionada en función al ancho y número de anillos de cedro misionero.

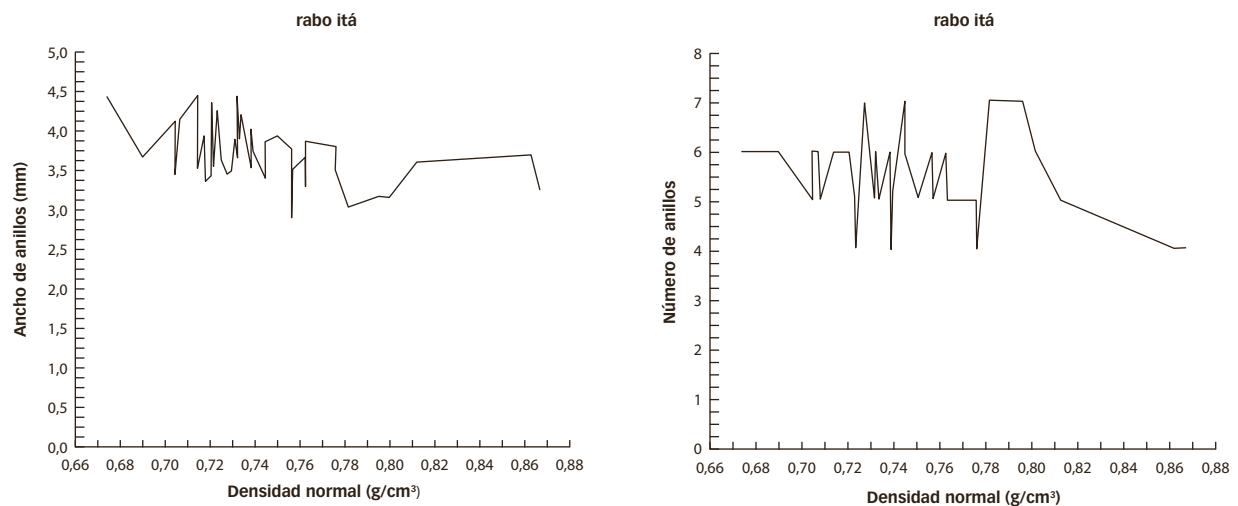


FIGURA 2. Densidad normal o estacionada en función al ancho y número de anillos de rabo itá.

**Tabla 8.** Coeficientes y estadísticos obtenidos de la regresión entre el ancho de anillos de crecimiento y la densidad normal de cedro misionero.

a	b	R2 aj	E	F	p	D
0,328	0,034	0,683	0,027	106,64	< 0,05	1,37

(a y b) Coeficientes; (R2 aj) R2 ajustado; (E) Error estándar; (F) Valor F; (p) Valor p; (D) Estadístico Durbin-Watson.

Los estadísticos de Durbin-Watson obtenidos son aproximados a 2, lo que evidencia ausencia de autocorrelación entre los errores.

La Figura 3 corresponde al análisis de correlación entre la densidad normal o estacionada de cedro misionero y el ancho de los anillos de crecimiento.

Los puntos se distribuyen de forma que pueden ser representados por la ecuación lineal obtenida. Se puede apreciar que el ancho de anillos posee una relación considerable con la densidad, con un R<sup>2</sup> ajustado de 0,68. También se observa como la densidad va en aumento cuando el ancho de los anillos aumenta.

La Tabla 9 muestra los estadísticos obtenidos a partir de la regresión entre el ancho de anillos de crecimiento y la densidad normal de rabo itá.

**Tabla 9.** Coeficientes y estadísticos obtenidos de la regresión entre el ancho de anillos de crecimiento y la densidad normal de rabo itá.

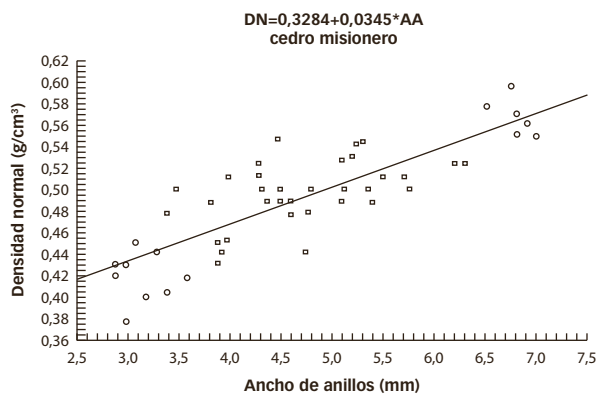
a	b	R2 aj	E	F	p	D
0,9056	- 0,043	0,20	0,032	13,46	< 0,05	0,45

(a y b) Coeficientes; (R2 aj) R2 ajustado; (E) Error estándar; (F) Valor F; (p) Valor p; (D) Estadístico Durbin-Watson.

Los estadísticos de Durbin-Watson obtenidos son aproximados a 1, lo que evidencia autocorrelación positiva, lo que permite inducir que la función obtenida no es satisfactoria.

La Figura 4 representa la relación existente entre el ancho y la densidad normal o estacionada de rabo itá.

La ecuación lineal obtenida no fue satisfactoria debido a la baja relación del ancho de los anillos de crecimiento con la densidad normal. Se puede observar como la densidad disminuye con el aumento del ancho de los anillos, pero dicha relación es baja, con un R<sup>2</sup> ajustado de 0,20. Por ende dicha ecuación no debe ser utilizada para estimaciones de la densidad normal.



**FIGURA 3.** Relación entre la densidad normal o estacionada y el ancho de anillos de crecimiento de cedro.

## CONCLUSIONES

Se obtuvieron variaciones en el comportamiento de la densidad, debido al tipo de porosidad de cada madera y al ancho de anillos de crecimiento.

Cuando más ancho fueron los anillos, disminuyeron el número de anillos y más alta fue la densidad estacionada de la madera de cedro (porosidad semicircular). La correlación entre la densidad normal y el ancho de anillos fue satisfactoria.

Para el caso de rabo itá (porosidad difusa), a medida que aumentó la densidad de rabo itá, disminuyeron el ancho de los anillos pero el número de anillos permaneció con tendencia constante. Se obtuvo una correlación baja entre la densidad normal y el ancho de anillos de crecimiento.

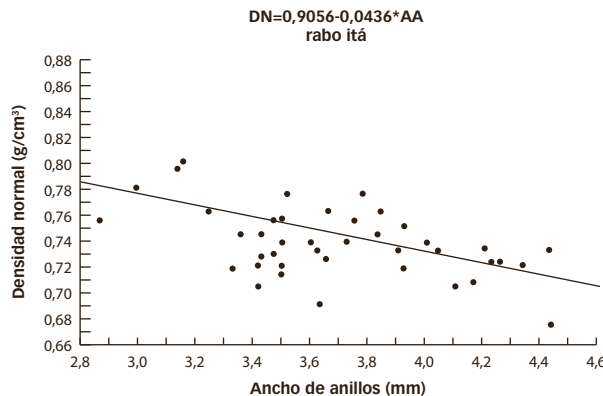
## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Ingeniera Forestal Berger, Silvina y al alumno de 5° año Dummel, Claudio por su ayuda en la obtención de datos y análisis de los mismos. A Barrios, Héctor por el asesoramiento técnico de inglés.

Al laboratorio de Tecnología e Industria de la Facultad de Ciencias Forestales, Eldorado (FCF) por los implementos y herramientas necesarias para realizar el trabajo. A la familia, a Dios y a todas aquellas personas que participaron en este trabajo sin interés particular alguno.

## REFERENCIAS

1. Instituto de Estadísticas y Censos (Indec). Jefatura de Gabinete de Ministros. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. Dirección de Bosques, Unidad de manejo del sistema de evaluación forestal. Superficie de bosques por tipo, según provincia y región natural. Argentina. 2006.
2. Delmastro, R.; Díaz Vaz, J.; Schlatter, J. Variabilidad de las características tecnológicas hereditarias del *Pinus radiata* (D. Don). Informe n° 3.UACH. Chile. 187 p. 1981.



**FIGURA 4.** Relación entre la densidad normal y el ancho de anillos de crecimiento de rabo itá.

3. **Coronel, E.** Fundamentos de las propiedades físicas y mecánicas de las maderas, Primera parte. Fundamentos de las propiedades físicas de las maderas. Editorial El Liberal. Santiago del Estero, Argentina. p. 58–66. 1994.
4. **Núñez, C. E.** Relaciones de conversión entre densidad básica y densidad seca de madera. Revista de Ciencia y Tecnología n° 9. Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales. UNaM. Misiones, Argentina. p. 44–50. 2007.
5. **Knigge, W.; Schulz, H.** Grundriss der Forestbenutzung Verlag Paul Parey, Hamburg and Berlin, Germany. 584 p. 1966.
6. **Kollmann, F.** Tecnología de la Madera y sus aplicaciones. Tomo primero. Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias y Servicio de la Madera. Madrid, España. 1050 p. 1959.
7. **Zobel, B.; Talbert, J.** Técnicas de mejoramiento genético de árboles forestales. Editorial Limusa. Universidad del Estado de Carolina del Norte. USA. 1988.
8. **Davel, M.; Jovanovski, A.; Mohr Bell, D.** Densidad básica de la madera de pino oregón y su relación con las condiciones de crecimiento en la Patagonia Andina Argentina. Revista Bosque 26. Chubut, Argentina. (3): 55–62. 2005.
9. Instituto de Racionalización de Materiales (Iram). Norma técnica n° 9544. Método de determinación de la densidad aparente. Buenos Aires, Argentina. 1973.
10. **Tortorelli, L.** Maderas y Bosques Argentinos. Editorial Acme, S.A.C.I. Buenos Aires, Argentina. 891p.1956.
11. **Richter, H.G.; Dallwitz, M. J.** Commercial timbers: descriptions, illustrations, identification, and information retrieval. Versión en español. 2006.
12. **Coronel, E.** Fundamentos de las propiedades físicas y mecánicas de las maderas, Segunda parte. Fundamentos de las propiedades físicas de las maderas. Instituto de tecnología de la madera. Facultad de Ciencias Forestales. Santiago del Estero, Argentina. p. 43–63. 1995.
13. **Sokal, R. R.; Rohlf, F.** Biometría. Principios y métodos estadísticos de la investigación biológica. H. Blume Ed. Madrid. 832 p. 1979.
14. **Pardé, J.; Bouchon, J.** Dasometría. Segunda edición de dendrometría traducida de “L Ecole National du Génie Rural as Eaux et dess Foresta”. Edición española. Francia. 382 p. 1994.
15. **Garland, M. H.; Vogel, H.** Ficha técnica de Árboles de Misiones. Revista Yvyrareta País de Árboles n° 7. Facultad de Ciencias Forestales. UNaM. ISIF. Misiones, Argentina. 1996.
16. **Tinto, J. C.** Aporte del sector forestal a la construcción de viviendas. Folleto Técnico Forestal n° 44. IFONA. Buenos Aires, Argentina. 1978.
17. **López, J. A.; Little, E.; Ritz, G.; Rombold, J.; Hahn, W.** Árboles comunes del Paraguay: Ñande yvyrá mata kuera. Cuerpo de Paz. Paraguay. 425 p. 1987.
18. **Megraw, R. A.** Wood quality factors in Loblolly pine. TAPP PRESS. Atlanta. 88 p.1985.
19. **López, J. A.; Staffieri, G. M.** Variación radial de la densidad de la madera de *Eucalyptus grandis* y *Eucalyptus dunii* a los 21 años de edad. EEA INTA Bella Vista. Corrientes, Argentina. 2003.
20. **Zobel, B.** *Eucalyptus* in the forest industry. TAPPI 71(12): 42–46. 1988.
21. **Monteoliva, S.; Senisterra, G.; Marquina, J.; Marlats, R.; Villegas, S.** Estudio de la variación de la densidad básica de la madera de ocho clones de sauce (*Salix spp.*) Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. UNLP. Buenos Aires, Argentina. p. 77–82. 2002.

Recibido: 25/10/07.

Aprobado: 07/10/08.

• Teresa María Suirezs

Ingeniero Forestal. Magister en Ciencias de la madera, Celulosa y Papel. Facultad de Ciencias Forestales y Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales. UNaM. 2000. Formación Docente para Técnicos. Ministerio de Cultura y Educación de la Provincia de Misiones. Consejo General de Educación. 1999. Docente de Propiedades físicas, químicas y mecánicas de la madera, Secado y preservación de la carrera Ingeniería forestal. Estructura y propiedades de la madera, secado e impregnación de la carrera en técnico en industria de la madera.

• José Daniel Vega

Argentino. Técnico Forestal. Instituto Agrotécnico Víctor Navajas Centeno.1999.Gob. Virasoro, Corrientes. Alumno de 5to año de la carrera de Ingeniería Forestal de la Facultad de Ciencias Forestales de Eldorado, Misiones.

Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Misiones. Bertoni 124 Km 3. (3380). Eldorado, Provincia de Misiones. Argentina. (danivega22@yahoo.com.ar).