

DENSIDAD DE LA MADERA: VARIACIÓN AXIAL Y RADIAL EN DOS CLONES DE *Salix sp.*

WOOD DENSITY: AXIAL AND RADIAL VARIATION IN TWO *Salix sp.* clones.

María Silvina Villegas¹
Raúl Marlats²

¹ Becaria de Perfeccionamiento UNLP. FCAF, UNLP, Fax ++54 (221) 4252346, E-mail: dendrologia@ceres.agro.unlp.edu.ar

² Profesor Titular Silvicultura. FCAF, UNLP, Investigador CIC PBA Fax ++54 (221) 4252346, E-mail: rmarlats@ceres.agro.unlp.edu.ar

SUMMARY

The purpose of this work was to determine the wood variation in *Salix babylonica* L. x *Salix alba* L. cv. "A-131-25" and *Salix babylonica* var. *sacramenta* H., cultivated in Delta of Paraná (Argentina). Thirty two trees were sampled to evaluate basic density axial and radial variation. Samples were taken at three heights (1,30 m; 25% and 65% of commercial height) and at three positions from pith to bark (33 % of radial distance for each one). Density values obtained were analyzed by Analysis of Variance and Tukey test.

The results showed that wood basic density changed with sampling height, radial position and between trees.

Key words: wood quality; basic density; *Salix*; Delta of Paraná River.

RESUMEN

El objetivo del trabajo fue determinar las variaciones axial y radial de la densidad básica de la madera de *Salix babylonica* L. x *Salix alba* L. cv. "A-131-25" y *Salix babylonica* var. *sacramenta* H., cultivados en el Delta del río Paraná. La evaluación se realizó en 32 árboles, tres alturas sobre el fuste (1,30 m; 25% y 65% de la altura comercial) y tres posiciones radiales (tercios interno, medio y externo). A los resultados obtenidos se les aplicó el análisis de la varianza y test de Tukey.

La densidad básica varió con la altura de muestreo y la posición en el radio. Los diferentes árboles fueron una fuente de variación influyente.

Palabras clave: calidad de madera; densidad básica; *Salix*; Delta del río Paraná.

INTRODUCCION

Alcanzar mayores valores sobre los caracteres de supervivencia, crecimiento, forma, resistencia a plagas y enfermedades, constituye el objetivo tradicional de los programas de mejoramiento genético forestal, agregándose luego, la calidad de las maderas (CERRILLO, 1997).

Desde un punto de vista celulósico-papelero, la propiedad que más ha sido estudiada como indicadora de calidad, es la densidad básica. La importancia de la densidad radica en su relación con las propiedades del producto final y con el rendimiento en celulosa. Es una característica que combina una alta heredabilidad con un amplio patrón de variación, permitiendo obtener buenas ganancias en un plan de mejoramiento genético. Dentro de una misma especie, la densidad puede variar según la procedencia, sitio, clon, edad, entre árboles

y dentro de un mismo ejemplar, tanto en sentido vertical como horizontal (B. DE GUTH y RAGONESE, 1980; B. DE GUTH y PIUSSAN, 1987; DEKA *et al.*, 1992; NOVARESI *et al.*, 1997; GARTNER *et al.*, 1997; MONTEOLIVA *et al.*, 2002, 2003; VILLEGAS *et al.*, 2002a, 2002b).

El objetivo de este trabajo fue analizar las variaciones axial y radial de la densidad básica de la madera, en dos clones de *Salix* cultivados en el Delta del río Paraná.

MATERIALES Y METODOS

Se trabajó sobre árboles implantados en dos sitios del Bajo Delta, Buenos Aires, Argentina: 1- Dentro de dique (5.50 m de cota) y 2- Fuera de dique. Los clones utilizados fueron: *Salix babylonica* var. *sacramenta* (sauce americano) y el sauce híbrido *S. babylonica* x *S. alba* cv. "A-131-25". Se seleccionaron 8 árboles por clon por sitio. Los ejemplares de sauce americano contaban con 11 y 13 años de edad y los del sauce híbrido tenían 10 y 8 años de edad, en los sitios 1 y 2, respectivamente.

En cada ejemplar se marcó la altura del pecho (DAP) a 1.30 m y se procedió al apeo. Se retiraron discos de 3 cm de espesor en tres niveles de muestreo axial: AP, 25% y 65% de la altura comercial (HC), denominadas alturas 1, 2 y 3, respectivamente.

Cada disco se descortezó y se le extrajeron cuñas de aproximadamente 20° en dos direcciones radiales cardinales opuestas al azar; luego se obtuvieron tres probetas de cada cuña (1, 2 y 3, en el sentido médula-corteza), proporcionales a la longitud del radio del disco, abarcando cada una un tercio del mismo. El número de probetas fue de 6 por altura, 18 por árbol, sobre las que se determinó la densidad en cada según la norma TAPPI 258-om-94.

Se efectuaron análisis de la varianza para cada combinación clon - sitio en forma separada. Las fuentes de variación consideradas fueron: árbol, altura de muestreo, posición en el radio y orientación cardinal (radio). Sobre aquellos efectos principales que presentaron diferencias significativas, se aplicó el test de comparaciones de medias de Tukey,

RESULTADOS

En **Tabla 1** se presentan los resultados de los análisis de varianza efectuados por clon y sitio.

Tabla 1. Resultados de los análisis de la varianza para densidad básica (g/cm³), en sauces americano e híbrido "A 131-15", sitios 1 y 2.

Table 1. Analysis of variance results for basic density (g/cm³), in american and hybrid "A 131-25" willows, sites 1 and 2.

	Sitio 1	Sitio 2
Sauce americano	A	H (1-2)
	H (1-3)	P (todas)
	P (todas)	
Sauce híbrido "A 131-25"	A	A
	H (1-3)	P (todas)
	P (todas)	

Las letras mayúsculas indican qué fuente de variación resultó estadísticamente significativa.

Referencias: - A: árbol
- H: altura o nivel de muestreo
- P: posición radial

Entre paréntesis se indica qué altura o posición se diferenció significativamente del resto.

Variación axial

El **Gráfico 1** muestra la tendencia seguida por los valores medios de densidad básica a lo largo del eje del árbol, en sauce americano cultivado en los sitios 1 y 2.

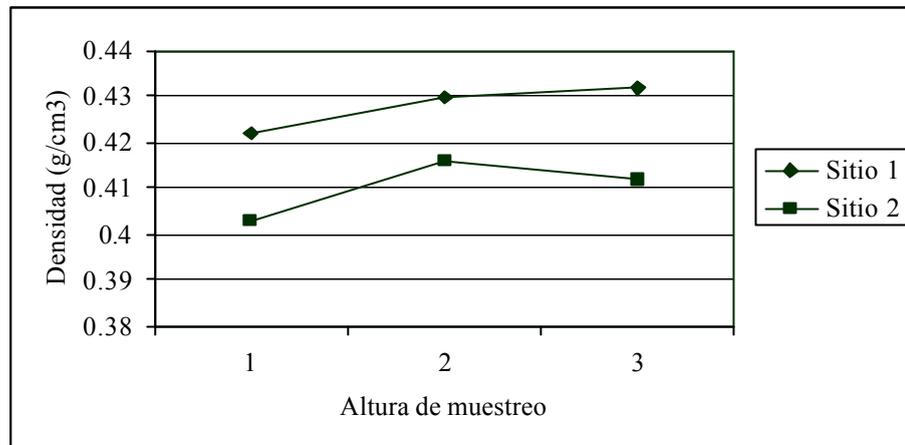


Gráfico 1.Valores medios de densidad básica (g/cm^3) según altura de muestreo para sauce americano en sitios 1 y 2.

Graphic 1.Basic density (g/cm^3) mean values by sampling height for american willow in sites 1 and 2.

En ambos sitios, la densidad manifestó un aumento entre la AP y el 25% de la altura comercial. Los valores continuaron ascendiendo entre ese nivel y el 65% HC en el sitio 1, mientras que en el sitio 2, se produjo una disminución de la densidad entre los dos últimos niveles de muestreo. Los valores de densidad difirieron significativamente entre AP y 65% HC en el sitio 1 y entre AP y 25% HC en el sitio 2 (**Tabla 1**).

El **Gráfico 2** muestra la tendencia presentada por la densidad básica en sentido axial, para el sauce híbrido “A 131-25”, en cada uno de los sitios estudiados.

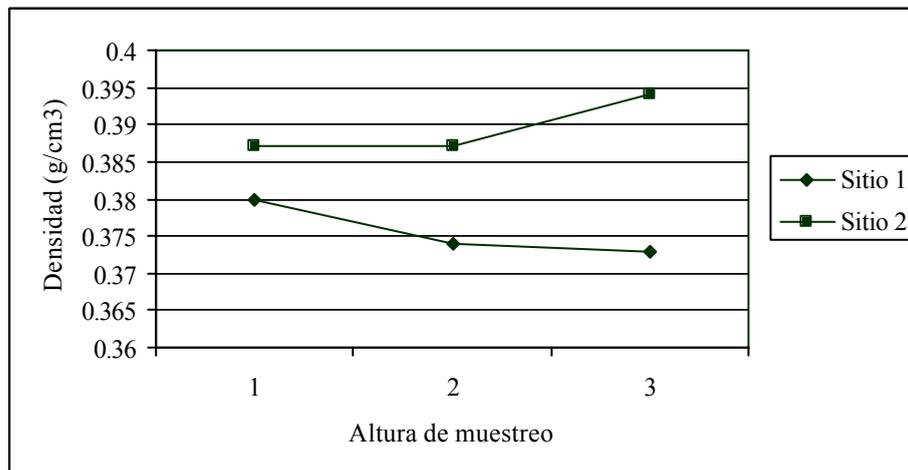


Gráfico 2.Valores medios de densidad básica (g/cm^3) según altura de muestreo para sauce híbrido “A 131-35” en sitios 1 y 2.

Graphic 2.Basic density (g/cm^3) mean values by sampling height for “A 131-25” hybrid willow in sites 1 and 2.

En este clon, la variación axial de la densidad fue muy diferente según el sitio. En el 1, la variable disminuyó en sentido base – ápice, detectándose diferencias significativas sólo entre el 1° y 3° niveles de muestreo (**Tabla 1**). En el segundo sitio, la altura no resultó una

fuente de variación significativa, si bien la tendencia seguida se corresponde más con la hallada en sauce americano (aumento de la densidad a lo largo del fuste).

El modelo de variación axial presentado por el sauce americano es similar con los reportes de B. DE GUTH y PIUSSAN (1987), quienes muestrearon a ocho alturas fijas en *Salix nigra*, y con los de NOVARESI *et al.* (1997), que encontraron un aumento seguido de disminución de la densidad, tal como se describió para el sitio 2. El sauce híbrido del sitio 1 mostró un comportamiento de la densidad (descenso con la altura) que se corresponde con el hallado para ese mismo clon en otro sitio del Delta (MONTEOLIVA *et al.*, 2002; VILLEGAS *et al.*, 2002a), si bien en dicho sitio la densidad disminuyó entre los dos primeros niveles de muestreo (1.30m y 4.30m), para luego estabilizarse o ascender levemente. B. DE GUTH y RAGONESE (1980), DEKA *et al.* (1992) y VILLEGAS *et al.*, (2002b) no encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los valores de densidad básica según la altura de muestreo, tal como ocurrió con el sauce híbrido en el sitio 2.

Variación radial

El **Gráfico 3** muestra el comportamiento de la densidad básica en sentido médula-corteza para el sauce americano creciendo en el sitio 1.

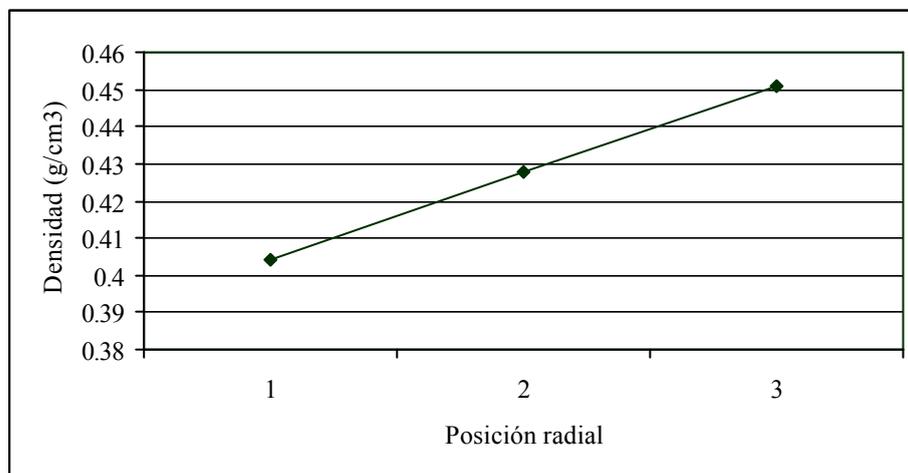


Gráfico 3. Valores medios de densidad básica (g/cm³) según posición radial para sauce americano en el sitio 1.

Graphic 3. Basic density (g/cm³) mean values by radial position for american willow in site 1.

En ambos sitios de producción y para los dos clones, la tendencia fue exactamente igual a la representada en el **Gráfico 3**. Como puede apreciarse en **Tabla 1**, la posición radial resultó una fuente de variación significativa en todos los casos. El patrón hallado fue un aumento de la variable desde la médula hasta la corteza, presentándose diferencias significativas entre todas las posiciones radiales.

Lo anterior coincide con lo descrito por VILLEGAS *et al.* (2002a) para el híbrido “A 131-25” cultivado en otro sitio. B. DE GUTH y PIUSSAN (1987) también reportan un aumento de la densidad en *Salix nigra* hasta los 8-10 años, seguido de una disminución de los valores hacia la corteza. Por el contrario, DEKA *et al.*, (1992) en varios clones de *Salix* y VILLEGAS *et al.* (2002b) para sauce americano, no hallaron variaciones de la densidad en sentido horizontal que resultaran estadísticamente significativas.

Como se aprecia en **Tabla 1**, los árboles difirieron significativamente entre sí, para el sauce híbrido en ambos sitios y para el sauce americano en el sitio 1. Según GARTNER *et al.*, (1997) es común una gran variación de densidad entre árboles para las especies de porosidad difusa, como es el caso de los sauces. Su conocimiento debe ser atendido pues está ligado a la calidad de las maderas y consecuentemente a la aptitud celulósico- papelera (CERRILLO,

1997). En el presente estudio, todos los árboles pertenecientes a un mismo clon son genéticamente idénticos entre sí. Sin embargo, las diferencias entre individuos resultaron estadísticamente significativas, coincidiendo con lo hallado por MONTEOLIVA *et al.*, (2003) para seis clones de *Salix* y con VILLEGAS *et al.*, (2002a, 2002b), para sauce híbrido y americano, respectivamente.

El factor radio (u orientación cardinal) no resultó una fuente de variación significativa.

CONCLUSIONES

- La variación axial de la densidad fue diferente según el clon y sitio. El sauce americano presentó en general un aumento de la variable con la altura, mientras que en el sauce híbrido los valores disminuyeron en sentido base-ápice o se mantuvieron sin cambios.
- La variación radial de la densidad mostró un significativo aumento desde la médula hacia la corteza para ambos clones y en ambos sitios.
- Se detectaron valores de densidad estadísticamente diferentes entre los individuos analizados, a excepción del sauce americano en sitio 2.

BIBLIOGRAFIA

- BONAVIA DE GUTH, E. y Ragonese, A. 1980. Evaluación de las características del leño en relación a la calidad del papel de algunos híbridos de sauces obtenidos en Castelar (INTA). IDIA n°393-394: 25-30.
- BONAVIA DE GUTH, E. y Piussan, C.M. 1987. Variación de las características del leño del individuo en *Salix nigra* cultivado en el Delta del Paraná. CIEF. Simposio sobre silvicultura y mejoramiento genético de especies forestales. Tomo IV: 219-235.
- CERRILLO, T. 1997. Mejoramiento de álamos y sauces. II Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano "Forestar y Crecer" Posadas, Misiones, Argentina: 10pp.
- DEKA, G.C.; Wong, B.M. y Roy, D.N. 1992. Suitability of hybrid willow as a source of pulp. *Journal of Wood Chemistry and Technology* 12: 197-211.
- GARTNER, B.L.; Lei, H. y Milota, M.R. 1997. Variation in the anatomy and specific gravity of wood within and between trees of red alder (*Alnus rubra* Bong.). *Wood and Fiber Science* 29 (1): 10-20.
- MONTEOLIVA, S.; Senisterra, G.; Marquina, J.; Marlats, R. y Villegas, M.S. 2002. Estudio de la variación de la densidad básica de la madera de ocho clones de sauce (*Salix spp.*). *Revista Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales*. (UNLP) 105 (1): 29-34.
- MONTEOLIVA, S.; Senisterra, G. y Marlats, R. 2003. Influencia del sitio en la variación y heredabilidad de la densidad básica de la madera y longitud de fibras de 6 clones de sauces (*Salix spp.*). (Inédito).
- NOVARESI, M.P.; Delorenzi, F., De Rosa, G.P.; Cervantes, P. y Rozas, C. 1997. Aptitud de Salicáceas para la industria del papel. CICELPA. Informe Técnico n° OT 18-2927: 19pp.

- VILLEGAS, M.S.; Marquina, J.; Marlats, R. 2002a. *Salix babylonica* x *Salix alba* cv. "A-131-25". Variaciones axial y radial de la densidad básica de su madera. IX Jornadas Técnicas Eldorado, Misiones, Argentina. Actas en CD: 5 pp.
- VILLEGAS, M.S.; Marquina, J.; Monteoliva, S.E.; Senisterra, M.G. y Marlats, R. 2002b. *Salix babylonica* var. *sacramenta* (sauce americano). Variaciones axial y radial de la densidad básica de su madera. II Cong.reso Forestal Latinoamericano (CONFLAT) "Bienes y servicios del bosque, fuente de desarrollo sostenible". Actas en CD: 7 pp.