



## EVALUACIÓN DE ALBURA Y DURAMEN DE EJEMPLARES JOVENES DE ORIGEN CAMPO DURAN DE ALGARROBO BLANCO

A. Lorena S. PERNOCHI<sup>1</sup>, Lujan SCALINI<sup>2</sup>, Marcos A. ATANASIO<sup>1</sup>

### RESUMEN

El algarrobo blanco es una especie destacada del parque chaqueño por sus múltiples usos, siendo uno de los principales, por su gran valor económico, la utilización de la madera para usos industriales. Por ello, el algarrobo blanco es una de las especies nativas usadas en programas de forestación y mejoramiento de Argentina. Algunos resultados de estos programas es la selección de un origen que se destaca por su crecimiento en diámetro y altura. En la EEA Sáenz Peña, Chaco, se implementaron ensayos con material seleccionado en diferentes arreglos y densidades iniciales. Se evaluó la duraminización de la madera de algarrobo de raleo a los 8 años en individuos que crecieron bajo: Rodal distanciamiento 3 m x 3 m, Líneas simple distanciamiento 3 m x 7 m y Doble línea 2,5 m x 4 m x 14 m. Los valores obtenidos de proporción de duramen para este material variaron de 78 % a 81 %. Se obtuvieron diferencias significativas para el espesor de la albura, la proporción del duramen y la relación duramen/albura en los diferentes arreglos y a diferentes alturas en el árbol siendo el arreglo líneas simple el de menor proporción de duramen y mayor espesor de albura.

**Palabras clave:** *Neltuma alba*, densidades iniciales, madera, raleo

### 1. INTRODUCCIÓN

El algarrobo blanco (*Neltuma alba*) es una especie muy importante para la provincia del Chaco no solo por su representatividad en los montes chaqueños sino por los múltiples usos que tiene (Fontana et al., 2020). Se destaca el uso de su madera muy utilizada para la producción de muebles y aberturas, siendo la segunda especie de importancia industrial para la provincia del Chaco. Esta especie nativa es utilizada en programas de forestación en la República Argentina y actualmente se encuentra en un proceso de domesticación y mejoramiento en el cual participan diferentes instituciones de investigación, nacionales y provinciales del país (Verga, 2014). El Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) ha trabajado desde 2004 en un programa de mejoramiento y conservación del algarrobo blanco. En estos estudios se ha seleccionado el origen denominado Campo Durán que se destaca, presentando mayores crecimientos, tanto en diámetro como en altura (López Lauenstein et al., 2014). Existen estudios que muestran que este origen tiene un crecimiento inicial destacado en la provincia del Chaco (Atanasio y Pernochi, 2019). También se han desarrollado investigaciones en cuanto al manejo silvicultural de la especie (Atanasio 2014 a y b), su manejo integrado a la ganadería en sistemas silvopastoriles (Atanasio et al., 2018) y aspectos financieros de estos sistemas (Pernochi et al., 2021). Sin embargo, no se han realizado estudios que caractericen la madera de algarrobo blanco de este material selecto creciendo en la provincia del Chaco. Por otra parte, la madera de raleos iniciales produce en general piezas de pequeñas dimensiones, cuyo destino en el caso del algarrobo es la leña. Es posible otras alternativas de usos para diámetros relativamente pequeños y de menor longitud como ser los ensambles tipo *finger joint* que se están comenzando a utilizar en aserraderos de la zona.

Uno de los caracteres macroscópicos más importantes de la madera es la proporción de duramen/albura ya que la madera de calidad para la industria del aserrado es preferentemente aquella con mayor proporción de duramen. La variación en la proporción y características del duramen varían con las especies, el genotipo, edad, posición en el árbol, tasa de crecimiento, y su manejo silvicultural

<sup>1</sup>INTA Estación Experimental Agropecuaria Sáenz Peña. [atanasio.marcos@inta.gob.ar](mailto:atanasio.marcos@inta.gob.ar); [pernochi.lorena@inta.gob.ar](mailto:pernochi.lorena@inta.gob.ar);

<sup>2</sup> Becaria ICCTI 2023-2024. [lujanscalini@gmail.com](mailto:lujanscalini@gmail.com)

entre otros aspectos (Cherelli et al., 2018; Kumar y Dhillon, 2014; Martínez et al., 2022). El objetivo del presente trabajo es evaluar la proporción de duramen, y la relación duramen/albura de la madera de raleo de algarrobo origen Campo Durán creciendo en diferentes distanciamientos y densidades.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron 30 árboles de 8 años provenientes de raleos selectivos por lo bajo de ensayos de diferentes distanciamientos y densidades de algarrobo blanco (*Neltuma alba*) origen Campo Durán. Los ensayos se instalaron en marzo de 2015 en la Estación Experimental de INTA Sáenz Peña en la localidad de Presidencia Roque Sáenz Peña, provincia del Chaco, ubicado a los 26° 49' 41" de latitud sur y 60° 26' 45" de longitud oeste. El clima de la región es Subtropical intermedia entre marítima subhúmeda y continental seca, la precipitación promedio anual es de 999 mm, las lluvias se concentran entre octubre y abril, con meses críticos (junio a agosto) de escasas precipitaciones. La temperatura media anual es de 22,5 °C, máxima de 28,2 °C y mínima de 14,8 °C, con extremos de -8,7 °C en agosto y 44,2 °C en diciembre. Los días con peligro de heladas meteorológicas, van desde el 12 de mayo hasta el 26 de setiembre y rango de 174 días/año promedio en las heladas agrometeorológicas. Los diferentes arreglos de plantación fueron: rodal macizo con una densidad inicial de 1.111 plantas/ha (3 m x 3 m) en una superficie de 3 hectáreas. Sistema silvopastoril de doble línea, con densidad inicial de 375 plantas dispuestas en doble línea de 2,5 m x 4 m separados por 14 m sin árboles en una superficie de 2 hectáreas. Sistema de líneas simples con una densidad de 376 plantas iniciales dispuestas a 7 m x 3 m, en una superficie de 1,5 hectáreas. En el rodal macizo se aplicó un primer raleo a la edad de 3 años dejando una densidad de 900 árboles por hectárea. A la edad de 8 años se realizaron raleos del 30% de la densidad total, en cada uno de estos tratamientos, siendo el primer raleo para los tratamientos doble línea y línea simple y el segundo raleo para el Rodal. El raleo aplicado fue selectivo, se eliminaron individuos de mala forma, de menor crecimiento, inclinados. A cada uno de los árboles raleados se les midió el DAP (diámetro a una altura de 1,3 m sobre el suelo) en pie con forcípula. Se seleccionaron diez árboles por cada tratamiento (30 árboles en total), a ellos, además del DAP, se determinó la forma o rectitud del fuste a través de una escala con tres categorías observadas (B) buena, (R) regular y (M) mala. Una vez apeados, se les midió altura de fuste y altura total con cinta métrica, y luego se procedió al trozado y a la toma de muestras. Las mismas consistieron en rodajas de maderas de 5 cm de espesor aproximadamente, que se sacaron de la base del árbol y a la altura del DAP. Un total de 60 muestras fueron identificadas con códigos correspondientes al tratamiento, el número de árbol y la posición en el árbol (base o DAP), también se marcó la posición del norte. Las muestras fueron acondicionadas de la siguiente manera: Las rodajas fueron secadas al aire y pulidas en una de las superficies transversales con lijas de granulometría creciente (80-100).



**Imagen 1.** Muestras de rodajas de maderas de algarrobo obtenidas de raleo.

La medición del diámetro del duramen se realizó mediante la identificación visual de los límites por diferenciación de color y en cada rodaja se realizaron dos mediciones perpendiculares entre sí con regla metálica. El ancho de la albura se obtuvo por diferencia entre el diámetro promedio de la muestra sin corteza y el diámetro promedio del duramen, dividido por dos, tanto de la base como del DAP. La proporción de duramen se obtuvo de la división de su área respecto al área de la rodaja sin corteza. La relación de duramen con la albura (D/A) se determinó por la división del área del duramen respecto al área de la albura. Las áreas en la sección transversal se calcularon suponiendo a dichas áreas como



circulares y utilizando los diámetros sin corteza:

Para el análisis de las variables consideradas, se utilizaron modelos lineales generales mixtos (MGL) y la comparación de medias se efectuó mediante el test de DGC (Prueba de Di Rienzo, Guzmán y Casanoves), empleando el programa INFOSTAT (Di Rienzo et al., 2020).

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se muestra las características dendrométricas de los árboles raleados; los valores de diámetro encontrados son similares para los distintos tratamientos. El diámetro promedio fue menor en el rodal, a pesar de que tuvo un raleo a los 3 años, esto se debe a que se inició con alta densidad de plantación (1.111pl/ha) y la densidad final siguió siendo bastante más alta en comparación con los otros tratamientos. Las alturas de fuste y total son muy similares para los tres esquemas de plantación.

**Cuadro 1.** Valores promedios, máximos, mínimos y coeficiente de variación (CV) de características dendrométricas de árboles de algarrobo raleados. Entre paréntesis, valores extremos.

Tratamiento	DAP (cm)	CV (%)	Alt fuste (m)	CV (%)	Alt. Total (m)	CV (%)
<b>Doble línea</b>	14,6 (10,8 - 17,9)	16,8	2,9 (2,5 - 3,5)	11,9	7,3 (6,5 - 8,4)	7,7
<b>Línea simple</b>	14,8 (12,1 - 17,0)	11,0	2,3 (1,7 - 2,7)	11,4	7,2 (5,7 - 8,9)	12,1
<b>Rodal</b>	13,4 (12,0 - 18,3)	14,0	2,3 (2,0 - 2,5)	7,8	6,7 (5,9 - 7,2)	6,3

El espesor promedio de la albura varió de 1,29 cm a 1,89 cm diferenciándose significativamente los árboles que crecieron bajo el arreglo de línea simple en comparación con los otros dos tratamientos (Cuadro 2). Valores de espesor de albura de 1,53 cm a 1,63 cm, fueron encontrados en ejemplares de árboles nativos de algarrobo en diferentes sitios (Cisneros et al., 2013). Según Ojansuu (1995) citado por Vignote et al. (2013); la superficie que ocupa la albura (superficie conductora de la savia) está relacionada a la superficie foliar del árbol, si la superficie foliar es grande, lo debe ser también la albura y viceversa. Los árboles que crecen en líneas simple tienen mayor desarrollo de copa, lo cual puede explicar su mayor espesor de albura.

**Cuadro 2.** Valores medios de espesor de albura, proporción de duramen y relación duramen/albura para los tres arreglos estudiados.

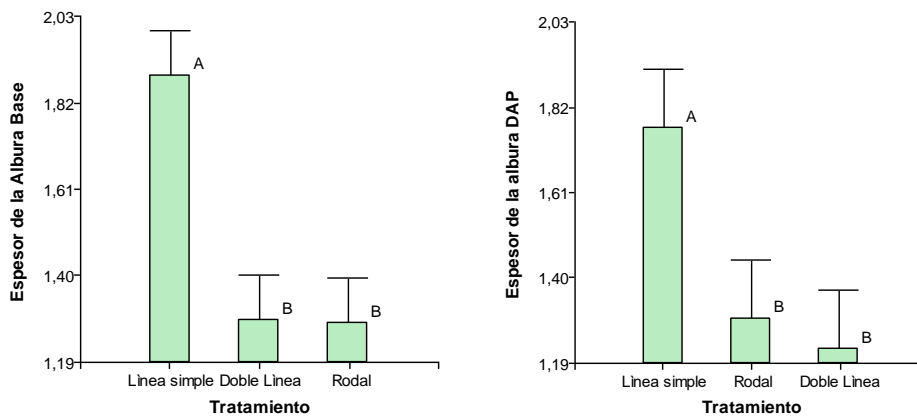
Tratamiento	Espesor de albura (mm)	Proporción de duramen (%)	Relación duramen/albura
<b>Doble línea</b>	1,29 b	81,58 a	2,23 a
<b>Línea simple</b>	1,89 a	73,88 b	1,38 b
<b>Rodal</b>	1,29 b	80,90 a	1,75 b

La proporción de duramen promedio para este material de 8 años varió de 73 % a 81 %, (Cuadro 2). Con diferencias estadísticas significativas entre el arreglo de línea simple y los otros dos tratamientos ( $p$ -valor  $\leq 0,05$ ). Estos valores de proporción de duramen son considerados muy promisorios para este material de algarrobo en plantaciones ya que altos valores de proporción de duramen es una característica muy deseable para usos sólidos. Cisneros et al. (2013), en plantaciones de algarrobo de más de 13 años encontraron proporción de duramen de un 87%.

La relación duramen/albura varió de 1,38 a 2,23 diferenciándose significativamente el arreglo de Doble línea con los mayores valores.

Teniendo en cuenta la posición en el fuste, el espesor de la albura fue mayor en la base que en el DAP, siendo significativamente mayor en el sistema de líneas simples (Gráfico 1). Giménez et al. (2000) señalan que el espesor de la albura disminuye con la altura en *Neltuma alba* y *N. kuntzei*.

**Gráfico 1.** Espesor de albura en la base y el DAP a los 8 años, para los diferentes arreglos de plantación de algarrobo en Sáenz Peña (Chaco).



**Cuadro 3.** Valores medios de proporción de duramen y relación duramen/albura de las dos alturas evaluadas en los distintos tratamientos.

Tratamiento	Proporción de duramen Base (%)	Proporción de duramen DAP (%)	Relación duramen/albura Base	Relación duramen/albura DAP
Doble línea	82,68 a	80,47 a	2,38 a	2,06 a
Línea simple	73,95 b	73,37 b	1,46 b	1,32 a
Rodal	82,86 a	78,93 a	2,36 a	1,76 a

La proporción de duramen en la base y a la altura del DAP presenta diferencias significativas entre tratamientos (Cuadro 3). La proporción de duramen disminuye poco (de un 1 a 5 %) desde la base a la altura del DAP. La menor disminución se da en el tratamiento líneas simple y la mayor en el rodal. Esta disminución en la proporción del duramen en sentido axial también se da en otras especies como eucaliptus (Martínez et al., 2022; Monteoliva et al., 2012). La mayor proporción de duramen en la base y DAP se da en los tratamientos rodal y doble línea, diferenciándose significativamente del tratamiento línea simple. Es importante destacar que en dos densidades de plantación muy diferentes se dan similares proporciones de duramen, esto puede deberse a los distanciamientos de plantación utilizados en estos tratamientos. En cuanto a la relación duramen/albura existen diferencias significativas entre los tratamientos en la base, siendo menor y diferente de los otros el tratamiento de líneas simples; a la altura del DAP las diferencias no son significativas.

#### 4. CONCLUSIONES

Considerando que el principal uso de la madera de algarrobo es la industria del aserrado para diversos productos, la respuesta obtenida al analizar características madera de plantaciones jóvenes de material de *Neltuma alba* de origen Campo Durán, es alentadora dado la alta proporción de duramen que muestra a la edad de 8 años. Lo cual muestra un potencial de aprovechamiento comercial de cortas intermedias de las plantaciones con este material. Es necesario continuar realizando evaluaciones sobre el manejo de plantaciones en diferentes arreglos y densidades donde se tenga en cuenta no solo el crecimiento sino también como afectan estos tratamientos a la calidad de la madera a fin de ajustar las prácticas de manejo, como así también la respuesta del material en otros sitios de la región.

#### 5. LITERATURA CITADA

- ATANASIO, M. A. 2014a. Influencia de la poda en el crecimiento de *Prosopis alba* Griseb. Revista Quebracho Vol.22 (1,2):66-78 – ISSN 0328-0543. Disponible en: <http://fcf.unse.edu.ar/archivos/quebracho/v22n2a02.pdf>
- ATANASIO, M. A. 2014b. Influencia de raleos selectivos sobre el crecimiento de *Prosopis alba* Griseb. XXVIII Jornadas Forestales de Entre Ríos, 11ª edición ISSN 1667-9253. A.I.A.N.E.R.-INTA Concordia. Poster (595.16-P-Atanasio) y trabajo extendido (595.15-TE-Atanasio).



- ATANASIO, M. A.; PERNOCHI, A. L. S. y Chiossone, J.G., 2018. Productividad maderera y forrajera de un sistema silvopastoril de *Prosopis alba* de variable densidad de árboles y radiación. Actas. IV Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles 2018 .Ediciones INTA, 749 p. Libro digital ISSN: 1667-4014 1.
- ATANASIO, M. A. y PERNOCHI, A. L. S. 2019. Crecimiento de *Prosopis alba* Griseb. en plantación pura y sistema silvopastoril, en Chaco, Argentina. En X Congreso internacional sobre sistemas silvopastoriles: por una producción sostenible. Libro de Actas. Editorial CIPAV, Cali
- CISNEROS, A. B.; MOGLIA, J. G.; GONZALEZ, D. 2013. Caracteres macroscópicos de la madera de individuos selectos de *Prosopis alba* de diferentes sitios. IX Jornadas de Ciencias y Tecnologías de Ingenierías del NOA. Santiago del Estero. Octubre de 2013.
- CHERELLI, S. G.; SARTORILI, M. M. P.; PRÓSPERO, A. G.; BALLARIN, A. W. 2018. Heartwood and sapwood in eucalyptus trees: non-conventional approach to wood quality. Anais da Academia Brasileira de Ciências 90(1):425-438. <https://doi.org/10.1590/0001-3765201820160195>.
- DI RIENZO, J. A.; CASANOVES, F.; BALZARINI, M. G.; GONZALES, L.; TABLADA, M. y ROLEDO, C. W. 2019. InfoStat versión 2020. Grupo InfoStat, FCA. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>.
- FONTANA, M. L.; PÉREZ, V. R.; LUNA C. V. 2020. Distribución, bioecología y provisión de bienes y servicios ecosistémicos de *Prosopis alba* en Argentina. Revista de la Facultad de Agronomía, V.I 119 (2) p1-11.
- GIMÉNEZ, A.; RÍOS, N.; MONGLIA, J.G. 2000. Relación albura-duramen en tres especies arbóreas de la Región Chaqueña Seca. Quebracho8 (1): 56-63.
- KUMAR, A.; DHILLON, G. P. S. 2014. Variation of sapwood and heartwood content in half-sib progenies of *Eucalyptus tereticornis* Sm. Indian Journal of Natural Products and Resources, 5(4):338-344. ISSN 0976-0512
- MARTÍNEZ, M.; WINCK, R.; MASTRANDREA C.; HARRAND, L.; y OBERSCHELP, G. P. J. 2022. Duramen y albura en clones de Eucaliptos de INTA. XXXVI Jornadas Forestales de Entre Ríos. 10.13140/RG.2.2.31610.77768.
- MONTEOLIVA, S. E.; CIGANDA, V.; IGARTÚA, D. V. 2012. Contenido de duramen y de albura en *Eucalyptus globulus* y *Acacia melanoxylon* implantadas en Buenos Aires, Argentina. Maderas. Ciencia Y Tecnología, 14(1), 53–63. Retrieved from <https://revistas.ubiobio.cl/index.php/MCT/article/view/>
- LÓPEZ LAUESTEIN, D.; VEGA, C.; LUNA, C.; SAGADIN, M.; MELCHIORRE, M.; POZZI, E.; SALTO, C.; OBERSCHELP, J.; TORALES, S.; POMPONIO, F.; KEES, S.; CHAVEZ DÍAZ, L.; GOMES, C. y VERGA, A. Subprograma *Prosopis*. En Domesticación y Mejoramiento de especies Forestales. Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca, Buenos Aires, Argentina. pp. 113-135, 2014.
- PERNOCHI, L. S.; COLCOMBET, L.; EGOLF, P.; ATANASIO, M. A. 2021. Variabilidad de los resultados financieros de sistemas silvopastoriles con algarrobo blanco, que parten desde ganadería y forestación pura en función de cuatro situaciones. Web [https://repositoriosdigitales.mincyt.gob.ar/vufind/Record/INTADig\\_a95d7cf9b72a455c7c849063f62285](https://repositoriosdigitales.mincyt.gob.ar/vufind/Record/INTADig_a95d7cf9b72a455c7c849063f62285).
- VERGA, A. 2014. Rodales semilleros de *Prosopis* a partir de bosque nativo. Quebracho (Santiago del Estero) Vol 19 (1,2) pp 125-138.
- VIGNOTE PEÑA, S.; MARTINEZ ROJA, I.; VILLASANTE PLÁGARO, A. 2013. Silvicultura y Calidad de Madera. 63 pp. Archivo Digital UPM. <https://oa.upm.es/21580/1/SiLVITCALIDADMADERA.pdf>