



## DURAMEN Y ALBURA EN CLONES DE EUCALIPTOS DE INTA

Matias S. MARTINEZ<sup>1</sup>, Rosa Ángela WINCK<sup>2</sup>, Ciro A. MASTRANDREA<sup>1</sup>, Leonel HARRAND<sup>1</sup>, G. P. Javier OBERSCHELP<sup>1</sup>

### RESUMEN

Se determinó la proporción y la variación axial del duramen, la relación duramen/albura y el espesor de albura de 4 clones y un material seminal de *Eucalyptus grandis* provenientes de un ensayo de 15 años de edad, ubicado en la EEA Concordia del INTA, Entre Ríos. Se evaluaron 8 árboles por cada material genético. Se efectuó la medición del diámetro del duramen a 1,45 m, 4,65 m y 8 m del fuste. Los clones *E. grandis* x *E. camaldulensis*, GC INTA 24 y GC INTA 27, se comportaron de manera similar en cuanto al porcentaje de duramen y relación duramen/albura, con menores valores respecto al resto. Estas diferencias en cuanto a proporción de duramen y albura, deberán ser consideradas en el momento de analizar la aptitud o conveniencia de uso de los diferentes materiales en su transformación industrial.

**Palabras clave:** proporción y variación axial de duramen, espesor de albura, *Eucalyptus*, calidad de madera

### 1. INTRODUCCIÓN

Para el género *Eucalyptus*, la madera de calidad para la industria del aserrado es preferentemente aquella con mayor proporción de duramen, de aquí la importancia de su cuantificación (Gonçalves, 2006). En cambio, en la industria de postes y maderas que requieren tratamientos con preservantes, se prefiere una mayor proporción de albura (Caniza, 2010). La presencia de duramen proporciona mayor durabilidad natural por contener extractivos (Wiedenhoeft et al., 2005), característica deseable en la madera de construcción y carpintería de calidad (Sellin, 1994; Wilkins, 1991). Esta proporción de duramen aumenta con el tamaño del árbol, mientras que la de albura mantiene un ancho relativamente constante (Brito et al., 2019; Miranda et al., 2015; Kumar y Dhillon 2014).

Por otro lado, la variación en la proporción y características del duramen varían con las especies, el genotipo, edad, posición en el árbol, tasa de crecimiento, área foliar, suelo, clima, calidad del sitio, vitalidad del árbol y su manejo (Cherelli et al., 2018; Kumar y Dhillon, 2014). En su estudio, Pillai et al. (2013) determinaron que la proporción de duramen en *E. grandis* está influenciado por el manejo silvicultural.

La proporción de duramen/albura es considerado un atributo de importancia para determinar la calidad de madera según su uso final (Brito et al., 2019; Pereira et al., 2013).

En estudios de clones de eucaliptos destinados a la fabricación de carbón, se verificó que menores relaciones de duramen/albura están relacionadas con densidades básicas mayores, implicando rendimientos más elevados en este tipo de producto (Pereira et al., 2013).

Gominho et al. (2001), en evaluaciones de clones de eucaliptos híbridos, observaron homogeneidad del material clonal en cuanto a proporción de duramen a diferentes alturas del árbol y formación del duramen a partir de los 5 años de edad.

Este trabajo tuvo como objetivo evaluar la proporción de duramen, relación duramen/albura y el espesor de albura para 4 clones, empleando como testigo material de semilla de *Eucalyptus grandis*.

### 2. MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron árboles de 15 años de edad provenientes de un ensayo clonal de Eucaliptos establecido

<sup>1</sup> Investigadores EEA Concordia, INTA. Correo: martinez.matias@inta.gob.ar

<sup>2</sup> Investigador EEA Montecarlo, INTA. Docente FCF- UNaM, Eldorado, Misiones, Argentina.



en el predio de la EEA INTA Concordia, Entre Ríos (58°07'16" Long O, 31°21'56" Lat. S; altitud 47 m s. n. m.). La precipitación media anual es de 1345 mm, temperatura media anual de 18 °C, siendo el mes más cálido en enero y el más frío en julio, con períodos de heladas meteorológicas con una frecuencia media anual de 8,5 (Garrán y Garin, 2010). La clasificación de Köppen-Geiger y el régimen termoplumiométrico de Concordia, se corresponde con el clima templado cálido (subtropical) sin estación seca, designado como Cfa (Ramos et al., 2018).

Los materiales genéticos fueron plantados a un distanciamiento de 3,5 m x 3,5 m, compuesto por parcelas lineales de 5 plantas en dirección norte-sur, con doble bordura perimetral de *E. grandis*. Estos materiales fueron seleccionados por sus características de crecimiento, rectitud de fuste y antecedentes de mayor tolerancia al frío.

En el Cuadro 1 se pueden observar las características dendrométricas para los materiales genéticos evaluados. Se seleccionaron 8 árboles por cada tratamiento.

**Cuadro 1.** Información general sobre diferentes materiales genéticos.

Material Genético	Especie	Ht (m)	C.V. (%)	Dap.cc (cm)	C.V. (%)	Vol.cc (m <sup>3</sup> )	C.V. (%)
EG HSP	<i>E. grandis</i> de semilla	31,68 (27,8 – 35,0)	7,25	29,19 (22,1 – 33,0)	15,78	0,99 (0,47 – 1,37)	33,96
EG INTA 157	Clon <i>E. grandis</i>	27,80 (21,8 – 32,4)	14,12	22,41 (16,2 – 31,8)	25,15	0,56 (0,22 – 1,15)	58,57
EG INTA 36	Clon <i>E. grandis</i>	33,89 (31,6 – 36,5)	4,88	30,23 (25,3 – 38,5)	13,87	1,141 (0,73 – 1,84)	31,60
GC INTA 24	Clon <i>E. grandis</i> x <i>E. camaldulensis</i>	28,55 (26,5 – 31,1)	5,03	22,16 (18,8 – 27,2)	12,43	0,46 (0,27 – 0,62)	25,82
GC INTA 27	Clon <i>E. grandis</i> x <i>E. camaldulensis</i>	33,49 (30,5 – 35,5)	5,15	27,15 (22,6 – 33,1)	14,32	0,85 (0,54 – 1,34)	32,16

Ht = altura total promedio (metros), C.V.=coeficiente de variación, Dap.cc = diámetro con corteza promedio a 1,3 m de altura del suelo (cm), Vol.cc = volumen promedio individual (m<sup>3</sup>). Entre paréntesis, máximos y mínimos de la variable.

A partir del 1,30 m se tomaron dos rollizos consecutivos de 3,20 m de longitud. Estos rollizos de cada material genético fueron identificados como R1 (1,45 m a los 4,65 m del fuste) y R2 (4,80 m a los 8 m del fuste); en los 15 cm faltantes entre rollizos se extrajeron rodajas para otros estudios.

La medición del diámetro del duramen se realizó mediante la identificación visual de los límites por diferenciación de color y, en cada extremo del rollizo, se realizaron dos mediciones perpendiculares entre sí con cinta métrica. El ancho de la albura se obtuvo por diferencia entre el diámetro promedio del rollizo sin corteza y el diámetro promedio del duramen, dividido por dos.

La proporción de duramen se obtuvo de la división de su área respecto al área del extremo del rollizo 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 de las secciones transversales fueron calculadas suponiendo a las mismas como circulares.

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). Se emplearon los registros obtenidos a los 1,45 m, 4,65 m y 8 m para el estudio de la variación axial de las características evaluadas. En todos los casos se empleó un nivel de significancia de 5 %. Los datos extremos considerados "outliers" se desestimaron del análisis.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El espesor de la albura resultó en el rango de 24 y 36 mm, correspondiendo los extremos a los clones EG INTA 157 y GC INTA 27, respectivamente (Cuadro 2). Estos dos materiales se diferenciaron significativamente entre sí y del resto de los tratamientos.

La proporción de duramen promedio de los materiales genéticos, resultó entre 45 % y 60 % (Cuadro 2), con diferencias estadísticamente significativas entre los materiales evaluados (p-valor ≤0,05); se



observa la formación de dos agrupaciones, donde los clones híbridos (GC INTA 24 y GC INTA 27) se comportaron de manera similar, y arrojaron menores valores medios de proporción de duramen, diferenciándose de los clones puros y del material seminal.

**Cuadro 2.** Valores medios de espesor de albura, proporción de duramen y relación duramen/albura de las tres alturas evaluadas para cada material genético.

Material genéticos	Espesor de albura (mm)	Duramen (% Total área s/c)	Duramen/Albura (área/área)
EG HSP	31,2 (14,8) b	56,0 ( 8,1) a	1,3 (18,4) b
EG INTA 157	24,1 (21,2) c	55,1 (10,0) a	1,3 (24,6) b
EG INTA 36	29,3 (17,7) b	60,4 (10,6) a	1,6 (26,2) a
GC INTA 24	28,0 (16,3) b	47,6 (17,6) b	1,0 (31,0) c
GC INTA 27	36,8 (12,8) a	45,4 (20,3) b	0,9 (42,2) c

Coefficiente de variación (%) entre paréntesis. Medias con una letra común no son significativamente diferentes entre genotipos (p-valor  $\leq 0,05$ ; Test de media DGC). Lectura de diferencia de medias en sentido vertical.

La relación duramen/albura (D/A) varió de 0,9 a 1,6 en el conjunto del promedio de los datos (Cuadro 2), registrando valores promedios menores para GC INTA 27 y mayores en EG INTA 36. Se observaron diferencias significativas entre los materiales clonales híbridos (GC) con respecto al material seminal y a los clones intraespecíficos (EG). El material seminal se comportó de manera similar al clon EG INTA 157, diferenciándose del resto.

Se observó una disminución del porcentaje de duramen de los materiales evaluados desde los 1,45 m hasta los 8 metros, siendo esta disminución mayor en el GC INTA 24 (17 %) y menor en EG INTA 157 (4 %) (Cuadro 3).

**Cuadro 3.** Proporción promedio (en porcentaje) de duramen a distintas alturas de fuste.

Material genético	1,45 m	4,65 m	8,00 m
EG HSP	58,6 ( 8,3) a	55,3 ( 7,0) a	54,0 ( 7,5) a
EG INTA 157	55,6 ( 9,5) a	56,1 (11,9) a	53,6 ( 9,2) a
EG INTA 36	62,9 (10,5) a	58,8 (10,0) b	59,5 (11,4) b
GC INTA 24	52,5 ( 9,2) a	46,1 (13,7) b	44,3 (25,2) b
GC INTA 27	49,9 (16,9) a	45,8 (18,1) b	40,5 (23,2) b

Coefficiente de variación (%) entre paréntesis. Medias con una letra común no son significativamente diferentes dentro de cada material genético (p-valor  $\leq 0,05$ ; Test DGC). Lectura de diferencia de medias en sentido horizontal.

Los materiales genéticos evaluados alcanzaron un promedio de 55,9 % para la proporción de duramen a la altura del 1,45 m, con valores que oscilaron entre 49,9 % y 62,9 % (Cuadro 3). El análisis de porcentaje de duramen en altura de fuste, presentó diferencias estadísticamente significativas en el caso de la altura 1,45 m con respecto a 4,65 m y 8 m. El comportamiento de EG HSP y EG INTA 157 para el porcentaje de duramen a diferentes alturas resultó homogéneo, mientras que los restantes materiales genéticos presentaron similar comportamiento con una reducción significativa del valor medio de la proporción de duramen con la altura.

Para la relación D/A se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la altura del fuste para los clones híbridos (GC INTA 24 y GC INTA 27) y para el EG HSP. La relación D/A a 1,45 m fue mayor respecto a las alturas 4,65 m y 8,00 m, estas 2 últimas presentando valores similares entre ellas. Un comportamiento diferente se observó en los materiales clonales puros (EG) donde sus valores no presentaron diferencias, manteniéndose constantes con la altura de fuste (Cuadro 4).

**Cuadro 4.** Variación promedio de la relación duramen y albura (D/A) a distintas alturas del fuste.

Material genético	1,45 m	4,65 m	8,00 m
EG HSP	1,5 (18,3) a	1,2 (15,2) b	1,2 (16,2) b
EG INTA 157	1,3 (22,6) a	1,3 (30,9) a	1,2 (18,9) a
EG INTA 36	1,8 (26,7) a	1,5 (24,9) a	1,5 (26,1) a
GC INTA 24	1,1 (17,8) a	0,9 (25,8) b	0,9 (44,8) b
GC INTA 27	1,0 (32,8) a	0,9 (32,0) b	0,9 (61,5) b

C.V.: Coeficiente de variación (%) entre paréntesis. Medias con una letra común no son significativamente diferentes dentro del mismo material genético (p-valor  $\leq 0,05$ ; Test de media DGC). Lectura de diferencia de medias en sentido horizontal.



Otros estudios de proporciones de duramen en especies de *Eucalyptus grandis* y *Eucalyptus tereticornis* como el de Chelleri et al. (2018), han obtenidos valores superiores a los encontrados en este trabajo, de 67 % a 76 %, a 1,30 m de fuste. Gominho et al. (2001) para clones híbridos de *Urograndis* (*E. grandis* x *E. urophylla*) de 5-6 años, presentaron 51 % de proporción de duramen respecto al área total, en promedio de las diferentes alturas. Valores similares fueron obtenidos para el fuste completo de árboles de *E. grandis* por Winck et al. (2016), quienes determinaron un incremento de la proporción de duramen con la edad y registraron valores medios de 55, 65, 68 y 75 % de duramen respecto al volumen sin corteza, a las edades de 10, 12, 15 y 32 años, respectivamente.

Los resultados obtenidos en otros estudios de *E. grandis* de 9,5 años de edad (Wilkins, 1991) demostraron un incremento del área del duramen influenciado por las dimensiones del diámetro a la altura del pecho (DAP). Diferentes investigaciones con distintas especies, demostraron que el área del duramen está sujeta al crecimiento del árbol y no a su edad. Esto se observó también en otras especies de eucaliptos como *E. tereticornis* y *Corymbia citriodora* (Cherelli et al., 2018; Pillai et al., 2013; Kumar y Dhillon, 2014). En plantaciones de clones híbridos *Urograndis* de 4 años con diferentes espaciamientos, Brito et al. (2019), no encontraron diferencias estadísticas significativas en la relación duramen/albura, observando una correlación significativa con el DAP.

#### 4. CONCLUSIONES

Los materiales evaluados presentan diferencias en su espesor de albura y proporción de duramen según su constitución genética, teniendo los materiales híbridos *E. grandis* x *E. camaldulensis* menor proporción de duramen o relación duramen/albura. Estas diferencias deberán ser consideradas en el momento de analizar la aptitud o conveniencia de uso de los diferentes materiales en su transformación industrial.

Se considera un rasgo positivo para la industria del aserrado la mayor proporción de duramen, mientras que para la industria de la celulosa y de impregnación, aquellos con mayor proporción de albura resultan más conveniente.

#### 5. LITERATURA CITADA

- BRITO, A.S.; VIDAURRE, G.B.; OLIVEIRA, J.T.S.; MISSIA DA SILVA, J.G.; RODRIGUES, B.P.; CARNEIRO, A.C.O. 2019. Effect of planting spacing in production and permeability of heartwood and sapwood of eucalyptus wood. *Floresta e Ambiente*, 26(esp1), e20180378. 9p. <https://doi.org/10.1590/2179-8087.037818>
- CANIZA, F.J. 2010. Efecto de los estados de competencia post-raleo en los caracteres de importancia de la madera del *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden para usos sólidos. [Tesis de Maestría en Ciencias Forestales. Facultad de Ciencias Forestales]. Repositório Institucional - INTA Digital.
- CHERELLI, S.G.; SARTORI, 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>.
- GARRÁN, S.; GARIN, O. 2010. Síntesis agroclimática de la región de Concordia. Concordia-Entre Ríos: EEA INTA. Recuperado de: [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta\\_concordia\\_sntesis\\_agroclimatica\\_de\\_la\\_region\\_de.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_concordia_sntesis_agroclimatica_de_la_region_de.pdf)
- GONÇALVES, G.F. 2006. Avaliação da qualidade da madeira de híbrido clonal de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* para produtos sólidos. [Tese Mestrado, Universidade Federal de Espírito Santo. Brasil]. Repositório institucional - Universidad Federal Espirito Santo.
- GOMINHO, J.; FIGUEIRA, J.; RODRIGUES, J.C.; PEREIRA, H. 2001. Within-tree variation of heartwood, extractives and wood density in the Eucalypt hybrid urograndis (*E. grandis* x *E. Urophylla*). *Wood and Fiber Science* 33(1):3-8. <https://wfs.swst.org/index.php/wfs/article/view/1393>
- 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 (en línea); 0976-0504 (impresión).
- MIRANDA, I.; GOMINHO, J.; PEREIRA, H. 2015. Heartwood, sapwood and bark variation in coppiced *Eucalyptus globulus* trees in 2nd rotation and comparison with the single-stem 1st rotation. *Silva Fennica* 49(1):13p. <https://doi.org/10.14214/sf.1141>.



- PEREIRA, B.L.C.; OLIVEIRA, A.C.; CARVALHO, A.M.M.L.; CARNEIRO, A.C.O.; VITAL B.V.; SANTOS, L.C. 2013. Correlações entre a relação cerne/alburno da madeira de Eucalipto, rendimento e propriedades do carvão vegetal. *Scientia Forestalis* 41(98):217-225.
- PILLAI, P.K.; PANDALAI, R.C.; DHAMODARAN, T.; SANKARAN, K.V. 2013. Wood density and heartwood proportion in Eucalyptus trees from intensively-managed short-rotation plantations in Kerala, India. *Journal of Tropical Forest Science*, 25. 220-227.
- RAMOS, S.; DE RUYVER, R.; GATTINONI, N.; GARIN, R.; GARRAN, S. 2018. Estación agrometeorológica del INTA Concordia 50 años de servicio a la comunidad. (Serie de extensión N° 16). Ed. INTA. ISSN 1851 314. [https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta\\_concordia\\_50\\_anos\\_estacion\\_agrometeorologica\\_eea\\_concordia\\_int\\_a.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_concordia_50_anos_estacion_agrometeorologica_eea_concordia_int_a.pdf)
- SELLIN, A. 1994. Sapwood–heartwood proportion related to tree diameter, age, and growth rate in *Picea abies*. *Canadian Journal of Forest Research*, 24(5):1022–1028. <https://doi.org/10.1139/x94-133>.
- WIEDENHOEFT, A.; REGIS, B. 2005. Structure and function of wood. *Handbook of wood chemistry and wood composites*. (Ed. Roger M. Rowell). 485p. ISBN 0-8493-1588-3.
- WILKINS, A. P. 1991. Sapwood, heartwood and bark thickness of silviculturally treated *Eucalyptus grandis*. *Wood Science and Technology*, 25(6). 415-423. <https://doi.org/10.1007/BF00225234>
- WINCK, R. A.; BARTH, S. R.; FASSOLA, H. E.; CRECHI, E. H.; KELLER, A. E. 2016. Relación entre la densidad básica y proporción del duramen de la madera de *Eucalyptus grandis* de Misiones y Corrientes, Argentina. XVII Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. *Producción Forestal Secundaria*, 390-392. <https://www.jotefa.com/actas#portada>