



CARACTERIZACIÓN DE LAS RAMAS DE DOS CLONES DE EUCALIPTO Y SU RELACIÓN CON EL MANEJO DEL RODAL

Sergio O. RAMOS¹ y María de los Ángeles GARCÍA¹

RESUMEN

Algunos aspectos del manejo pueden determinar el tamaño y persistencia de las ramas. El objetivo de este trabajo fue caracterizar la cantidad, el tamaño y estado de las ramas y estudiar su relación con la orientación, el espaciamiento y la velocidad de oclusión de las heridas en lotes de 13 y 20 meses de edad de los clones de eucalipto EG INTA 152 y GC INTA 27. Los resultados indican que la cantidad de ramas no varía con el clon ni el espaciamiento, pero sí se observó en promedio más del doble de ramas vivas en el clon EG INTA 152 (84 %) en comparación con GC INTA 27 (41 %). Además, el diámetro de las ramas vivas resultó mayor que el de las ramas muertas, y la oclusión de las heridas de poda ocurrió antes en las ramas vivas que en las muertas, pero a diferente velocidad según el clon. Finalmente, no se encontró relación entre la radiación recibida según la orientación y el diámetro de las ramas.

Palabras clave: *diámetro de ramas; densidad del rodal; EG INTA 152; GC INTA 27*

1. INTRODUCCIÓN

El diámetro y el estado de las ramas son variables que afectan el tiempo operativo de la poda e influyen en la velocidad de oclusión de las heridas (Forrester et al., 2010; Smith et al., 2006; Sone et al., 2005). La luz incidente en la copa, por otro lado, es uno de los factores que afecta el crecimiento y estado de las ramas (Chen y Sumida, 2018; Sprugel, 2002). Según la orientación de las líneas de plantación, es decir, el diseño y espaciamiento del marco de plantación, la luz que llega a las ramas es variable.

La presencia de ramas afecta la calidad estructural y visual de la madera (Barrios et al., 2019; Nutto et al., s.f.). Entre las características para la descripción de las ramas de los materiales clonales de *Eucalyptus grandis* y de sus híbridos interespecíficos, De Las Heras y Harrand (2003) proponen el diámetro a la base, el ángulo de inserción, la abundancia y la persistencia, descriptas a los 5 años de edad. Una caracterización del diámetro y estado de las ramas de los distintos materiales genéticos bajo diferentes condiciones de manejo a edades tempranas puede ser útil para ajustar los calendarios de poda (Kearney et al., 2007; Forrester et al., 2010; West y Smith, 2020), de manera de hacer más eficiente la tarea y propiciar la mayor velocidad de oclusión de la poda.

El objetivo de este trabajo fue caracterizar la cantidad, el tamaño y estado de las ramas de dos clones de eucalipto y estudiar su relación con el espaciamiento inicial, la orientación y la oclusión de poda, en lotes comerciales de 13 y 20 meses de edad.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló en lotes comerciales de los clones de *Eucalyptus grandis* EG INTA 152 y del híbrido *E. grandis* x *Eucalyptus camaldulensis* GC INTA 27, ubicados en campo El Alambrado del INTA Concordia (Concordia, Entre Ríos, 31° 16' 7,93" S, 57° 59' 7,93" O). El suelo corresponde a la serie Yuquerí chico (orden Udifluvente óxico), con paisaje de terrazas arenosas antiguas del río Uruguay (Bedendo et al., 2014). El clima corresponde a templado cálido (subtropical) sin estación seca (Ramos et al., 2018). Con densidades iniciales de 800 plantas por hectárea (pl/ha) y 667 pl/ha,

¹ Estación Experimental Agropecuaria Concordia INTA. Departamento Forestales. Ruta Prov. 22 y FFCC, estación Yuquerí CP 3200. email: ramos.sergio@inta.gob.ar



distancia media de 5 m entre líneas y distancias de 2,5 m y 3 m entre plantas, las líneas se orientan en dirección SE-NO. Cada lote se dividió en dos partes en sentido SO-NE: una se podó en primavera, a los 13 meses de edad, y la otra en invierno, a los 20 meses de edad, dejando en cada sector plantas con diferentes proporciones de copa remanente.

De cada clon, espaciamiento y edad se tomaron 6 plantas, se contaron las ramas en la porción del fuste entre 1,2 m y 1,4 m desde la base de las plantas y se midieron con calibrador digital los diámetros vertical y horizontal en milímetros, la orientación y el estado (viva o muerta). Según la orientación, a cada rama se le asignó el valor calculado de radiación anual promedio (kW h m^{-2}) mediante la aplicación JRC Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS).

En InfoStat (Di Rienzo et al., 2020), con tablas de contingencia se evaluaron las diferencias en la cantidad y el estado de las ramas según clon y espaciamiento. Con modelos lineales generales y mixtos se estudiaron diferencias en diámetro de acuerdo con la orientación y el estado de las ramas. Por otro lado, con tablas de contingencia se estudió la velocidad de oclusión de las heridas de poda según el espaciamiento y el estado de las ramas. Finalmente, se realizó un análisis de regresión lineal para estudiar la relación entre la radiación media anual recibida según la orientación de las ramas y su diámetro.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La cantidad de ramas no mostró asociación significativa según clon y espaciamiento en los lotes de 13 meses ($P=0,335$) ni en los de 20 meses de edad ($P=0,627$) (Cuadro 1). En coincidencia, West y Smith (2020) y Kearney et al. (2007) mencionan que en un rango de densidades de rodal de 816 a 3333 árboles por hectárea no hay diferencias en la cantidad de ramas para dos especies de eucaliptos (*E. pilularis* y *E. grandis*).

Cuadro 1. Cantidad total de ramas en 1,2 -1,4 m del fuste desde la base de 6 plantas por clon y espaciamiento, en lotes de diferente edad.

Edad del lote	Clon	Espaciamiento	
		5 m x 2,5 m	5 m x 3 m
13	EG INTA 152	28	26
	GC INTA 27	23	31
20	EG INTA 152	28	30
	GC INTA 27	27	24

Al estudiar el estado de las ramas se observó asociación significativa según clon y espaciamiento, tanto en los lotes de 13 meses ($P>0,0001$) como en los de 20 meses de edad ($P<0,0001$) (Cuadro 2), donde el clon EG INTA 152 presenta aproximadamente el doble de ramas vivas en comparación con el clon híbrido. Al respecto, Kearney et al. (2007) concluyen que en espaciamientos iniciales mayores se observan ramas de mayores diámetros, más persistentes y que se mantienen vivas por más tiempo, y mencionan también diferencias entre las especies de eucalipto en cuanto a la cantidad de ramas vivas. De Las Heras y Harrand (2003) describen la persistencia de las ramas de un conjunto de clones de eucalipto en rodales de 5 años de edad, aunque definir criterios de poda de acuerdo con esa descripción resulta operativamente inconveniente, ya que, a las densidades de plantación habituales en esta región, el cierre de copas y la muerte y eliminación de las ramas de la parte inferior del fuste comienzan a ocurrir entre los 12 y los 18 meses de edad de las plantaciones, dependiendo de la calidad del sitio y de la densidad de plantación.

Cuadro 2. Ramas vivas (%) por clon y espaciamiento, de los lotes de dos edades diferentes.

Clon	Espaciamiento (m x m)	Lote de 13 meses de edad	Lote de 20 meses de edad
EG INTA 152	5 x 2,5	82	82
	5 x 3	85	87
GC INTA 27	5 x 2,5	35	44
	5 x 3	42	42



Al evaluar el diámetro de las ramas de acuerdo con su orientación, en el clon EG INTA 152 a la edad de 13 meses no se encontraron diferencias significativas ($P=0,1895$) ($E=11,3 \pm 1$ mm; $N=9,2 \pm 0,9$ mm; $O=8,8 \pm 0,9$ mm; $S=8,7 \pm 1$ mm), mientras que a los 20 meses de edad, las ramas orientadas al Este presentaron diámetro medio significativamente mayor ($15,2 \pm 1,3$ mm) que los de las ramas al Norte ($10,6 \pm 1,1$ mm) y al Oeste ($11,2 \pm 1,3$ mm), sin diferenciarse en diámetro respecto de las orientadas al Sur ($11,2 \pm 1,5$ mm) ($P=0,0458$). En el clon GC INTA 27, en cambio, se observaron diferencias significativas del diámetro medio según la orientación de las ramas a la edad de 13 meses: el de las ramas orientadas al Este fue mayor ($11,3 \pm 1,2$ mm) que los diámetros medios de las ramas hacia el Norte ($6,5 \pm 0,9$ mm), Oeste ($6,2 \pm 1$ mm) y Sur ($5,4 \pm 1,2$ mm); el mismo resultado se observó en el lote de 20 meses de edad, donde también el diámetro medio de las ramas orientadas al Este ($10,4 \pm 0,9$ mm) resultó significativamente mayor ($P=0,0004$) que el de las orientadas al Norte ($6,1 \pm 0,9$ mm), Sur ($5,8 \pm 0,9$ mm) y Oeste ($5,4 \pm 0,9$ mm). Considerando que las ramas con diferente orientación reciben distinta cantidad de luz, y que ello afecta su tamaño y supervivencia, Chen y Sumida (2018) comparan el estado y tamaño de ramas de abeto expuestas a diferentes condiciones de luz, llegando a la conclusión de que es uno de los factores que afectan la supervivencia y el crecimiento de las ramas, pero que también dependen de la posición de la rama en el fuste.

Con respecto a diferencias en el diámetro medio de las ramas según el estado, en los lotes de 13 meses de edad de ambos clones, el diámetro medio de las ramas vivas fue significativamente mayor que el de las ramas muertas, resultado que se observó también en los lotes de 20 meses de edad (Figura 1). Kearney et al. (2007) menciona que las ramas de mayor diámetro son más persistentes y permanecen vivas por más tiempo, además de que muestran una respuesta más clara al espaciamiento.

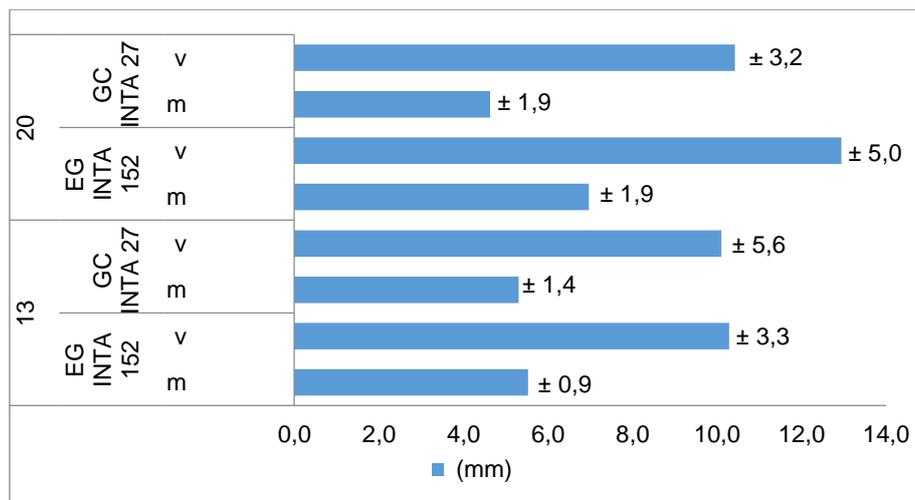


Figura 1. Diámetro medio y desvíos estándar de las ramas vivas (v) y muertas (m) según el clon, en los lotes de 13 y 20 meses de edad

Las interacciones entre el estado de las ramas y la orientación no fueron significativas en ninguno de los clones ni lotes.

Al evaluar la asociación entre la velocidad de oclusión de las heridas de poda y el estado de las ramas en la poda de primavera, en los lotes de 13 meses de edad los resultados mostraron que en el clon EG INTA 152, 3 meses después de la poda (MDP) el 26,7 % de los nudos vivos estaban ocluidos; a partir de los 5 MDP se observaron nudos muertos ocluidos (el 22,2 %), y se registró el 60 % de los nudos vivos ocluidos. Finalmente, en la evaluación de los 12 MDP, el 66,7 % de los nudos muertos y el 97,8 % de los nudos vivos se encontraban ocluidos.

En las plantas del clon híbrido GC INTA 27, 3 MDP se observó el 23,8 % de los nudos vivos ocluidos, sin nudos muertos cerrados aún. En la medición de 5 MDP ya se registró la oclusión del 6 % de los nudos muertos y 38 % de los nudos vivos. Luego la oclusión se hizo más lenta, en coincidencia con los meses de invierno. En la última evaluación, de 12 MDP, se observó que solo el 51,5 % de los



nudos muertos y el 53,7 % de los nudos vivos podados habían cerrado.

En la poda de invierno, en los lotes de 20 meses de edad, hasta 5 MDP no se observaron nudos ocluidos. En el clon EG152, 6 MDP se observó el 8,2 % de nudos vivos ocluidos, mientras que recién se registraron nudos muertos ocluidos (11,1 %) en la medición de 9 MDP, momento en el que el 46,9 % de nudos vivos ya lo estaban. A 12 MDP, la proporción de heridas de poda ocluidas fue de 63,3 % de los nudos vivos y de 44,4 % de los nudos muertos.

En las plantas del clon GC INTA 27 las heridas de poda de invierno comenzaron a cerrar 5 MDP, inicialmente solo de nudos muertos; sin embargo, 6 MDP el porcentaje de nudos vivos ocluidos (9,1 %) resultó mayor que la proporción de nudos muertos en igual condición (3,5 %). En ese clon, la oclusión de las heridas un año después de la poda solo alcanzó al 54,6 % de los nudos vivos y al 44,8 % de los nudos muertos.

Se observó que, independientemente de la época de poda y del estado de los nudos, el clon híbrido muestra menor velocidad de oclusión de las heridas de poda en comparación con el clon de *E. grandis*. García y Ramos (2021), al evaluar la evolución mensual de la oclusión de poda en los mismos clones, indican que el clon EG INTA 152 muestra oclusión más rápida de la poda que el GC INTA 27 y que la velocidad de oclusión es mayor en los meses estivales.

Smith et al. (2006), en un estudio donde evalúan la velocidad de oclusión de la poda en cuatro especies de eucalipto, entre ellos *E. grandis*, sugieren que las ramas vivas cierran a una tasa mayor que las ramas muertas, y que además existe una relación entre el estado y el diámetro de las ramas: las ramas vivas presentan mayor diámetro. Sin embargo, resaltan que las ramas de diámetros pequeños tardan menos tiempo en ocluir las heridas de poda. Indican también diferencias en cuanto a la persistencia de las ramas entre las especies.

Finalmente, el análisis de regresión no mostró relación lineal entre la radiación recibida según la orientación y el diámetro de las ramas. Sin embargo, pareciera tener un óptimo o potencial máximo de diámetro alrededor de los 1750 kW h m⁻² de radiación anual promedio y mínimos potenciales tanto por debajo como por encima de ese valor (Figura 2). Según Sone et al. (2004), el diámetro de las ramas depende de las condiciones de luz y de la demanda de fotosintatos que se asocia a la elongación del tallo.

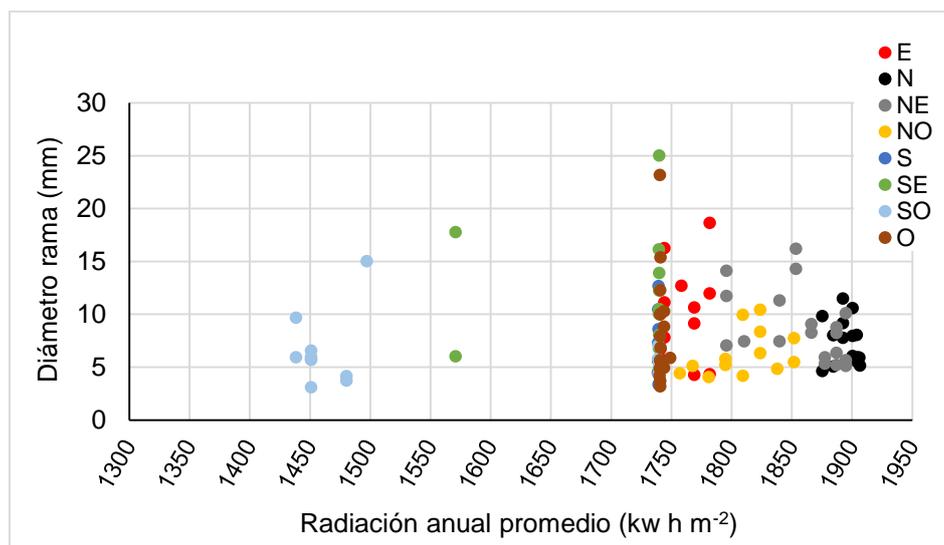


Figura 2. Diámetro de las ramas en función de la radiación anual promedio recibida, en los lotes de 20 meses de edad

4. CONCLUSIONES

El diámetro de las ramas vivas es mayor que el de las ramas muertas, y las heridas de poda cierran más rápido si las ramas están vivas, pero a diferente velocidad según el clon. Las diferencias entre



clones se observan también en la proporción de ramas vivas que presentan en las dos edades de evaluación, siendo mayor en el clon EG INTA 152. Esto es importante tener en cuenta para ajustar el momento de la poda, un atraso implicará mayor proporción de ramas muertas y mayores diámetros en las ramas vivas que en ambos casos retrasaran la cicatrización de la herida de poda.

Por último, la orientación de las ramas muestra efecto sobre el diámetro según la edad de evaluación y el clon, mientras que no se observa efecto en el diámetro de las ramas según la radiación media anual recibida.

5. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- BARRIOS, M. F.; MARTINEZ, M.; NEUHAUS, I.; STEFFEN DE BETIO, V.; HAMPEL VIEIRA FILHO, D.; GARCIA, M. A.; HARRAND, L.; MASTRANDREA, C. 2019. Número y diámetro de ramas en clones, híbridos y especies de *Eucalyptus* sp. En: Actas XVIII Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales de Misiones, 17-19 de octubre de 2019, El Dorado (Misiones, Argentina), pág. 612-613. Accesible en <https://www.jotefa.com.ar/storage/actas/2019/Actas%20JOTEFAs%202019%20modificada.pdf>, consulta 28 julio 2022.
- BEDENDO, D.; SCHULZ, G.; PAUSICH, G.; TENTOR, F. 2014. Cartas de Suelos de Entre Ríos. GeoINTA. Consultado 16 mayo 2022. Disponible en: <http://visor.geointa.inta.gov.ar/?p=136>.
- CHEN, L.; SUMIDA, A. 2018. Effects of light on branch growth and death vary at different organization levels of branching units in Sakhalin spruce. *Trees* (2018) 32:1123–1134 <https://doi.org/10.1007/s00468-018-1700-5>
- DE LAS HERAS, E.; HARRAND, L. 2003. Descriptor morfológico de clones de *Eucalyptus grandis* e híbridos interespecíficos. EEA Concordia, INTA, 22 pp. Disponible en https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/anexo_ii_clones_de_eucalyptus.pdf. Consulta 28/07/22.
- DI RIENZO, J. A.; CASANOVES, F.; BALZARINI, M. G.; GONZALEZ, L.; TABLADA, M.; ROBLEDO, C. W. 2020. InfoStat versión 2020. Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- FORRESTER, D.; MEDHURST, J. L.; WOOD, M.; BEADLE, C. L.; VALENCIA, J. C. 2010. Growth and physiological responses to silviculture for producing solid-wood products from *Eucalyptus* plantations: An Australian perspective. *Forest Ecology and Management* 259 (2010) 1819–1835.
- GARCÍA M. A.; RAMOS, S. O. 2021. Efecto de la época y la intensidad de poda temprana sobre la cicatrización de las heridas en dos clones de eucalipto. y la intensidad de poda temprana sobre la cicatrización de las heridas en dos clones de eucalipto. Acta de disertaciones y trabajos voluntarios. XXXV Jornadas Forestales de Entre Ríos, 14 y 15 de octubre de 2021, Concordia, Entre Ríos, pp. 76-80. Consultado 2 de agosto 2022. Disponible en: <https://www.jornadasforestales.com.ar/book/revista/revista19-10-2021a.pdf>.
- JRC Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS). S.f. Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS) - European Commission. https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/
- KEARNEY, D.; JAMES, R.; MONTAGU, K.; GEOFF, R.; SMITH, Y B. 2007. The effect of initial planting density on branching characteristics of *Eucalyptus pilularis* and *E. grandis*. *Australian Forestry* 70 (4): 262–268.
- NUTTO, L.; TOUZA VÁZQUEZ, M. L. C.; DELGADO, J. L. S.f. Producción de Madera de Calidad de Eucalipto. La poda – Conocimientos Fundamentales y Técnicas. Revista CIS Madera, pp. 35-45. Disponible en <https://fddocuments.ec/document/poda-eucalipto.html> Acceso 04/08/22
- 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 ISSN 1851-314. Ediciones INTA. Consultado 16 mayo 2022. Disponible en: https://inta.gov.ar/sites/default/files/inta_concordia_50_anos_estacion_agrometeorologica_eea_concordia_inta.pdf.
- SMITH, R. G. B.; DINGLE, J.; KEARNEY, D.; MONTAGU, Y K. 2006. Branch occlusion after pruning in four contrasting sub-tropical eucalypt species. *Journal of Tropical Forest Science* 18(2): 117–123
- SONE, K.; NOGUCHI, K.; TERASHIMA, Y I. 2005. Dependency of branch diameter growth in young *Acer* trees on light availability and shoot elongation. *Tree Physiology* 25, 39–48.
- SPRUGEL, D. G. 2002. When branch autonomy fails: Milton's Law of resource availability and allocation. *Tree Physiology* 22, 1119–1124. DOI: 10.1093/treephys/25.1.3
- WEST, P. W.; SMITH, R. G. B. 2020. Effects of tree spacing on branch-size development during early growth of an experimental plantation of *Eucalyptus pilularis* in subtropical Australia, *Australian Forestry*, 83:1, 39-45, DOI: 10.1080/00049158.2020.1715016