



EVALUACIÓN DE ESPECIES Y CLONES DE EUCALIPTOS EN SUELOS AGRÍCOLAS DE LA PROVINCIA DE CÓRDOBA – ARGENTINA

Francisco MARRARO ACUÑA¹, Amanda CORA², Leonel HARRAND³, Sebastián CHIACCHIERA⁴.

RESUMEN

Se evaluaron ocho materiales genéticos de eucaliptos en el centro sur de la provincia de Córdoba. Estos fueron: 4 especies de *Eucalyptus* (*E. dunnii*, *E. camaldulensis*, *E. tereticornis* y *E. benthamii*), 3 clones híbridos de *E. grandis* x *E. camaldulensis* (GC-INTA-8, GC-INTA-9 y GC-INTA-27) y un clon de *E. grandis* (EG-INTA-152). Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones; cada bloque estuvo compuesto por ocho parcelas, una por cada material genético, de 36 plantas cada una (4x9), con un marco de plantación de 4 m x 4 m. Se evaluó sobrevivencia, altura total y diámetro a la altura del pecho (DAP) a los 27 meses y daño por frío al año de implantados. Se destacan *E. benthamii* y GC-INTA-9 por presentar valores de sobrevivencia y crecimiento que resultan similares a los observados en regiones con mayor aptitud forestal.

Palabras clave: *Eucalyptus*, plan agroforestal, región pampeana

1. INTRODUCCIÓN

Los efectos del cambio climático global son visibles, afectan la productividad de los bosques e impactan en el inventario y flujo de carbono, además de incidir en la frecuencia e intensidad de incendios forestales, enfermedades y plagas. A escala global y regional se desarrollan fenómenos y procesos que ponen en riesgo las economías, la vida rural y el ambiente. Además, el aumento de la frecuencia de eventos extremos (inundaciones, sequías, olas de calor o frío) impacta negativamente en el sector rural y en áreas urbanas (Camilloni, 2018). En particular, en la provincia de Córdoba ocurren inundaciones, anegamientos de campos agropecuarios y crecidas sin precedentes de los ríos, entre otros (Sasia et al., 2002). Es evidente que el modelo agropecuario no conservó las propiedades funcionales de los suelos para garantizar eficiencia en los procesos de movimiento de agua a nivel de predio y cuenca hidrográfica. A su vez, los sistemas productivos han avanzado hacia ambientes más frágiles donde están desencadenando procesos de degradación (Jobbagy et al., 2008).

La Legislatura de la Provincia de Córdoba sancionó en el año 2017 la Ley provincial 10.467, por la cual el Ministerio de Agricultura y Ganadería del Gobierno de Córdoba puso en marcha el Plan Agroforestal que pretende alcanzar en 10 años la implantación de árboles en unas 100.000 ha en toda la provincia. Para ello, cada predio debe estar cubierto con árboles entre el dos y el cinco por ciento de su superficie, proporción sujeta a la ubicación geográfica y características edafoclimáticas (Ley 10.467, 2017).

En la región pampeana de Córdoba existe un limitado a nulo desarrollo de plantaciones forestales. En este contexto, se hace imprescindible generar información sobre la aptitud de diferentes especies según las características del ambiente a intervenir (Marraro et al., 2023).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar clones y especies de eucaliptos en un ambiente característico del sureste de la provincia de Córdoba, donde el efecto del frío puede ser una limitante para estas especies.

¹ INTA EEA Manfredi. marraro.francisco@inta.gob.ar

² INTA EEA Manfredi. cora.manda@inta.gob.ar

³ INTA EEA Concordia. harrand.leonel@inta.gob.ar

⁴ INTA EEA Marcos Juárez. chiacchiera.sebastian@inta.gob.ar



2. MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. El ensayo fue instalado en septiembre de 2021 en la Estación Experimental Marcos Juárez del INTA, provincia de Córdoba (latitud sur 32,714133°; longitud oeste 62,098383°). El área corresponde a la región fitogeográfica estepa pampeana, pero, en la actualidad, solo existen cultivos agrícolas (maíz, trigo, sorgo, girasol, mijo) y pasturas basadas en alfalfa, acompañadas por gramíneas exóticas.

El suelo es fértil y productivo, con buena capacidad de retención de humedad y se usa tanto para agricultura intensiva o extensiva como para ganadería, aunque presenta una ligera limitación climática por las bajas temperaturas. Es oscuro, profundo y bien drenado. Posee lomas casi planas y está desarrollado sobre un sedimento loésico de textura franco-limosa.

En cuanto al clima, la temperatura media anual es de 16,9 °C, con una mínima absoluta de -8 °C y una frecuencia media de 22,5 días con heladas al año. La precipitación media anual es de 894 mm.

Materiales. Los materiales evaluados fueron provistos por el “Programa de mejoramiento genético de eucaliptos del INTA” y se los menciona a continuación:

Especies: *Eucalyptus dunnii* (HSP Castelar; ED), *Eucalyptus camaldulensis* (HSP Famaillá; EC), *Eucalyptus tereticornis* (RS Balcarce; ET) y *Eucalyptus benthamii* (Proc. Australia; EB).

Clones híbridos (*E. grandis* x *E. camaldulensis*): GC-INTA-8, GC-INTA-9 y GC-INTA-27.

Clon puro (*E. grandis*): EG -INTA-152

Diseño experimental. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones. Cada bloque estuvo compuesto por ocho parcelas, una por cada material genético, de 36 plantas cada una (4 líneas de 9 individuos), con un marco de plantación de 4 m x 4 m.

Evaluación. En agosto de 2022, luego de la primera temporada invernal desde la plantación, se evaluó el daño por frío experimentado por las 14 plantas centrales de cada parcela. Se utilizó una escala de 3 puntos donde el “0” indica que la planta no evidenció daños, “1” que presentó daños leves y “2” que los daños fueron severos. Luego, se calculó un Índice de daño por frío (IF) multiplicando el valor nominal de la escala por su frecuencia relativa.

En junio de 2024, luego de tres temporadas de crecimiento (37 meses desde la plantación), se evaluó la supervivencia de las plantas mencionadas anteriormente, mediante un conteo de plantas vivas y muertas. Esta variable fue expresada como porcentaje de plantas vivas. También se midió la altura total de las plantas en metros y el diámetro a la altura del pecho (DAP) en centímetros.

Se utilizó el programa estadístico Infostat (Di Rienzo, 2020) para realizar el Análisis de la Varianza y su correspondiente prueba de comparación de medias DGC (α 0,05).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los materiales genéticos de eucaliptos evaluados presentaron valores de supervivencia que oscilaron entre el 29 %, *E. camaldulensis*, y el 90 %, *E. benthamii* (Cuadro 1). Las diferencias entre materiales resultaron estadísticamente significativas ($p < 0,05$). Estos valores de supervivencia son inferiores a los obtenidos por Harrand et al. (2016) para las especies *E. benthamii*, *E. camaldulensis*, *E. dunnii*, *E. grandis* y *E. tereticornis*. Estos autores observaron valores superiores al 80 % en sitios de la provincia de Entre Ríos, donde la condición hídrica y las temperaturas resultan menos severas que en Marcos Juárez. Por su parte, Pujato et al. (1983) consideran satisfactoria una supervivencia con valores entre el 70 y 89 % para *E. dunnii* en plantaciones de un año. En un trabajo similar, en la zona del delta bonaerense, Monteverde et al. (2020) obtuvieron valores de supervivencia de 74 % y 73 % para *E. dunnii* y *E. benthamii* a los 1,8 años, manteniendo estos valores a los 6 años. Estos autores consideran a estas especies como las de mejor adaptación en su estudio y las sugieren como alternativa de cultivo en esa región.

En Córdoba, *E. benthamii*, con 90 % de supervivencia, se comportó de manera similar a lo observado



por Monteverde et al. (2020) en el delta. Esta especie no presentó diferencias significativas con el clon híbrido GC-9 cuya sobrevivencia fue del 83 %.

En la Provincia de Buenos Aires, Pathauer et al. (2005) evaluando clones híbridos y algunas especies de eucalipto, consideran promisorios los resultados de sobrevivencia de algunos materiales por ser superiores al 80 %, entre ellos, los clones híbridos GC-8, GC-9 y GC-27. Sin embargo, en dicho trabajo, *E. dunnii* presentó en dos diferentes sitios, valores del 75 % e inferior al 20 %. En nuestra evaluación, la sobrevivencia de *E. dunnii* está dentro de ese rango (63 %), y solo GC-9 alcanzó valores similares a los obtenidos en Buenos Aires.

Acorde a la bibliografía existente y al comportamiento local de los materiales estudiados, se considera acertado establecer como línea de base un valor de sobrevivencia de al menos 75 % para considerar aceptable la adaptabilidad de los materiales. Solo *E. benthamii* y GC-9 cumplirían esta condición en Marcos Juárez.

Cuadro 1. Valor promedio, para cada material genético, de las variables sobrevivencia, altura total, DAP e índice de daño por frío (IF).

Material genético	Sobrevivencia (%)	Altura total (m)	DAP (cm)	IF
ET	50 b	4,93 a	7,68 a	0,93 c
EC	29 a	4,96 a	7,67 a	0,88 c
ED	64 b	6,36 b	9,04 a	0,38 b
EG-152	43 b	7,10 b	9,14 a	1,26 d
GC-27	55 b	8,61 c	12,46 c	0,67 c
GC-8	46 b	8,64 c	10,99 b	0,81 c
GC-9	83 c	8,99 c	12,72 c	0,95 c
EB	90 c	8,99 c	13,78 c	0,00 a

Tanto *E. benthamii* como los tres clones híbridos (*E. grandis* x *E. camaldulensis*), se destacan por su altura, y se diferencian significativamente del resto de los materiales. Algo similar ocurre al comparar el DAP, pero, en este caso, se distinguen del resto solo EB, GC-9 y GC-27 (entre 12,46 cm y 13,48 cm), el GC8 queda fuera del grupo de materiales de mayores dimensiones.

La altura desarrollada por *E. benthamii* es similar a lo observado por Lupi et al. (2022) en el delta del Paraná. Monteverde et al. (2020) obtuvieron alturas de 20,49 m y 21,13 m a los seis años para *E. dunnii* y *E. benthamii*, respectivamente; en nuestro caso se observó un crecimiento similar ya que al tercer año se alcanzaron alturas correspondientes a la mitad de lo observado por estos autores. Estos valores resultan menores a los obtenidos por Harrand et al. (2016) en un ensayo en Ubajay (Entre Ríos), donde los materiales alcanzaron la misma altura, pero 10 meses antes. La diferencia con *E. dunnii* en el ensayo de Ubajay fue aún mayor: a los 27 meses su altura fue de 8 m, contrario a los 6,36 m que se alcanzaron en el presente trabajo a los 37 meses.

Si bien se coincide con las apreciaciones de otros autores con respecto a *E. benthamii*, se difiere respecto al comportamiento de *E. dunnii*, ya que en Marcos Juárez fue inferior a *E. benthamii* y a los híbridos al alcanzar una altura significativamente inferior y presentar una sobrevivencia del 64 %.

El IF (Cuadro 1), que puede tomar valores de 0 a 3, permitió evaluar el daño sufrido por los materiales a causa del frío. *Eucalyptus benthamii* fue el único material que no presentó daños visibles por frío al momento de evaluación. Resultados similares fueron observados por otros autores (Harrand et al., 2016; Oberschelp et al., 2016). El resto de los materiales sí presentaron síntomas.

Eucalyptus dunnii es una especie que posee cierta tolerancia al frío y por ello es usada en el norte de la provincia de Buenos Aires (Ferrere et al., 2023), en la República Oriental del Uruguay y en la Mesopotamia Argentina. Esta selección, por sobre *E. grandis*, aplica para aquellos ambientes con altas probabilidades de pérdidas provocadas por heladas (Harrand y Marcó, 2012). Particularmente, en



Marcos Juárez, también demostró esta superioridad frente a otros materiales.

Regionalmente, *E. camaldulensis* suele mencionarse como una especie tolerante al frío (Marcó y Harrand, 2005), pero el material de *E. camaldulensis* aquí evaluado corresponde a un huerto de individuos de orígenes de la región NE de Australia (López, 2005), que corresponde a otras subespecies, por lo que es razonable que hayan presentado valores de IF superiores a *E. benthamii* o *E. dunnii*.

En nuestra región de trabajo, con inviernos más rigurosos, los materiales genéticos de eucalipto son sometidos a condiciones severas y se comportan de manera diferente a lo observado en la Mesopotamia Argentina (Harrand y Marcó, 2012; Harrand et al., 2016). Sin embargo, se observa que *E. benthamii* y GC-9 son materiales promisorios para su implantación en la región, por presentar valores de sobrevivencia y crecimiento similares a los observados en regiones con mayor aptitud y larga historia forestal (Harrand y Marco, 2012). Se confirma de esta manera lo mencionado por Harrand y Marco (2012), quienes destacan el comportamiento de los clones híbridos aquí evaluados, por su tolerancia al frío y buen crecimiento.

4. CONCLUSIÓN

La evaluación de los materiales genéticos de eucaliptos permitió identificar a *E. benthamii* y al clon híbrido GC-9 como promisorios para su implantación en el sureste de la provincia de Córdoba, tanto por su supervivencia como por su crecimiento inicial. Es necesario continuar con este tipo de evaluaciones en la región, con estos y otros materiales.

5. LITERATURA CITADA

- CAMILLONI, I. A. (2018). Argentina y el cambio climático. *Ciencia e investigación* 68 (5), 5-10.
- DI RIENZO, J. A., CASANOVES, F., BALZARINI, M. G., GONZALEZ, L., TABLADA, M., ROBLEDO, C. W. InfoStat versión 2020. Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>.
- FERRERE, P., PALAZZINI, D. LUPI, A. M., PATHAUER P. 2023. Herramientas para la estimación del crecimiento y la producción de plantaciones de *Eucalyptus dunnii* (Maiden) en el N de la Región Pampeana. En: Actas del VIII Congreso Forestal Latinoamericano y V Congreso Forestal Argentino. 27 a 30 de mayo de 2023. Mendoza. Pp: 561-563.
- HARRAND, L., MARCÓ, M. A. 2012. Investigación hacia el desarrollo de material genético tolerante al frío. XXVI Jornadas Forestales de Entre Ríos. Octubre 2012. Concordia Entre Ríos.
- HARRAND, L., OBERSCHELP, G. P. J., SALTO, C. S., MARCO M. A. 2016. Evaluación de comportamiento de especies de eucaliptos en ambientes de Entre Ríos. VII Reunión GEMFO. San Miguel de Tucumán, Argentina. 24-26 de agosto de 2016. Pp: 21-24.
- JOBAGY, E. G., NOSETTO, M. D., SANTONI, C. S., BALDI, G. 2008. El desafío ecológico de las transiciones entre sistemas leñosos y herbáceos en la llanura Chaco-Pampeana. *Ecología austral*, 18(3), 305-322.
- LEY 10.467. Plan provincial Agroforestal. 2017. Publicada en el Boletín Oficial el 13 de septiembre de 2017.
- LÓPEZ, C. 2005. Mejoramiento genético en *Eucalyptus camaldulensis* y *Prosopis*. En: Mejores Árboles para más Forestadores. Pp: 183-192.
- LUPI, A.M., RIMSKI-KORSAKOV, H., FOSCO, I., GARCIA CONDE, J. M. 2022. Crecimiento de *Eucalyptus benthamii* Maiden & Cabbage fertilizado con N y P, en albardones del Delta del Paraná. XXVIII Congreso argentino de la ciencia del suelo. Buenos Aires – 2022.
- MARCÓ, M, HARRAND, L. 2005. Valor potencial de los Eucaliptos colorados en combinaciones híbridas. En: I Jornada sobre potencialidad foresto-industrial del eucalipto en Santiago del Estero. Santiago del Estero, 16 y 17 de junio de 2005. <https://cf.unse.edu.ar/eventos/1-jornadas-forestales/indx.htm>
- MARRARO ACUÑA, F., CORA, A., MONGUILLOT, L. 2023. Crecimiento de sauces y álamos en el Departamento Río Primero-Córdoba-Argentina. Disponible el 29/7/2024: <https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/handle/20.500.12123/14850>
- MONTEVERDE, M.S., SCHAPOVALOFF, J., RAUTE, G., FOSCO, I., AUSTIN R. 2020. Evaluación de nuevas



especies de eucaliptos para frío en el delta Bonaerense. XXXIV Jornadas Forestales de Entre Ríos. Octubre 2020. Concordia Entre Ríos.

OBERSCHELP, G.P.J., GUARNASCHELLI, A.B., MARGARIT, E., PODESTA, F., TESÓN, N., PASTORINI, G.N., BIANCHI, E. G., HARRAND L. 2016. Evaluación de tolerancia a estrés por temperaturas de congelación en tres especies de *Eucalyptus*: primeros resultados. VII Reunión GEMFO. San Miguel de Tucumán, Argentina. 24-26 de agosto de 2016. Pp: 49-52.

PATHAUER, P., LUPI, A., CAPPA, E.P. 2005. Instalación y evaluación temprana de progenies de *Eucalyptus camaldulensis* y clones híbridos de *Eucalyptus* en suelos de baja productividad. En: Domesticación y mejoramiento de especies forestales: subprograma Eucalyptus y otras latifoliadas. Pp 59

PUJATO, J., MARLATS, R.M., GIMENEZ, S. 1983. *Eucalyptus dunni*: crecimiento y resistencia a las heladas en el primer año de plantación. Actas del V congreso Forestal Argentino. Santa Rosa, La Pampa, Argentina. pp 36-39.

SASIA, A. D., CISNEROS, J. M., GUTIÉRREZ, A. C., CAMARASA, A. 2002. Las inundaciones en la Provincia de Córdoba (Argentina) y las tecnologías de información geográfica: Ejemplos de Aplicación. *Serie geográfica*, 10, 143-163.