



FORESTACIÓN CON CLONES HÍBRIDOS DE EUCALIPTO EN LA ZONA CENTRO-NORTE DE ENTRE RÍOS, ARGENTINA

Leonel HARRAND¹, G.P. Javier OBERSCHELP¹, Carla S. SALTO¹

RESUMEN

La especie principal en las forestaciones de Entre Ríos es *Eucalyptus grandis*, y por sus requerimientos edafoclimáticos, estas se ubican principalmente en la costa Este de la provincia. La ampliación de la frontera forestal hacia el centro de la provincia con esta especie presenta limitaciones por la presencia de suelos vertisólicos. La generación de clones híbridos interespecíficos (*E. grandis* x *E. camaldulensis* y *E. grandis* x *E. tereticornis*) posibilita la identificación de individuos que complementen características deseables de ambas especies parentales. Varios de estos materiales han demostrado una mayor tolerancia al frío que *E. grandis*. En el presente trabajo se evalúa la adaptación y crecimiento alcanzado por diferentes materiales clonales de eucaliptos híbridos en un período de 15 años en un sitio de la zona de Feliciano, centro-norte de la provincia de Entre Ríos. Este estudio presentó crecimientos de hasta 27 cm en diámetro y 25 m de altura para los mejores clones, con un 110 % más de producción volumétrica total (GC-5, 416 m³/ha) que el mejor clon de *E. grandis*, y presentado una variabilidad de respuesta frente a las heladas en favor de los clones *E. grandis* x *E. camaldulensis*.

Palabras clave: *Eucalyptus grandis* x *E. camaldulensis*, *E. grandis* x *E. tereticornis*, heladas, crecimiento, vertisoles

1. INTRODUCCIÓN

En Argentina, las forestaciones con eucaliptos ocupan el segundo lugar en superficie implantada, luego de los pinos. En la provincia de Entre Ríos, los eucaliptos son el principal género, con 110.648 ha implantadas (SAGyP-DFI, 2024). La principal especie de este género utilizada en las forestaciones es *Eucalyptus grandis*, pero estas plantaciones se encuentran principalmente en la costa Este de la provincia por sus condiciones edafoclimáticas. La ampliación de la frontera forestal hacia el centro de la provincia con esta especie presenta restricciones con relación a la presencia de suelos vertisólicos, lo cual disminuye la tasa de crecimiento para esta especie (Marcó, 1988), y, en consecuencia, las plantas se encuentran con un tamaño de mayor susceptibilidad en el momento de ocurrencia de heladas. El programa de mejoramiento genético de eucaliptos de INTA viene seleccionando y clonando materiales superiores tanto de especies puras (en este caso *E. grandis*) como de híbridos interespecíficos tales como *E. grandis* x *E. camaldulensis* y *E. grandis* x *E. tereticornis*, entre otros (Harrand et al., 2016). Los clones híbridos interespecíficos de eucaliptos son generados con el propósito de reunir en una sola planta características deseables como: forma, densidad de madera, crecimiento, tolerancia a heladas, plagas y enfermedades (Harrand, 2005), y han demostrado en diferentes evaluaciones una mayor tolerancia al frío que *E. grandis* (Marcó y Harrand, 2005). El objetivo del presente trabajo fue evaluar la adaptación y crecimiento alcanzado por diferentes materiales clonales de eucaliptos híbridos en un período de 15 años en un sitio del centro-norte de la provincia de Entre Ríos.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se implantó el 18/10/2006 en la localidad de Las Multas (San José de Feliciano, Entre Ríos – Coord.: 30° 21' 05" S - 58° 59' 01" W) en un lote con historia agrícola (varios años de cultivo de arroz y maíz), con suelos caracterizados como Argiacuol vértico y Peluderte argiudólico. El distanciamiento de plantación fue 4 m x 2,5 m. Se implantaron 18 clones *E. grandis* x *E. camaldulensis* (GC), 8 clones

¹ INTA Estación Experimental Agropecuaria Concordia. harrand.leonel@inta.gob.ar
oberschelp.javier@inta.gob.ar salto.carla@inta.gob.ar



E. grandis x *E. tereticornis* (GT), 2 clones *E. grandis* (EG) y testigo de semilla *E. grandis* (HSP INTA) y *E. tereticornis* (ET, origen Raymond Terrace, NSW). Se diseñó como un ensayo de bloques completos aleatorizados, en parcelas lineales de 5 plantas, con 4 repeticiones. En el invierno de 2007 el ensayo sufrió daños por la ocurrencia de heladas, y se realizó una evaluación de daños en 2 oportunidades (31 de julio y 10 de octubre), por medio de una escala de 1 (sin daño) a 5 (daño total). Luego de las evaluaciones, en octubre 2007 se realizó el recepe completo del ensayo para su homogeneización y posterior seguimiento.

El crecimiento del ensayo se realizó por mediciones dasométricas (Diámetro Normal -DN, cm- y Altura total -ALT, m-) y se utilizó una escala de 6 puntos para calificar la rectitud de las plantas (1: planta recta, 6, planta muy torcida). Las mediciones se realizaron en los años 2007, 2008, 2010, 2012 y 2021. En el año 2012, posterior a la medición, se realizó un raleo dirigido del 40 % de las plantas (se dejaron las mejores 3 de cada parcela). Con los valores de DN y ALT se calculó el volumen individual (VOL, en m³) utilizando la fórmula de Fassola et al. (2007), y con estos valores, el área basal y volumen total de madera por hectárea. Para la evaluación de los diferentes clones y la estimación de sus valores genotípicos se utilizó el Software Selegen-Reml/Blup - Modelo 2 (metodología de modelos mixtos, ensayos de clones con varias plantas por parcela). Con el mismo software, se calcularon también las correlaciones genéticas (ro) entre las variables medidas.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Inicialmente, el ensayo sufrió pérdidas en algunas parcelas debido a una mala aplicación de herbicida (Oxifluorfen, post-plantación) y, por otro lado, a la deriva de herbicida de una aplicación aérea en el lote agrícola aledaño. Sin embargo, la situación general de implantación del ensayo se consideró muy buena. La sobrevivencia inicial, en todos los tratamientos, estuvo por encima del 90 %. Luego del recepe y rebrote de las plantas, solo el clon EG-157 perdió un 25 % de plantas; los restantes clones perdieron a lo sumo de una a dos plantas (5 -10 %).

Con respecto al daño por helada, en el primer año la respuesta fue diferente según el genotipo (clon) (Imagen 1), donde varios de los clones GC presentaron una mejor respuesta con valores promedios inferiores a 3 en la escala de clasificación utilizada. Entre las dos evaluaciones realizadas en 2007 en general ambas caracterizaron de igual manera a los clones, salvo algunas excepciones, donde en la primera evaluación no se detectaron daños en corteza que sí fueron observados posteriormente (ro = 0,74) (Gráfico 1a). La relación entre el daño mostrado y la altura de la planta fue baja (ro = -0.33), y tanto entre clones GC como GT hubo materiales con diferente nivel de daño con iguales alturas alcanzadas (Gráfico 1b).

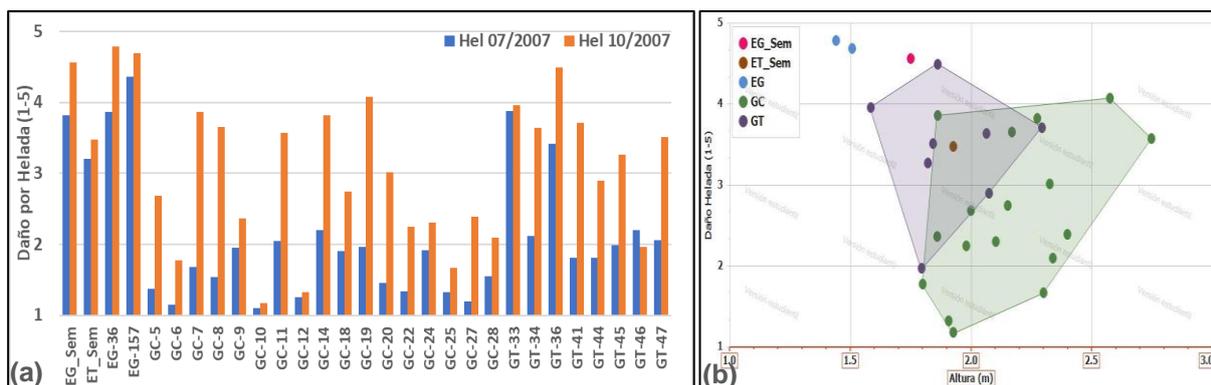


Gráfico 1. (a) Daño por Helada (escala 1: sin daño a 5: daño total de la planta) sobre diferentes clones híbridos de eucalipto, en un sitio implantado en Feliciano, Entre Ríos. Evaluaciones en dos momentos diferentes del mismo año. Valores promedio para cada tratamiento. (b) Daño por Helada (10/2007) vs. Altura total al año (m).

En un ensayo en el centro sur de la provincia de Buenos Aires, Laddaga y Milione (2019) señalan que los clones allí evaluados sufrieron las heladas ocurridas y que solo el clon DDX00078 (*E. grandis* x *E.*



camaldulensis) mostró cierta tolerancia al frío.

El daño por helada sobre los árboles puede afectar en varios sentidos, el caso extremo es la muerte de esta planta, pero también reduce su copa activa lo que disminuye el crecimiento con relación a plantas menos afectadas, genera pérdida de dominancia apical, afecta la rectitud de los fustes y es vía de ingreso de patógenos que generan pudriciones en la madera (García y Mastrandrea, 2018).

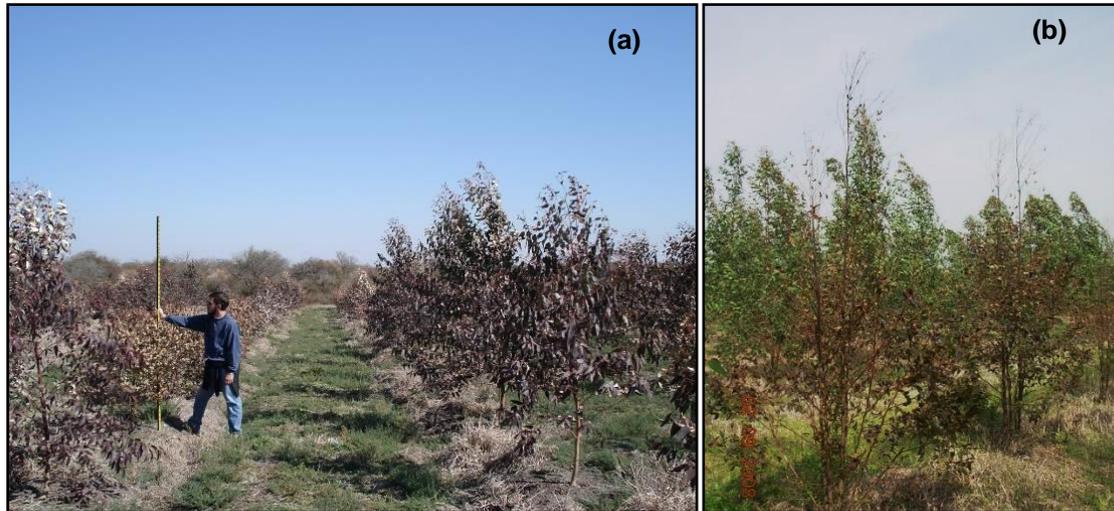


Imagen 1. Estado del lote luego de las heladas. (a) Julio/2007 (previo al recepe). (b) Septiembre/2008 (previo al manejo de rebrotes)

En el Cuadro 1 y Gráfico 2 se muestra el crecimiento presentado por los diferentes materiales genéticos en el ensayo en Feliciano. Los DN se presentaron entre 17,0 cm y 27,6 cm y ALT entre 18,9 m y 25,8 m. Se puede comprobar el buen desempeño logrado por los materiales híbridos, principalmente los clones GC, frente a los materiales puros de *E. grandis*, con un 110 % más de producción volumétrica total entre el clon GC-5 (mejor clon híbrido, 416 m³/ha) frente al clon EG-36 (mejor *E. grandis*, 198 m³/ha) a los 15 años de plantado.

Cuadro 1. Valores genotípicos estimados para diferentes materiales genéticos de eucalipto para diámetro normal (DN), altura total (ALT), volumen de fuste individual (VOL) y Rectitud (escala de 1 a 6, 1= recto, 6= muy torcido) a los 15 años, en un sitio implantado en Feliciano, Entre Ríos.

| Clon | DN (cm) | ALT (m) | VOL (m ³) | Rectitud | Clon | DN (cm) | ALT (m) | VOL (m ³) | Rectitud |
|--------|---------|---------|-----------------------|----------|-------|---------|---------|-----------------------|----------|
| EG_Sem | 20.2 | 21.9 | 0.346 | 3.8 | GC-5 | 27.1 | 25.1 | 0.651 | 3.1 |
| ET_Sem | 18.3 | 21.2 | 0.264 | 3.8 | GC-6 | 22.0 | 24.9 | 0.424 | 3.2 |
| | | | | | GC-7 | 27.1 | 24.5 | 0.653 | 3.9 |
| EG-36 | 18.4 | 20.4 | 0.267 | 4.3 | GC-8 | 23.9 | 23.8 | 0.486 | 3.5 |
| EG-157 | 17.0 | 18.9 | 0.220 | 2.5 | GC-9 | 27.6 | 23.7 | 0.636 | 3.8 |
| | | | | | GC-10 | 20.3 | 22.6 | 0.333 | 3.4 |
| GT-33 | 21.8 | 23.1 | 0.397 | 2.3 | GC-11 | 23.3 | 23.4 | 0.458 | 3.3 |
| GT-34 | 22.4 | 23.0 | 0.426 | 3.4 | GC-12 | 25.4 | 25.5 | 0.577 | 3.4 |
| GT-36 | 23.0 | 24.8 | 0.470 | 2.2 | GC-14 | 18.9 | 22.4 | 0.289 | 2.8 |
| GT-41 | 20.0 | 24.5 | 0.348 | 2.3 | GC-18 | 27.0 | 24.6 | 0.633 | 3.3 |
| GT-44 | 18.8 | 20.7 | 0.270 | 2.6 | GC-19 | 22.3 | 24.9 | 0.441 | 3.5 |
| GT-45 | 18.3 | 23.8 | 0.290 | 2.8 | GC-20 | 21.5 | 23.2 | 0.415 | 3.6 |
| GT-46 | 20.1 | 23.8 | 0.365 | 2.9 | GC-22 | 23.2 | 26.8 | 0.513 | 3.3 |
| GT-47 | 21.5 | 22.9 | 0.379 | 3.6 | GC-24 | 21.1 | 25.2 | 0.392 | 2.7 |
| | | | | | GC-25 | 23.7 | 25.2 | 0.510 | 2.5 |
| | | | | | GC-27 | 23.2 | 26.1 | 0.498 | 2.5 |
| | | | | | GC-28 | 24.6 | 25.8 | 0.546 | 2.9 |

Souza et al. (2023) en la provincia de Santa Fe, mencionan crecimientos al año de implantado de alrededor de 4 cm en diámetro y 4,5 m de altura para las mejores condiciones de preparación de sitio para los clones GC-8 y GC-9 en un suelo del tipo halomórfico, superiores al material de *E. dunnii* colocado como referencia. Estos resultados muestran como los clones GC presentan un mejor desempeño en suelos con diferentes restricciones edáficas.



Para suelos vertisólicos de la provincia de Corrientes, López (2015) menciona crecimientos de 10,3 cm y 10,1 cm en DN y 9,5m y 10,3 m en ALT a los 3 años para los clones EG-36 y EG-157 respectivamente. A los 6 años de plantado, Harrand et al. (2016) presentan valores de crecimiento individual de 0,23 m³, 0,22 m³ y 0,20 m³ para los híbridos GC-27, GC-8 y GC-9 respectivamente, en un sitio en Concepción del Uruguay (Entre Ríos). Para varios de los clones híbridos que se encuentran en este mismo trabajo, Harrand et al. (2012) presentan el crecimiento en un suelo arenoso de la costa del Río Uruguay, a los 8 años, con DN entre 15 y 20 cm y alturas entre 20 y 25 m, pero sin diferenciarse de los materiales EG.

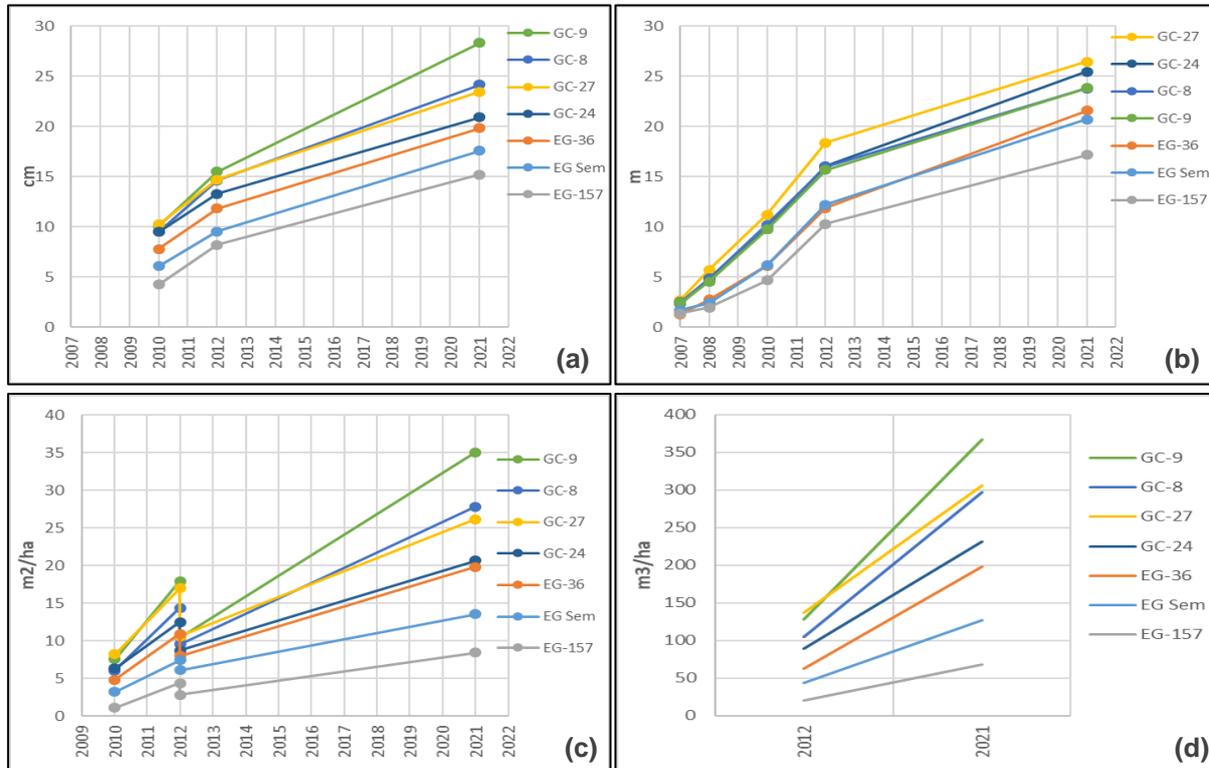


Gráfico 2. Perfil de incremento en diámetro normal (a), altura total (b), área basal (c) y volumen total por hectárea (d), para clones de eucalipto, en un sitio implantado en Feliciano, Entre Ríos. Se muestran solo algunos materiales de referencia presentes en el ensayo.

En lo que respecta a la rectitud de las plantas, en general los clones EG se caracterizan por presentar una mejor rectitud que los materiales híbridos, sin embargo, en esta evaluación se observó que solo el clon EG-157 muestra un valor relativamente bajo (buena rectitud general) (Cuadro 1), que se corresponde con evaluaciones realizadas en otros ensayos (Harrand et al., 2012, 2016; Marcó, 2005) y similar a algunos clones híbridos, mientras que EG-36 y EG_Sem se ubican dentro de los materiales de peor rectitud; este resultado obtenido en estos materiales EG se encuentra asociado a ciertas deformidades que se generaron con la afectación de heladas ocurridas en 2008, no tan intensas que las de 2007, pero que dañaron en cierto grado los ápices de algunas plantas. Analizando los valores obtenidos en los diferentes años de evaluación, se observa una alta correlación genética entre ellos ($r_{0_2010/2012} = 0,84$; $r_{0_2010/2021} = 0,71$) por lo que puede considerarse la rectitud observada en los primeros años como un buen indicador del comportamiento del clon al turno. Dentro de cada material, los valores genotípicos al turno son algo menores en la última evaluación que en las anteriores (dato no mostrado), algo completamente esperable luego de la realización del raleo, donde se dejan los mejores árboles (más grueso y mejor rectitud) en pie.

Con estos resultados obtenidos, es posible señalar que algunos materiales híbridos de eucalipto poseen un alto potencial de desarrollo volumétrico, muy superior a materiales de *E. grandis* en condiciones adversas para la especie pura, como lo son las encontradas en el centro-norte de la provincia de Entre Ríos, con suelos “pesados” y una alta probabilidad de ocurrencia de heladas. Varios de los clones aquí evaluados (GC-8, GC-9, GC-12, GC-24, GC-27), son materiales comerciales que se



encuentran actualmente en algunos viveros de la región, por lo que pueden considerarse como una alternativa forestal real. Sin embargo, es necesario remarcar que la madera obtenida de este tipo de materiales híbridos posee cualidades diferentes a la de *E. grandis* (Martínez, 2022), por lo que debe tenerse esta consideración en el momento de planificar un proyecto forestal.

4. CONCLUSIONES

La utilización de clones híbridos en la zona centro-norte de Entre Ríos como alternativa para generar núcleos forestales productivos es altamente factible.

Los clones híbridos GC presentaron mejor respuesta frente a las heladas que los otros materiales. El mejor clon híbrido (GC-5) alcanzó a los 15 años de plantado un diámetro normal de 27,1 cm una altura total de 25,1m y una productividad de 416 m³/ha. El mejor clon EG (EG-36) alcanzó a los 15 años un diámetro normal de 18,4 cm, una altura total de 20,4m y una productividad de 198 m³/ha.

5. LITERATURA CITADA

FASSOLA, H.E.; CRECHI, E.H.; KELLER, A.E.; BARTH, S.R.; FERNANDEZ, T.E. 2007. Funciones y algoritmos dasométricos para manejo silvícola intensivo, de aplicación en plantaciones forestales orientadas a producción de madera de alto valor agregado. PAN 571 Región Mesopotámica, *Pinus elliotii* y *Eucalyptus grandis*, parcial para *Pinus taeda*. Informe técnico n° 61. INTA EEA Montecarlo. 103 p.

GARCÍA, M.A.; MASTRANDREA, C.A. 2018. Defectos en madera de eucalipto asociados a daños por heladas en Entre Ríos, Argentina. *Madera y Bosques*, 24(3). <https://doi.org/10.21829/myb.2018.2431465>

HARRAND, L. 2005. La utilización de híbridos interespecíficos como alternativa forestal. *IDIA XXI*. Año V. N°8: 171-174.

HARRAND, L.; OBERSCHELP, J.; SALTO, C.; MARCÓ, M.; LÓPEZ, J.A. 2016. Ensayos clonales de especies e híbridos de *Eucalyptus*. Domesticación y Mejoramiento de Especies Forestales. ISBN 978-897.1873-40-1:61-62.

HARRAND, L.; SALTO, C.; MARCÓ, M.A. 2012. Ensayo clonal de híbridos interespecíficos de *Eucalyptus*. En: Mejoramiento genético de pinos y eucaliptos subtropicales. López, et al. (eds.). EEA Concordia. Ed. INTA. 54-60

LADDAGA J.E.; MILIONE, G.M. 2019. Evaluación del daño por heladas en clones de *Eucalyptus* en el centro-sur de la provincia de Buenos Aires. *Rev. Nexo Agropecuario*. Vol. 7 Núm. 2. pp 11-13

LÓPEZ, A. J. 2015. Comportamiento de clones de *Eucalyptus grandis* del INTA en plantaciones en vertisoles del centro-sur de la provincia de Corrientes Argentina. *Ciencia & Investigación Forestal*, 21(1), 27–36. <https://doi.org/10.52904/0718-4646.2015.431>

MARCÓ; M.A. 1988. Incidencia del origen de la semilla y el sitio en el crecimiento de *Eucalyptus grandis* en el nordeste de Entre Ríos. III Jornadas Forestales de Entre Ríos. Entre Ríos, Argentina.

MARCÓ; M.A. 2005. Subprograma Eucaliptos en Región Mesopotámica. En: Libro Mejores Árboles para Más Forestadores. Secretaría de Agricultura, Ganadería Pesca Y Alimentos. Argentina. pp: 57-71.

MARCÓ, M y 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://fcf.unse.edu.ar/eventos/1-jornadas-forestales/indx.htm>

MARTÍNEZ, M.S. 2022. Caracterización tecnológica de clones de eucalipto. Tesis. Universidad Nacional de Misiones, Área en Ciencias Forestales, Orientación en Silvicultura y Manejo Forestal. 118p.

SAGyP-Desarrollo Foresto Industrial, 2024. Tablero de Plantaciones Forestales. Datos actualizados a marzo de 2024. <https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/desarrollo-foresto-industrial/inventarios/tablero.php>

SELEGEN-REML/BLUP. 2014. Sistema Estadístico e Selección Genética Computadorizada. Embrapa-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. INPI N° 00052763.

SOUZA, J.C.A.V. de, ACETTA, P.M., GROSSO, P., CEAGLIO, D., WEIS, G., CAMPERI, J., MOSCATELLI, L., CÓRDOBA, M., BENDER, A., LUNA, J.P., DÍAZ LEZCANO, M., CARDOZO, F. 2023. Evaluación de la implantación de distintos materiales genéticos de eucaliptos en suelos halomórficos. Actas del VIII Congreso Forestal Latinoamericano y V Congreso Forestal Argentino, Ciudad de Mendoza, 27 al 30 de marzo de 2023, p. 760-762

