



CLONES DE EUCALIPTOS EN LA REGION DE SÁENZ PEÑA, CHACO. PARTE 2: COMPORTAMIENTO DE LAS VARIABLES DASOMÉTRICAS.

Marcos A. ATANASIO¹, A. Lorena S. PERNOCHI¹, Leonel HARRAND²

RESUMEN

En la provincia del Chaco se impulsa la forestación con especies de rápido crecimiento. Se implantó un ensayo de clones de *Eucalyptus* para evaluar adaptación y crecimiento en la zona centro de la provincia. Con un diseño de parcelas lineales de 4 plantas y 4 repeticiones en bloques, se analizó el crecimiento en diámetro, altura y volumen hasta el 8º año de 49 materiales diferentes (*E. grandis* -EG-, *E. grandis* x *E. camaldulensis* -GC- y *E. grandis* x *E. tereticornis* -GT-). Los mejores crecimientos al 5º año se presentaron en los materiales GC, seguidos por los GT, con diámetro de 13,7 cm y altura de 13,4 m en el mejor de los clones. Al 8º año, el mejor clon (GC-118) rinde el equivalente a 308 m³/ha de madera, mientras que el clon EG-36 solamente 67 m³/ha. Se concluye que es promisoría la realización de forestaciones con clones de eucaliptos en la región de Sáenz Peña y que los clones de *E. grandis* x *E. camaldulensis* (GC) presentan un alto potencial de crecimiento.

Palabras clave: *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus* híbrido, productividad

1. INTRODUCCIÓN

La provincia de Chaco no posee una larga historia en lo que respecta a plantaciones forestales, contando en la actualidad con 6.141 ha forestadas, siendo el 77 % de esta superficie especies nativas (SAGyP-DFI, 2024). Por esta razón, desde 2010 se han iniciado algunas experiencias de plantación con especies de eucaliptos buscando impulsar la forestación con especies de rápido crecimiento (Ambroggio, 2010). Para establecer plantaciones rentables con especies exóticas como *Eucalyptus* spp., es necesario una selección de especies adecuadas a los sitios donde se plantará y objetivos de producción. La buena elección del material a utilizar posibilita la obtención de árboles con elevada sobrevivencia, de forma y crecimiento óptimo, y de menor susceptibilidad a plagas y enfermedades (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, 1995). La utilización de clones como estrategia de forestación, propone aprovechar la homogeneidad genética que esto implica, como ventaja productiva y de adaptación. Los clones híbridos interespecíficos de eucaliptos son generados en busca de reunir en una sola planta características deseables como: forma, densidad de madera, crecimiento, tolerancia a heladas, plagas y enfermedades, etc. (Harrand, 2005). El programa de mejoramiento genético de eucaliptos de INTA viene seleccionando y clonando materiales superiores de especies puras (en este caso *E. grandis*) como de híbridos interespecíficos como *E. grandis* x *E. camaldulensis* y *E. grandis* x *E. tereticornis*, entre otros (Harrand et al., 2016). Los diferentes materiales de *Eucalyptus* pueden proveer madera aserrable (Martínez, 2022), como también cubrir otras demandas: postes, usos energéticos o producción de carbón (Gauna et al., 2022; Maggio et al., 2022). El objetivo del presente trabajo es evaluar la adaptación y crecimiento alcanzado por diferentes materiales clonales de eucaliptos en un período de 8 años en un sitio de la zona centro de la provincia de Chaco.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se instaló en octubre de 2015 en la localidad de Presidencia Roque Sáenz Peña, provincia del Chaco, ubicado a los 26° 49' 41" de latitud sur y 60° 26' 45,63" de longitud oeste. Fue plantado con una densidad de 1.111 plantas/ha (3 m x 3 m), en un suelo de loma media tendida, clase de uso III, argiustol údico. El clima de la región es Subtropical intermedia entre marítima subhúmeda y continental seca,

¹ INTA Estación Experimental Agropecuaria Sáenz Peña. atanasio.marcos@inta.gob.ar; pernochi.lorena@inta.gob.ar

² INTA Estación Experimental Agropecuaria Concordia. harrand.leonel@inta.gob.ar



precipitación promedio anual es de 999 mm, lluvias concentradas entre octubre y abril y 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 de 174 días/año promedio en las heladas agrometeorológicas. El diseño experimental empleado es de bloques completos al azar con 49 tratamientos (materiales) y 4 repeticiones (bloques). Cada repetición consta de una parcela lineal de 4 plantas por tratamiento y todo el ensayo cuenta con una bordura de doble línea con material de semilla de *E. grandis*. Los materiales genéticos implantados corresponden a clones del programa de mejoramiento genético de INTA: 31 clones *E. grandis* x *E. camaldulensis* (GC), 5 clones *E. grandis* x *E. tereticornis* (GT), 9 clones *E. grandis* (EG) y como referencia, material proveniente de semilla de los huertos semilleros de INTA de *E. grandis* (EG, HSP Concordia), *E. camaldulensis* (HSP Famaillá, EC_Fam) y semilla origen Petford, AUS, EC_Petf) y *E. tereticornis* (ET, HSP Balcarce)

Durante el tiempo transcurrido, el ensayo fue sufriendo pérdidas de plantas por dos factores: el primero por la ocurrencia de heladas en los años 2016 y 2017, lo que provocó la muerte o daño y posterior quiebre de muchas plantas; el segundo por efecto de cortes no autorizados de plantas por parte de vecinos al predio del ensayo.

Para evaluar el crecimiento se midió el diámetro normal (DN, en cm) y la altura total (ALT, en m) de cada planta en los años 2016, 2017, 2019, 2020 y 2023, con los valores de DN y ALT se calculó el volumen individual (VOL, en m³) utilizando la fórmula de Fassola et al. (2007). Para la evaluación de los diferentes clones y la estimación de sus valores genotípicos, con la metodología de modelos mixtos, se utilizó el Software Selegen-Reml/Blup; dada la heterogeneidad espacial generada por las pérdidas de plantas, se realizó un análisis de utilizando el Modelo 127 que considera la utilización de una covariable, la que se definió como la suma del área basal de los árboles presentes circundantes a cada ejemplar.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En lo que respecta a sobrevivencia de los materiales al primer año de implantado, esta se puede considerar muy buena, con valores entre el 75 % y 100 %; se presentan los resultados con mayor detalle en Atanasio et al. (2024). Durante el primer año se observó ataque de avispa de la agalla (*Leptocybe invasa*) en prácticamente todos los materiales, en grado variable según el material genético, sin embargo, no se encontró asociación entre estos ataques y su crecimiento inicial (Atanasio et al., 2020).

Los clones evaluados tuvieron un comportamiento diferente en crecimiento según grupo genético (Cuadro 1 y Gráfico 1). En general, los clones de mejor crecimiento fueron los híbridos GC. Los clones EG tuvieron los menores crecimientos en estas condiciones, mientras que los clones híbridos GT presentaron un comportamiento intermedio a los otros grupos. Los materiales de semilla incorporados como referencia podrían dar cierta explicación sobre el comportamiento de los clones, donde los EG se comportan dentro de un rango alrededor del de semilla y los clones GC alrededor de la semilla EC. Sin embargo, los clones GT muestran un comportamiento superior a la semilla EG y ET. A pesar de que el material de referencia no es específicamente el material progenitor, podría suponerse cierto efecto de vigor híbrido (superioridad de los hijos frente a los padres) en crecimiento entre las especies, para estas condiciones de sitio.

En cuanto al crecimiento individual, los mejores clones GC, como el GC-118, GC-96 o GC-59, han más que duplicado el crecimiento mostrado por los mejores clones EG (EG-164 y EG-413). El mejor clon GT (GT-154) se encontró dentro de los mejores 10 clones.

En el Gráfico 2 se presenta el perfil de crecimiento en DN y ALT para algunos materiales clonales y los materiales de semilla, hasta el 8º año. Puede observarse que en general todos los materiales mantienen un perfil de crecimiento similar a lo largo de todo el período evaluado. Sin embargo, algunos como el GC-118 y el GT-154 presentan un incremento mayor en DN en el último período de medición (2023); en ALT se observa también un incremento mayor en estos 2 materiales y un incremento sensiblemente menor en el clon GC-9. Este comportamiento diferente en algunos materiales en lo que respecta a las curvas de crecimiento, muestra cómo las evaluaciones a temprana-mediana edad pueden resultar indicativas de la superioridad o no de ciertos clones, pero se pueden presentar casos en los que algunos



clones mejoren o decaigan en su performance con el avance de la edad.

Los crecimientos obtenidos en esta evaluación para los materiales híbridos son muy alentadores cuando se los compara a los alcanzados en otros sitios del país, pero no así para los materiales EG. Considerada la sobrevivencia al último año, el mejor clon (GC-118) rinde el equivalente a 308 m³/ha de madera (con corteza, hasta punta fina de 5 cm), mientras que el clon EG-36 solamente 67 m³/ha.

Cuadro 1. Promedio (valores genotípicos estimados) de diámetro normal (DN), altura total (ALT) y volumen de fuste individual (VOL) a los 5 años para todos los clones ensayados en Sáenz Peña (Chaco).

Mat. Genético	DN (cm)	ALT (m)	VOL (m ³)	Mat. Genético	DN (cm)	ALT (m)	VOL (m ³)	Mat. Genético	DN (cm)	ALT (m)	VOL (m ³)
EG_Sem	8.8	10.0	0.039	GC-8	9.5	11.0	0.040	GC-99	11.1	12.7	0.058
ET_Sem	8.3	9.0	0.029	GC-9	10.9	12.2	0.057	GC-101	12.1	13.1	0.071
EC_Fam	11.8	12.1	0.068	GC-12	11.0	11.6	0.055	GC-107	10.2	12.1	0.047
EC_Petf	11.3	12.7	0.061	GC-24	12.4	13.3	0.074	GC-109	10.3	11.7	0.051
EG-36	8.9	10.3	0.034	GC-27	11.5	13.6	0.066	GC-111	11.1	12.3	0.058
EG-155	7.2	8.2	0.022	GC-52	12.8	11.9	0.073	GC-115	10.1	11.1	0.048
EG-157	7.8	9.0	0.034	GC-59	13.2	14.4	0.091	GC-116	12.2	14.2	0.083
EG-164	9.4	10.9	0.040	GC-82	13.1	13.8	0.086	GC-118	13.5	13.3	0.091
EG-413	9.6	11.0	0.039	GC-84	10.4	12.2	0.050	GC-119	10.5	12.3	0.051
EG-435	8.4	9.5	0.032	GC-86	8.9	10.7	0.035	GC-122	9.9	12.7	0.047
GT-31	10.8	12.0	0.054	GC-88	10.6	13.0	0.054	GC-132	9.1	10.8	0.035
GT-37	9.2	11.2	0.041	GC-90	9.5	11.4	0.040	GC-133	13.0	14.0	0.086
GT-44	9.9	11.0	0.041	GC-92	11.7	12.8	0.065	GC-134	12.5	13.4	0.076
GT-154	11.9	13.0	0.074	GC-93	10.6	11.4	0.049				
GT-158	10.1	11.9	0.045	GC-95	12.3	12.9	0.074				
				GC-96	13.7	13.4	0.097				
				GC-97	11.0	12.9	0.059				

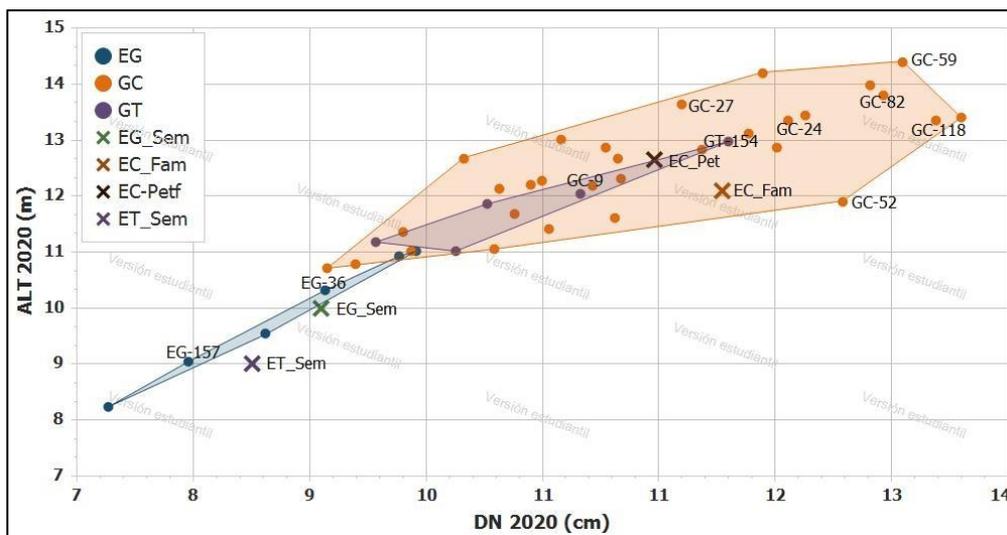


Gráfico 1. Promedio (valores genotípicos estimados) de diámetro normal (DN) y altura total (ALT) a los 5 años para todos los clones ensayados en Sáenz Peña (Chaco). Se agrupan los diferentes clones por grupo genético. Se identifican algunos materiales a modo ilustrativo.

Harrand et al. (2022) mencionan valores de crecimiento volumétrico para *E. grandis* de semilla (Huerto Semillero INTA-Concordia) variables según el sitio de plantación, con valores individuales de 0,035 m³ a los 3 años para el sitio menos productivo, pero de prácticamente el doble para otro sitio de mejores características edáficas, llegando a valores de 0,9 m³ a los 12 años de implantado, lo que equivale a 425 m³/ha de madera.

Von Wallis et al. (2020) para un ensayo en Gdor. Virasoro (Corrientes), señalan valores de DN de alrededor de 15 cm a los 36 meses para el clon EG-36, variando estos valores según el tratamiento de fertilización aplicado. López (2015) a los 30 meses de implantado menciona valores de 9,5 cm y 10,3 cm y alturas de 10,3 m y 10,1 m para los clones EG-36 y EG-157, respectivamente, en suelos vertisólicos de Corrientes.



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.

Fornés et al. (2023) para la Llanura Deprimida Salina (Leales, Tucumán) mencionan para los 5 años de implantado, dentro de los mejores materiales al clon GC-82, con un DN de 12,3 cm y ALT de 11,3 m y una sobrevivencia del 50 %; el clon comercial GC-27 presentó 50 % de sobrevivencia, 6 cm de DN y 6,3 m de altura.

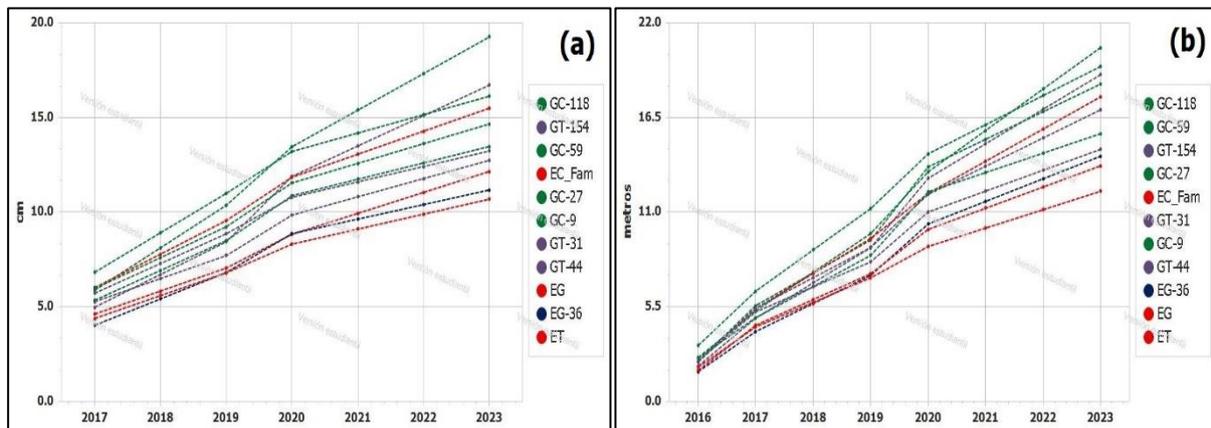


Gráfico 2. Incremento (valores genotípicos estimados) en diámetro normal (a) y altura total (b) para algunos materiales de eucalipto ensayados en Sáenz Peña (Chaco) hasta los 8 años de implantado. El orden en que figuran en la Leyenda es el que obtuvieron al último año de medición (2023).

En un ensayo ubicado en Ubajay (Entre Ríos) que sufrió severos daños por heladas a los 2,5 años, tanto los clones de GC como los de GT mostraron mayor DN y ALT que los clones de *E. grandis*, siendo los clones GC los que mostraron las mejores respuestas para ambas variables. Entre ellos, el mejor clon (GC-8) alcanzó 13,4 cm de DN y 13,4 m de ALT a los 3,5 años (Harrand y Oberschelp, 2016).

En Concepción del Uruguay (Entre Ríos) se mencionan valores de volumen individual al 6º año de 167, 198 y 217 dm³ para los clones GC-8, GC-9 y GC27; 210 dm³ para el clon GT-31 y de 185 y 204 dm³ para los clones EG-157 y EG-36 (López et al., 2016).

Todos estos resultados muestran que el crecimiento mostrado de los clones híbridos en Sáenz Peña es muy prometedor para el crecimiento de las forestaciones y sus industrias asociadas en la región. Sin embargo, es crucial conocer no solamente la producción volumétrica de madera de este tipo de plantaciones, sino también las características tecnológicas de ésta, y los productos asociados que podrían obtenerse (López et al., 2016).

4. CONCLUSIONES

Es promisoría la realización de forestaciones con clones de eucaliptos en la región de Sáenz Peña (Chaco). Los clones de *E. grandis* x *E. camaldulensis* (GC) presentan un alto potencial de crecimiento.

Es necesario continuar con este tipo de evaluaciones en otros sitios de la región tanto con estos materiales como con la incorporación de otros nuevos. Es fundamental además considerar cual sería la utilización de estos materiales, y si se piensa en su industrialización, analizar el tipo de productos que se pueden obtener de su madera.

5. LITERATURA CITADA

AMBROGGIO, N., 2010. Implantación de bosques de eucaliptos en el Chaco. Dirección de Bosques de la Provincia del Chaco. Disponible en <http://direcciondebosques.blogspot.com/2010/09/hacia-la-implantacion-de-bosques-de.html> , consultado 29/07/2024.

ATANASIO, M.A, PERNOCHI, L.A.S., HARRAND, L. 2020. Severidad de daños causado por *Leptocybe invasa* y crecimiento inicial en clones híbridos de eucaliptos. XXXIV Jornadas Forestales de Entre Ríos.



Concordia, Entre Ríos, Argentina

- ATANASIO, M.A., PERNOCHI, L.A.S., HARRAND, L. 2024. Clones de eucaliptos en la región de Sáenz Peña, Chaco. Parte 1: Respuesta a las heladas. XXXVIII Jornadas Forestales de Entre Ríos. Concordia, Entre Ríos.
- 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 elliottii* y *Eucalyptus grandis*, parcial para *Pinus taeda*. Informe técnico n° 61. INTA EEA Montecarlo. 103 p.
- FORNÉS, L., SARAVIA, P., ANGUEIRA, S.P., FEYLING MONTERO, M., HARRAND, L. 2023. Determinación de umbrales edáficos para la implantación de clones de especies e híbridos de *Eucalyptus* en la llanura deprimida salina, Tucumán-Argentina. En: VIII Congreso Forestal Latinoamericano - V Congreso Forestal Argentino. 27 al 30/03/2023. Mendoza, Argentina. pp. 729-731
- GAUNA, J.M., RAFFAELI, N., TONELLO, M.L., HARRAND, L.; MASTRANDREA, C.A., MARTÍNEZ, M.S., OBERSCHELP, G.P.J., BAROTTO A.J. 2022. Potencial de especies, clones puros e híbridos de eucaliptos para elaboración de carbón vegetal. XXXVI Jornadas Forestales de Entre Ríos. Octubre 2022. Entre Ríos, Argentina.
- HARRAND, L. 2005. La utilización de híbridos interespecíficos como alternativa forestal. IDIA XXI. Año V. N°8: 171-174.
- HARRAND, L., OBERSCHELP, J. 2016. Responses of *Eucalyptus grandis* and interspecific hybrids clones to severe frosts in the Mesopotamian region of Argentina. En: 4th International Conference of the IUFRO WORKING PARTY 2.09.02. September 19-23, 2016. La Plata, Buenos Aires, Argentina.
- HARRAND, L., OBERSCHELP, G.P.J., SALTO, C.S. 2022. Productividad de materiales comerciales de *Eucalyptus grandis* en Entre Ríos, Argentina. XXXVI Jornadas Forestales de Entre Ríos. Octubre 2022.
- 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. Instituto Nacional De Tecnología Agropecuaria. 1995. Manual para Productores de Eucaliptos de la Mesopotamia Argentina. Grupo Forestal, EEA INTA Concordia. Entre Ríos, Argentina. 163 pp.
- 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>
- LÓPEZ, J.A., HARRAND, L., MARCÓ, M.A., LÓPEZ, A.J. 2016. Variación genética de clones híbridos de *Eucalyptus*. Quebracho (Santiago del Estero), 24(1), 5-6. Recuperado en 06 de agosto de 2024, de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-30262016000100005&lng=es&tlng=es.
- MAGGIO, A.D., CANIZA, F.J., CELLINI, J.M.L., MARTINEZ-MEIER, A. 2022. Potencial dendroenergético de dos clones de *Eucalyptus* sp. en Corrientes, Argentina. Madera y bosques, 28(1), e2812268. Epub 05 de septiembre de 2022. <https://doi.org/10.21829/myb.2022.2812268>
- 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.
- 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
- SAGyP-Desarrollo Foresto Industrial. 2024. Tablero de Plantaciones Forestales. Datos actualizados a marzo de 2024. Disponible en <https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/desarrollo-foresto-industrial/>. Verificado el 20/08/2024.
- SELEGEN-REML/BLUP. 2014. Sistema Estatístico e Seleo Genética Computadorizada. Embrapa-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. INPI N° 00052763.
- VON WALLIS, A., GUARNASCHELLI, A.B., LUPI, A.M. 2020. Fertilización al establecimiento de clones de *Eucalyptus grandis* al norte de Corrientes. Respuesta a los 36 meses. XXVII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo "Suelos: Desafíos para una producción y desarrollo sustentables" Corrientes, Argentina 13 al 16/10/2020. pp 646-651.