



## RESPUESTA DEL *Eucalyptus benthamii* A LA FERTILIZACIÓN INICIAL EN ALBARDONES DEL DELTA DEL PARANÁ

Lupi, A.M.<sup>1\*</sup>, H. Rimski-Korsakov<sup>2</sup>, I. Fosco<sup>3</sup>, J.M. Garcia Conde<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Suelos, CIRN, INTA, Hurlingham, Argentina; <sup>2</sup> Cátedra de Fertilidad. FAUBA. Buenos Aires, Argentina; <sup>3</sup> Arauco Argentina SA; <sup>4</sup> Profesional independiente. \* [lupi.ana@inta.gob.ar](mailto:lupi.ana@inta.gob.ar)

**RESUMEN:** El objetivo de este trabajo fue evaluar la respuesta de *E. benthamii*, especie tolerante al frío, a la fertilización con nitrógeno (N) y fósforo (P), a los 17 meses desde la fertilización, en Albardones del Delta del Paraná, Provincia de Buenos Aires. Se instaló un experimento bajo un diseño factorial con 2 factores (N y P) con 3 niveles cada uno, dispuestos en 4 bloques completos al azar. El N se aplicó como urea (0, 21 y 42 g N planta<sup>-1</sup>) y el P como superfosfato triple (0, 18 y 36 g P planta<sup>-1</sup>). No se encontró interacción entre los factores analizados (N y P) en ninguna de las variables medidas. A los 17 meses de la fertilización, el agregado de P no generó diferencias en la altura de las plantas totales, ni entre las dominantes (25% más altas de la parcela). La altura media de las plantas fue de 514 cm y de las dominantes 636 cm. La fertilización nitrogenada sí presentó incrementos en la altura tanto considerando el plantel total de las plantas como en las dominantes. El incremento en la dosis de N no generó una mayor respuesta. Las alturas de las plantas fueron de 457, 540 y 547 cm para los tratamientos 0N, 21N y 42 N, respectivamente. La fertilización no afectó el número de fallas. A los 12 meses de la fertilización se realizó un muestreo foliar y se encontró que la fertilización no afectó significativamente las concentraciones foliares de N y P mientras que sí lo hicieron las concentraciones de K, Ca y Mg. Las relaciones entre nutrientes foliares también pueden emplearse para analizar el estado nutricional de las plantas. Los datos encontrados sirven para conocer el comportamiento de una especie no difundida en nuestro país, mostrando un crecimiento razonable en su primera etapa.

**PALABRAS CLAVE:** *Eucalyptus benthamii*, fertilización, delta del Paraná.

### INTRODUCCION

En Argentina se cultivan diferentes especies del genero *Eucalyptus* dependiendo del ambiente. El *E. grandis* es la principal especie cultivada ya que ofrece, además de rápido crecimiento, buena forma y una gran variedad de usos industriales. Su sensibilidad al frío (Harrand et al., 2016), limita su área de cultivo, poniendo en riesgo las plantaciones jóvenes ante los eventos extremos cada vez más frecuentes. La sensibilidad al frío y los rápidos cambios de temperatura siguen siendo el mayor obstáculo para la ampliación de la frontera de *Eucalyptus* spp. y este ha sido el foco de la investigación durante décadas para los programas de mejora genética. El *Eucalyptus benthamii* fue identificada como una especie de rápido crecimiento que se destaca por su mayor tolerancia a bajas temperaturas y heladas (Stape 1996; Harrand et al., 2016), haciéndola atractiva para ser cultivada en regiones donde otras especies de *Eucalyptus* no prosperarían (Baccarin, 2012), como es la zona del Delta del Paraná. Los estudio realizados en esta especie si bien son incipiente en nuestro país, muestran alta productividad volumétrica y buen desarrollo de fuste, ubicándose entre las especies más productivas, junto a *E. grandis* y *E. dunnii* (Harrand et al., 2019). Su introducción representaría un avance significativo, especialmente frente a la posibilidad de ampliar la frontera forestal de los *Eucalyptus* generada por el riesgo climático. En la zona de albardones del delta del Río Paraná la ocurrencia de heladas y el tipo de suelo imprimen una gran

limitación a la productividad de diferentes especies. Lograr plantaciones con un mayor grado de desarrollo y mayor crecimiento inicial en el menor tiempo posible permite resistir mejor las heladas, siendo la fertilización inicial una estrategia adecuada para ello. Si bien se reconoce que el *E. benthamii* tiene un gran potencial para las regiones sujetas a la ocurrencia de heladas, es escasa la información relacionada con su potencial silvícola, entre esto la respuesta a la fertilización inicial. El objetivo de este trabajo fue evaluar la respuesta de *E. benthamii* a diferentes dosis de fertilización con nitrógeno (N) y fósforo (P), a los 17 meses desde la fertilización.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se instaló en sitios de albardones del Delta del Paraná en el predio Oasis, localizado en Campana, Provincia de Buenos Aires. Los sitios de albardones son depósitos de inundación originados por la acumulación de sedimentos en las orillas de las islas, destacándose por su mayor altura respecto al terreno circundante. El suelo en el sitio del ensayo posee una textura en el primer metro de profundidad franco arenosa, franco limosa y arenosa franca. En los primeros 10 cm posee 6,04% de C orgánico, 0,69% de N total y 21,4 ppm de P disponible. A partir de los 10 cm se encuentran niveles de altos de sodio ( $PSI > 18,9$ ). La conductividad eléctrica (CE) nos indica que se trata de un suelo sódico no salino (1,2 a 2,37 dS m<sup>-1</sup>). El sitio del experimento proviene de una plantación de *Salix* spp.

La preparación del terreno consistió en una pasada de rastra y luego la realización de camellones en la línea de plantación. Los plantines de *E. benthamii* se produjeron en el vivero de la empresa Arauco Argentina SA, con semilla procedente de un rodal semillero de Candoi, Estado de Parana Brasil (Golden tree). La plantación se realizó manualmente a inicios de octubre de 2017. La distancia entre filas fue de 3 m y de 1,4 m entre plantas de la fila.

El experimento se dispuso bajo un diseño factorial con 2 factores (N y P) con 3 niveles dispuestos en 4 bloques completos al azar. El N se aplicó en forma de urea (0, 21 y 42 g N planta<sup>-1</sup>) y el P en forma de superfosfato triple (0, 18 y 36 g P planta<sup>-1</sup>). Quedando definidos 9 tratamientos: 0N0P, 21N0P, 42N0P, 0N18P, 0N36P, 21N18P, 21N36P, 42N18P y 34N36P. Los fertilizantes se distribuyeron en forma de corona circular en torno a las plantas, a una distancia de 30 a 40 cm de su cuello.

Cada parcela estuvo constituida por 56 plantas (7 x 8 plantas), con una línea externa de bordura quedando 30 plantas medibles por parcela.

En abril de 2019 (17 meses desde la fertilización) se relevó la altura total de todas las plantas de cada parcela y se contabilizó el número de fallas. En enero de 2019 se realizó un muestreo foliar en los tratamientos 0N0P, 21N0P, 21N18P, 42N0P y 42N36P. Dicho muestreo se realizó siguiendo Bellote y da Silva (2004), y solo se tomaron muestras de 3 bloques. Las hojas se secaron en estufa a 65°C y luego se determinó las concentraciones de N, P, K, Ca y Mg.

La altura de todas las plantas, la altura del 25 % de las plantas más altas (altura plantas dominantes) y el porcentaje de fallas fueron analizados estadísticamente utilizando ANVA factorial. Las concentraciones de nutrientes foliares se compraron mediante ANVA. Los valores medios se compararon mediante el test de Tukey a un nivel de significancia del 0,05.

## RESULTADOS Y DISCUSION

**Crecimiento en altura y sobrevivencia:** Las variables analizadas (altura de plantas, altura de plantas dominantes y fallas) no presentaron interacción entre los factores analizados (N y P), por lo que el análisis se realizó para cada factor independientemente. La fertilización fosforada no generó diferencias en la altura de las plantas totales, ni entre las dominantes (25% superiores) (Tabla 1). La altura promedio del total de las plantas fue de 514 cm y de las dominantes 636 cm. Por el contrario, la fertilización nitrogenada sí presentó incrementos en la altura tanto considerando el plantel total de las plantas como en las dominantes (Tabla 1). El incremento en la dosis de N no generó una mayor respuesta.

Tabla 1. Efecto de la fertilización con N y P sobre la altura total de las plantas y el porcentaje de fallas a los 17 meses desde la fertilización. Letras diferentes indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ).

	Dosis de nutriente (g planta <sup>-1</sup> )	Altura (cm)	Altura Dominante (cm)	Fallas (%)
N	0	456,9 b	580,7 b	16,7 a
	21	539,6 a	664,4 a	15,0 a
	42	546,8 a	663,7 a	16,7 a
P	0	516,5 a	630,3 a	17,8 a
	18	515,8 a	647,0 a	17,2 a
	36	510,8 a	631,6 a	13,3 a

La ausencia de diferencias generadas entre las dos dosis de N muestra que, si bien el N se encontraba en deficiencia para el período de medición, la dosis menor fue suficiente para generar la máxima respuesta. A la vez, el nivel de fósforo en el suelo no apareció como limitante para esta etapa de crecimiento.

La fertilización no generó diferencias en el número de fallas en este momento de evaluación, siendo en promedio de un 4.8% de plantas perdidas.

Los resultados encontrados en este muestreo continúan mostrando un patrón similar al informado por Lupi et al. (2019) determinado hasta los 8 meses desde la fertilización.

A modo comparativo, en un ensayo establecido en el SE de USA se registraron alturas medias de 6,9 m en *E. benthamii* a los 2 años de la plantación (Informe de la Cooperativa de productividad 2019). Comparando estas alturas con las determinadas en el presente ensayo, medidas con menor tiempo de crecimiento, puede inferirse que hasta este momento la especie presenta adecuadas tasas de crecimiento en la zona de estudio.

**Nutrientes foliares:** En experimentos de fertilización con N y P realizados en plantaciones de *Eucalyptus* es frecuente encontrar relaciones positivas entre el crecimiento en altura y las concentraciones foliares de estos nutrientes (Herbert, 1991). En nuestro estudio, la fertilización con N y P no afectó significativamente las concentraciones foliares de N y P en tanto que si lo hicieron las concentraciones de K, Ca y Mg (Tabla 2). En el caso del N puede ser que su concentración no se haya incrementado con la dosis de fertilización por un efecto de dilución como lo reportado por Goya et al. (1997). No existen datos bibliográficos para comparar las concentraciones encontradas. Los valores reportados corresponden a otras especies y/o edades (Schonau y Herbert, 1982; Judd et al., 1996; Guimarães et al., 2019; Resquin Perez, 2019). Nuestros valores pueden servir en el futuro para comparar próximos experimentos.

Tabla 2. Concentraciones foliares de nutrientes a los 12 meses de la fertilización, para diferentes dosis de N y P. Letras diferentes indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre tratamientos.

Tratamiento	N	P	K	Ca	Mg
	%				
0N0P	2,08 a	0,15 a	0,56 ab	0,51 b	0,23 ab
21N0P	2,28 a	0,15 a	0,62 ab	0,69 ab	0,25 ab
21N18P	2,05 a	0,15 a	0,66 a	0,76 a	0,28 a
42N0P	1,85 a	0,14 a	0,52 b	0,59 ab	0,22 b
42N36P	2,05 a	0,14 a	0,60 ab	0,72 ab	0,27 ab

Las relaciones entre nutrientes foliares también pueden emplearse para analizar el estado nutricional de las plantas. En la Tabla 3 figuran las relaciones encontradas en nuestro ensayo. Si bien existen diferentes autores que utilizaron estas relaciones para determinar rangos

nutricionales óptimos en *Eucalyptus*, nos encontramos también con la ausencia de valores comparables a nuestra situación de muestreo (Cromer et al., 1981; Schönau y Herbert, 1982; Herbert, 1996; Resquin Perez, 2019; Khouri et al., 2010).

Tabla 3. Relaciones de nutrientes foliares para diferentes dosis de N y P.

	0N0P	21N0P	21N18P	42N0P	42N36P
N/P	13,83	15,18	13,37	13,56	14,30
Ca/Mg	2,24	2,76	2,75	2,67	2,68
N/K	3,74	3,67	3,11	3,54	3,44
K/P	3,70	4,13	4,30	3,83	4,16

## CONCLUSIONES

Se encontró una respuesta positiva a la fertilización inicial con 21 g de N por planta, en árboles de *Eucalyptus benthamii*. Dicha respuesta no fue superior al duplicarse la dosis de N. La fertilización fosforada no generó diferencias en la altura total. No se evidenció diferencias en la pérdida de plantas por la fertilización. La respuesta al N fue independiente al agregado de P sin haber interacciones entre los nutrientes aplicados. Las concentraciones foliares y relaciones entre nutrientes sirven como comparación para futuras investigaciones.

## AGRADECIMIENTOS

El experimento fue parcialmente financiado por la empresa Arauco Argentina SA. mediante un convenio de vinculación tecnológica.

## BIBLIOGRAFIA

- Bellote A & HD Silva. 2004. Sampling techniques and nutritional evaluations in eucalypts plantations. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V.; McNABB, K. (eds.) Forest Nutrition and fertilization. 2. ed. Piracicaba: IPEF, 2004. Chapter 5, p 113-140.
- Cooperativa de Productividad Forestal. Research Summaries 2019. Shaping of future the plantation forest. Volume 2. Eucalyptus. Disponible en: <https://forestproductivitycoop.net/>
- Cromer RN., D Cameron, NJ Cameron, DW Flinn, WA Neilsen, M Raupach, M., et al. 1981. Response of eucalypt species to fertiliser applied soon after planting at several sites. *Australian Forestry*, 44, 3–13.
- Goya, J. F., Frangi, J. L., Dalla-Tea, F., & Larocca, F. (1997). Biomasa, productividad y contenido de nutrientes en plantaciones de *E. grandis* en el NE de la provincia de Entre Ríos. XII Jornadas Forestales de Entre Ríos, Concordia, Argentina.
- Guimarães C, DR Momolli, HP de Souza, MV Schumacher, AA Ludvichak & A Costa Malheiros. 2019. Biomass Production and Nutritional Characterization of *Eucalyptus benthamii* in the Pampa Biome, *Brazil Journal of Experimental Agriculture International* 35(2): 1-9.
- Harrand L, J Oberschelp & AM Lupi. 2019. *E. benthamii*. ¿Especie alternativa frente a las heladas? HOJA INFORMATIVA Nº 18. Noviembre de 2019. Publicación irregular. ISSN 2545-7195. 5p
- Harrand L, GP Oberschelp, CS Salto & MA Marcó. 2016. aluación de comportamiento de especies de eucaliptos en ambientes de Entre Ríos. VII Reunión GEMFO. San Miguel de Tucuman, Argentina. 24-26 de agostos de 2016.21-24.
- Herbert MA. 1991. The influence of site factors on the foliar nutrient content of *Eucalyptus grandis* in Natal. *Southern African Forestry Journal*, 156, 28–34.
- Herbert MA. 1996. Fertilizers and eucalypt plantations in South Africa. In P. M. Attiwill & M. A. Adams (Eds), *Nutrition of eucalypts* (pp. 303–325). Melbourne, Australia: CSIRO Publishing
- Judd TSP, M Attiwill & MA Adams. 1996. Nutrient concentrations in *Eucalyptus*: a synthesis in relation to differences between taxa, sites and components. In: Attiwill P. M. and A. M.

- Adams (Eds.). Nutrition of eucalypts. CSIRO Publishing. Collingwood, Australia. pp. 123-153.
- Khoury EA, E Canga Líbano, JA Oliveira Prendes, JJ Gorgoso Varela, & MA Cámara Obregón 2010. Crecimiento en volumen y estado nutricional de *Eucalyptus globulus* Labill y *Pinus radiata* D. Don en Asturias, España. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 1(1), 47-54. Recuperado en 30 de enero de 2020, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-11322010000100006&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11322010000100006&lng=es&tlng=es).
- Lupi AM, Rimski-Korsakov H, Fosco I, Phoels M, Tommasi M, Garcia Conde JM. 2019. Respuesta del *Eucalyptus benthamii* E. a la fertilización en albardones del Delta del Paraná. XIII Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales, Misiones. Octubre 2019.
- Ministerio de hacienda. 2019. Informes de cadena de valor. Forestal, papel y muebles - Marzo 2019 Elaborado con la información disponible a Enero de 2019 AÑO 4 - N° 14 [https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/sspmicro\\_cadenas\\_de\\_valor\\_forestal\\_papel\\_muebles.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/sspmicro_cadenas_de_valor_forestal_papel_muebles.pdf)
- Resquin Perez, F. 2019. Producción de biomasa en plantaciones intensivas de *Eucalyptus* spp. en Uruguay. Tesis de doctorado. Universidad de Córdoba, UCOPress <https://helvia.uco.es/xmlui/handle/10396/18685>
- Schönau APG & MA Herbert. 1982 Relation shep betwn growth rate and foliar concentration of nitrogen, phosphorus and potassium for *Eucapytus grandis*. *South African Forestry jornal* 120: 19-23
- Stape JL 1996 Manejo de *Eucalyptus* spp. Para desdobre frente aos avanços silviculturais de produção. In: Seminário sobre processamento e utilização de madeiras de reflorestamento 4., 1996, Curitiba. Anais...Curitiba: ABPM; SBS; 1996, v. 1.