

CRECIMIENTO DE *EUCALYPTUS BETHAMII* MAIDEN & CAMBAGE FERTILIZADO CON N Y P, EN ALBARDONES DEL DELTA DEL PARANÁ

Lupi, A.M.^{1*}, H. Rimski-Korsakov², I. Fosco³, J.M. Garcia Conde⁴

¹ Instituto de Suelos, CIRN, INTA, Hurlingham, Argentina.

* lupi.ana@inta.gob.ar;

² Cátedra de Fertilidad y Fertilizantes. FAUBA. Buenos Aires, Argentina;

³ Arauco Argentina SA;

⁴ Profesional independiente

RESUMEN

El *Eucalyptus benthamii* se destaca por su mayor tolerancia a bajas temperaturas y heladas generando un potencial para expandir la frontera forestal de los *Eucalyptus* en regiones, como el Delta del Paraná. El objetivo de este trabajo fue evaluar la respuesta de *E. benthamii* a la fertilización con nitrógeno (N) y fósforo (P), a los 41 meses después de la misma. Se instaló un experimento en albardones del Delta del Paraná, en Zárate, Provincia de Buenos Aires. Se dispuso 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⁻¹) y el P como superfosfato triple (0, 18 y 36 g P planta⁻¹). Se relevó el diámetro a la altura del pecho (DAP) de todas las plantas y la altura total de 6 plantas por parcela. Se estimó la altura total de todas las plantas y se calculó el área basal (AB) por hectárea. Se analizaron los valores mediante ANVA factorial. La fertilización fosforada no generó diferencias en la altura de las plantas totales, ni entre las dominantes. La fertilización nitrogenada incrementó la altura total de las plantas como en las dominantes, el DAP y el AB. El incremento en la dosis de N no generó una mayor respuesta. Las alturas de las plantas fueron de 10,4, 11,0 y 11,2 m para los tratamientos 0N, 21N y 42 N, respectivamente. El AB fue de 12,9, 15,8 y 17,4 m² ha⁻¹ para los tratamientos 0N, 21N y 42 N, respectivamente. No hubo interacción significativa entre N y P. 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.

INTRODUCCIÓN

Para lograr el adecuado establecimiento de las plantaciones forestales se requiere la optimización de los factores que se combinan tales como: la genética adaptada al sitio, condiciones climáticas y edáficas favorables y plantines de alta calidad. Sin embargo, es posible que los rendimientos potenciales se vean afectados por factores ambientales como la disponibilidad de agua y nutricional (entre otros). Por lo anterior es necesario ajustar la silvicultura, de tal manera que el genotipo empleado pueda expresar su potencial de crecimiento en el ambiente que se cultiva.

Las especies de eucalipto se consideran de alta demanda nutricional, principalmente de fósforo en la fase temprana y potasio en la fase juvenil y adulta (Días et al, 2015). Por lo tanto, una nutrición adecuada es fundamental para el establecimiento de bosques de alto rendimiento (Gonçalves et al., 2004). Es relevante abastecer los nutrientes limitantes para promover un desarrollo temprano rápido, para que las plantas alcancen un tamaño donde se minimice, por ejemplo, la competencia por luz, agua y se reduzca el daño por frío.



La respuesta a la fertilización ha mostrado en algunos casos mantenerse en el tiempo. Este fue el caso de un estudio desarrollado en Uruguay con *Eucalyptus grandis*, donde la respuesta se mantiene hasta los 4 años (Methol, 1996). Por su parte, Gaitan et al. (2004), en suelos mestizos de Entre Ríos, también indican que la fertilización con N y P en *E. grandis* se mantiene con el tiempo aumentando las diferencias en términos absolutos pero menores en términos relativos a la producción total. En *E. benthamii* este comportamiento se reportó en el sur de Brasil por Rosa et al. (2020) hasta los 48 meses posteriores a la fertilización.

La región del Delta del Paraná es una importante zona forestal cultivándose principalmente Salicáceas. Las condiciones de baja fertilidad sumado al mayor riesgo de heladas en esta región reducen el rendimiento y generan daños de las plantaciones de *Eucalyptus grandis* (Dalla Tea, 1995; Aparicio et al., 2005). Existen diversas alternativas de manejo que permiten reducir o atenuar estas limitantes naturales a la productividad forestal. Algunos antecedentes indican que el uso de material genético más tolerante a las bajas temperaturas, como los nuevos genotipos híbridos interespecíficos o clones de especies, y la práctica de fertilización inicial, han demostrado ser opciones efectivas para lograr mayores tasas de crecimiento y menores daños por heladas en las plantaciones instaladas en la mencionada región (Guarnaschelli et al., 2015). *E. benthamii* es una especie que está generando un creciente interés en el sector forestal argentino por su tolerancia al frío y posibilidad de expandir las zonas aptas para su producción (Oberschelp et al., 2016). En las evaluaciones realizadas por el programa de mejoramiento genético forestal de INTA se ha comportado como una especie con alta productividad volumétrica y buen desarrollo de fuste, ubicándose entre las especies más productivas, junto a *E. grandis* y *E. dunnii*, las que ya son parte de las forestaciones argentinas (Harrand et al., 2019).

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 41 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 Zárate, 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⁻¹). 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⁻¹) y el P en forma de superfosfato triple (0, 18 y 36 g P planta⁻¹). 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 2021 (3 años y 5 meses desde la fertilización) se relevó el diámetro a la altura del pecho (DAP) de todas las plantas de cada parcela y la altura de 6 plantas por parcela. Con los valores del DAP y la respectiva altura del árbol se ajustó una ecuación que fue empleada para estimar la altura de cada individuo (Ecuación 1). También se calculó la altura media por parcela del 35 % de las plantas más altas. Con el DAP se calculó el área basal por hectárea (AB ha⁻¹).

$$\text{Altura (m)} = 4,1255 + 0,7074 * \text{DAP} \quad \text{Ecuación 1}$$



DAP es el diámetro a la altura del pecho (m)

La altura de todas las plantas, la altura del 35 % de las plantas más gruesas ($H_{35\%}$), y $AB\ ha^{-1}$ fueron analizados estadísticamente utilizando ANVA factorial. Los valores medios se compararon mediante el test de Tukey ($p < 0,05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las variables analizadas 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 (35% superiores) (Tabla 1). Por el contrario, la fertilización nitrogenada incrementó significativamente la altura tanto considerando el plantel total de las plantas como en las $H_{35\%}$ y el área basal (Tabla 1). La altura del tratamiento testigo fue un 5% y 7% menor a 21N y 42N, respectivamente. Por otro lado, la altura del 35% de las plantas más altas del tratamiento testigo fue un 6% y 7% menor a 21N y 42N, respectivamente. El AB mostró cambios más notorios que en la altura. En el tratamiento testigo fue un 18% y 26% menor a 21N y 42N, respectivamente. El incremento en la dosis de N no mostró una mayor respuesta en ninguna de las variables medidas.

Tabla 1. Efecto de la fertilización con N y P sobre la altura total de las plantas, altura plantas más gruesas ($H_{35\%}$), diámetro a la altura del pecho (DAP) y área basal (AB) a los 3 años y 5 meses desde la fertilización

	Dosis de nutriente (g planta ⁻¹)	Altura total (m)	$H_{35\%}$ (m)	DAP (cm)	AB ha ⁻¹ (m ² ha ⁻¹)
N	0	10,4 b	12,7 b	8,7 b	12,9 b
	21	11,0 a	13,5 a	9,8 a	15,8 a
	42	11,2 a	13,7 a	9,9 a	17,4 a
P	0	10,9 a	13,4 a	9,5 a	15,2 a
	18	10,7 a	13,2 a	9,3 a	15,5 a
	36	11,0 a	13,4 a	9,7 a	15,4 a

Letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

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. Serpe (2015) reporta importantes diferencias en crecimiento en DAP, área basal y volumen en *E. benthamii* en tratamientos fertilizados con NPK respecto del testigo sin fertilizar en Brasil. Sin embargo, a diferencia de nuestro estudio la altura total no fue afectada por la fertilización.

Los resultados encontrados a los 3 años y 5 meses continúan mostrando un patrón similar al informado por Lupi et al. (2019) y Lupi et al. (2020) determinado hasta los 4, 8 y 17 meses desde la fertilización (Figura 1).



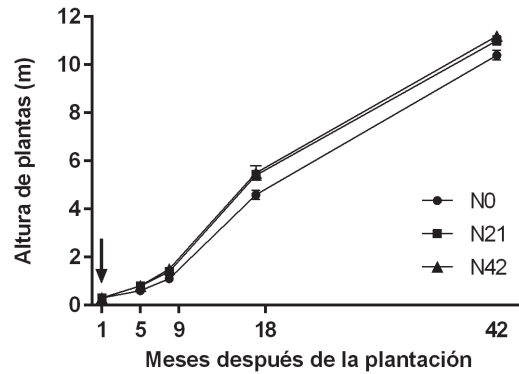


Figura 1. Altura promedio medidas 1, 5, 9, 18 y 42 meses después de la plantación. La flecha indica el momento de la fertilización (34 días después de la plantación). Barras indican error estándar.

CONCLUSIONES

Eucalyptus benthamii respondió en forma positiva a la fertilización inicial. La altura total, la altura del 35% de las plantas más gruesas y el área basal aumentó significativamente con el agregado de 21 g de N por planta. El crecimiento no fue significativamente superior al duplicarse la dosis de N. La fertilización fosforada no generó respuestas significativas en ninguna de las variables analizadas. La respuesta al N fue independiente al agregado de P.

AGRADECIMIENTOS

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

BIBLIOGRAFÍA

- Aparicio, JL; F Larocca & Dalla Tea F. 2005. Silvicultura de establecimiento de *Eucalyptus grandis*. Revista IDIA XXI N° 8, 64-67
- Dalla Tea F. 1995. Factores del suelo que afectan la productividad de *Eucalyptus grandis*. Información Forestal INTA EEA Concordia. C9. 6 p
- Dias, LPR; LC Gatiboni; G Brunetto; MA Simonete & B Bicaratto. 2015. Eficiencia relativa de fosfatos naturais na adubaçao de plantio de mudas de *Eucalyptus dunnii* maiden e *Eucalyptus benthamii* maiden et cambage em solo sem e com calagem," *Ciencia Florestal*, 25 (1): 37-48
- Gaián, JJ; F Larocca & F Dalla Tea. 2004. Fertilización de *Eucalyptus grandis*: Dinámica de la respuesta durante la rotación comercial. En Actas XIX Congreso Argentino de la Ciencia Del Suelo y II Simposio Nacional Sobre Suelos Vertisólicos. Paraná. Entre Ríos. 10 p.
- Gonçalves, JLM; JL Stape; V Benedetti; VAG Fessel & JL Gava. 2004. An evaluation of minimum and intensive soil preparation regarding fertility and tree nutrition. In: *Forest nutrition and fertilization*. JLM Gongalvez & V Benedetti (Eds). IPEF. 2 edition. Chapter 2 13-64.
- Guarnaschelli, AB; AM Lupi; A Garau; P Pathauer; FD Caccia & E Craig. 2015. PIA 12065. Productividad de plantaciones de *Eucalyptus* en el S de Entre Ríos: Contribución del componente genético y de prácticas silviculturales de vivero y de implantación durante el establecimiento. Páginas 266-270. En MAGyP- UCAR. Investigación Forestal 2011-2015.
- Harrand, L; J Oberschelp & AM Lupi. 2019. *E. benthamii*. ¿Especie alternativa frente a las heladas? Hoja Informativa N18. Noviembre de 2019. Publicación irregular. ISSN 2545-7195. 5p
- Lupi, A. M.; Rimski-Korsakov, H.; Fosco, I.; Phoels, M.; Tommasi, M.; Garcia Conde, J.M. 2019. Respuesta del *Eucalyptus benthamii* E. a la fertilización en albardones del Delta del Paraná. XVIII Jornadas Técnicas y ambientales de Misiones. Eldorado, Misiones.
- Lupi, A.M., H. Rimski-Korsakov, Fosco, J.M. Garcia Conde. 2020. Respuesta del *Eucalyptus bethamii* a la fertilización inicial en albardones del Delta del Parana. XXVII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Suelos: Desafíos para una producción y desarrollo sustentables. 13 al 16 de octubre de 2020. Corrientes, Arg. ISBN 978-987-46870-3-6.
- Methol R. 1996. Laboreo y fertilización en *Eucalyptus grandis* en la zona norte. Montevideo: INIA. 4 p. (Hoja de divulgación 52). <http://>



www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/12390/1/sad120ccap6p1-5.pdf

Oberschelp, GPJ; AB Guarnaschelli; E Margarit; F Podestá; N Tesón; GN Pastorini; EG Bianchi & L Harrand, L. 2016. Evaluación de la tolerancia a estrés por temperaturas de congelación en tres especies de *Eucalyptus*: primeros resultados VII Reunión GEMFO. San Miguel de Tucumán, Tucumán, Argentina – 24 al 26 de agosto de 2016, 49-52.

Serpe, EL 2015. Efeitos de diferentes dosagens de adubação no crescimento inicial de *Eucalyptus benthamii* na região sul do estado do Paraná -- Irati, PR : [s.n], 2015. 82f. Dissertação (mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, área de concentração em Manejo Florestal. <https://www2.unicentro.br/ppgf/files/2015/07/DISSERTA%C3%87%C3%83O-EUCALYPTUS-BENTHAMII-SERPE-E.-L.1.pdf?x76404>

Rosa, D; MC Navroski; M Oliveira Pereira; GA Borsoi; B Nascimento; R De Andrade & C Moraes 2020. Liming and Fertilization on the Growth of *Eucalyptus benthamii* and *Eucalyptus dunnii* in Brazil. International Journal of Forestry Research 8850641, 8 <https://doi.org/10.1155/2020/8850641>

