



UFSM

ENFLO

Revista Ecologia e Nutrição Florestal / *Ecology and Forest Nutrition*  
[www.periodicos.ufsm.br/enflo](http://www.periodicos.ufsm.br/enflo)



ISSN 2316-980X

ACESSO  ABERTO

Enflo, Santa Maria, v. 11, e01. 2023 • <https://doi.org/10.5902/2316980X72354>

Submissão: 21/11/2022 • Aprovação: 06/02/2023 • Publicação: 23/03/2023

## Artículos

# Evaluación del crecimiento de plántulas de *Eucalyptus tereticornis* Sm. en diferentes sustratos

Avaliação do crescimento de plântulas de *Eucalyptus tereticornis* Sm. em diferentes substratos

Ignacio Pablo Traversa<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Consejo de Formación en Educación, CFE, Uruguay

## RESUMEN

El género eucalipto se planta de forma diversificada en el mundo entero. La especie *E. tereticornis* tiene importancia económica en Uruguay. El objetivo de la investigación fue evaluar en laboratorio el crecimiento de plántulas de semilla, en cuatro tratamientos de diferentes sustratos: arena, arena con fertilizante, sustrato comercial y sustrato comercial con fertilizante. Fueron analizadas las variables período de germinación, sobrevivencia, largo y diámetro del tallo y largo de las raíces. Los resultados fueron procesados por ANOVA y contrastes de medias. Se encontró que el sustrato comercial fue el que proveyó el más rápido crecimiento.

**Palabras clave:** Eucalipto; Germinación; Plantaciones

## RESUMO

O gênero eucalipto é plantado de forma diversificada em todo o mundo. A espécie *E. tereticornis* é economicamente importante no Uruguai. O objetivo da pesquisa foi avaliar o crescimento de mudas em laboratório, em quatro tratamentos de diferentes substratos: areia, areia com adubo, substrato comercial e substrato comercial com adubo. Foram analisadas as variáveis período de germinação, sobrevivência, comprimento e diâmetro do caule e comprimento da raiz. Os resultados foram processados por ANOVA e contrastes de médias. Verificou-se que o substrato comercial foi o que proporcionou o crescimento mais rápido.

**Palavras-chave:** Eucalipto; Germinação; Plantações



## 1 INTRODUCCIÓN

El género *Eucalyptus* no presenta problemas para su cultivo debido a que las numerosas especies se adaptan a los más diversos suelos, ya sean arcillosos, limosos, de aluvión o con rocosidades (LEÓN *et al.*, 1996). En Uruguay las plantaciones forestales con especies introducidas se impulsaron fuertemente en el año 1987 con la promulgación de la Ley N°15.939 (URUGUAY, 1987), la cual declara que para el desarrollo económico del país es de interés nacional la defensa, el mejoramiento y la creación de recursos forestales. La mencionada ley especifica que el género es adecuado para el cultivo de bosques con fines industriales, debido a sus características tecnológicas y silviculturales.

La especie *Eucalyptus tereticornis* Sn (IPNI, 2022) es una especie de importancia, no obstante, su madera presenta elevadas tensiones de crecimiento que se manifiestan en grietas y alabeos cuando ésta es aserrada (PAN *et al.*, 2017). En Uruguay, los eucaliptos denominados colorados (*Eucalyptus camaldulensis* y *E. tereticornis*) se plantan en cortinas y en montes de abrigo y sombra, por su gran rusticidad; pues se adaptan a todo tipo de suelos y tienen buena tolerancia a la sequía y a las heladas. La madera de estas especies tiene alta densidad y dureza, siendo muy apta para productos sólidos (pisos y muebles), para tableros de fibras de alta densidad y también para fines energéticos (leña y carbón) (BALMELLI *et al.*, 2016).

En Uruguay son generalizadas las evaluaciones dasométricas a campo, poco comunes son los estudios del género en vivero y menos aún seguimientos del crecimiento en laboratorio por propagación sexual a partir de diferentes substratos nutritivos. La nutrición es determinante, por ejemplo, Ospina *et al.* (2006), en Colombia analizan la especie *E. grandis* y recomiendan el empleo de substratos de tres partes de arena por una de suelo. Por su parte, Giraldo (2013) en Chile, observa que el aumento del pH de un suelo ácido, aumenta la disponibilidad de nutrientes en *E. pellita* y *E. nitens*.

Por lo expuesto, el objetivo de la investigación fue evaluar el crecimiento de plantines de semilla de la especie *E. tereticornis*, con los objetivos específicos de describir y comparar el crecimiento en diferentes composiciones de suelo, así como evaluar el efecto de la fertilización.

## 2 MATERIAL Y MÉTODOS

### 2.1 Diseño del experimento

Murugesan *et al.* (2016) analizaron la demanda nutricional de la especie *E. tereticornis* a partir de sustratos compuestos a base de coco, vermiculita, vermicompost, estiércol de corral, compost de efluentes, abono verde descompuesto y tortas de semilla con suplementos de micronutrientes de Ca, N, P, Mg y K. En consecuencia, fueron montados cuatro tratamientos estadísticos bajo un diseño experimental totalmente aleatorio (INFANTE; ZÁRATE, 1990). Los tratamientos aplicados fueron cuatro composiciones de suelo: arena, arena con fertilizante, sustrato y sustrato con fertilizante. La arena utilizada fue dulce (de río) y cernida con tamiz fino hasta dejar granulometría homogénea.

El sustrato comercial estuvo formado por partes de: vermiculita, corteza de pino y eucalipto, fibra de coco, cáscara de arroz y cenizas en las proporciones volumétricas 2:2:2:1:1. Cada tratamiento fue replicado con treinta repeticiones en tubetes cónicos de 3,5 cm de diámetro por 13,5 cm de largo (173,2 cm<sup>3</sup>), totalizando 120 tubetes soportados en contenedores plásticos. Las semillas de *E. tereticornis* fueron cedidas del vivero del Polo Tecnológico de la Ciudad de Rivera. El fertilizante usado fue: N, P, K del tipo líquido (soluble) para fertirriego con proporciones 18:18:18, y enriquecido con microelementos Cu, Fe, Mg y Zn (COMPO EXPERT, 2022). Se utilizó una dilución de 1g de fertilizante por litro de agua.

La siembra de las semillas se practicó a una profundidad superficial en fecha 25 de mayo de 2022; previendo un posible bajo porcentaje de germinación fueron sembradas tres semillas por tubete. De las germinadas fue considerada para el estudio solo la plántula germinada de mayor vigor. Luego de cuatro semanas del sembrado, se realizaron repiques de plantas desde los tubetes con tres plantines, para aquellos contiguos carentes de los mismos. La fertilización comenzó a las dos semanas de la siembra con el agregado de cinco gotas de fertilizante líquido por tubete durante una semana. A la siguiente semana se aumentó la dosis para diez gotas por tubete. Luego se pasó a la dosis definitiva de 10 ml diarios de dilución de fertilizante y 10 ml de agua para los tratamientos no fertilizados.

## **2.2 Colecta de datos**

Las variables recabadas fueron: fecha de germinación, porcentaje de sobrevivencia, largo del tallo, diámetro del tallo a la base de cada plantín y largo radicular. La fecha de germinación fue tomada a diario, el porcentaje de sobrevivencia y el largo radicular se tomaron al final del experimento, es decir, abarcó casi tres semanas del período de germinación, más 20 semanas del período de crecimiento. Por su parte, el largo y diámetro del tallo fueron tomados semanalmente. La toma de datos se dio por finalizada en la semana 23 a partir de la fecha de siembra.

## **2.3 Análisis de los datos**

La información colectada fue procesada por las técnicas de estadística descriptiva e inductiva. Las técnicas descriptivas consistieron en métodos numéricos tabulares y gráficos. Por medio de la herramienta Microsoft Excel se calcularon medidas de tendencia central como; promedios y medida de

dispersión (desvío estándar y coeficiente de variación). Las técnicas de estadística inductiva fueron el análisis de la varianza (ANOVA) determinado en el software en red (SSS, 2022). Asimismo, en este software fueron contrastados los promedios (Prueba Tukey). Las regresiones lineales se obtuvieron a través del *software* Curve Expert.

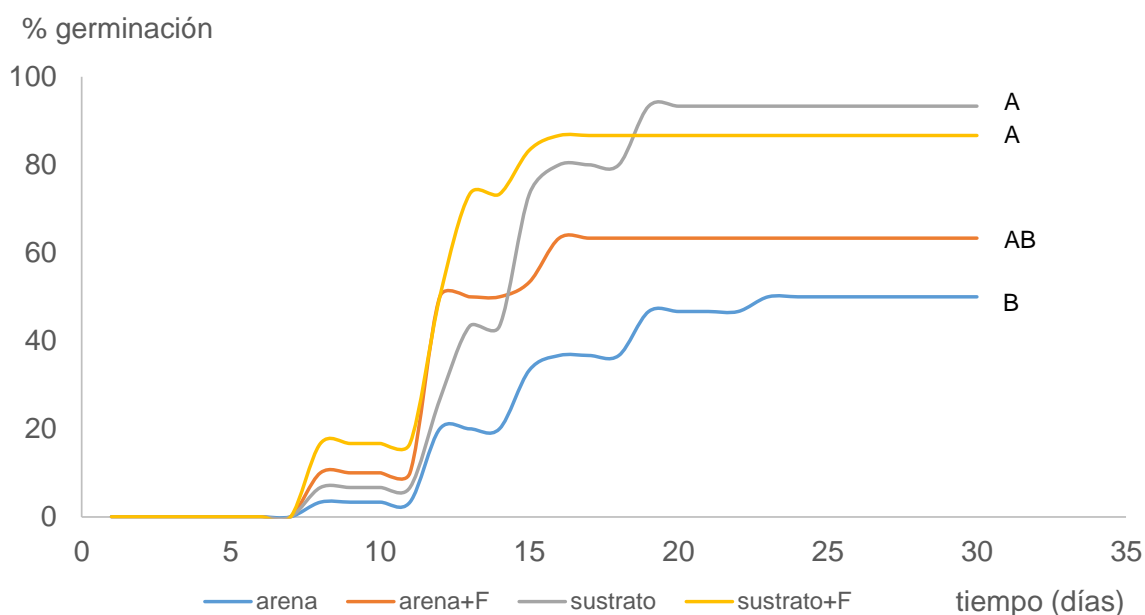
### 3 RESULTADOS

Las semillas comenzaron a germinar el día octavo posterior a la siembra en los cuatro tratamientos. En el día 14,2 posterior a la siembra recién se obtuvo un 50% de germinación acumulada promedio de los cuatro tratamientos. A partir del día 19, la germinación se estabiliza y llega a su máximo. El mayor porcentaje de germinación se obtuvo para el tratamiento de siembra en sustrato (93%), luego para el tratamiento sustrato más fertilizante (87%), a continuación, el tratamiento de arena más fertilizante (63%) y por último el tratamiento de arena solamente (50%).

La prueba Tukey determinó que sustrato y sustrato más fertilizante no difieren significativamente con  $\alpha=0,05$ , (ambos categoría A), mientras que el tratamiento de arena más fertilizante (categoría AB), no difiere significativamente con los dos anteriores ni con arena solamente. No obstante, arena solamente difiere significativamente con el resto (categoría B) (Figura 1).

Luego de la germinación la sobrevivencia de las plantas fue diferente entre todos los tratamientos, en el caso de los tratamientos con arena fue de apenas 71%, solamente 42% para la arena más el fertilizante. En el caso de los tratamientos bajo sustrato, no se encontraron diferencias significativas con casi un 100% de sobrevivencia para con y sin fertilizante (Tabla 1).

Figura 1 – Germinación acumulada de semillas por tubete en *Eucalyptus tereticornis* para cuatro tratamientos para un período de 30 días.



Fuente: Autor (2023)

Tabla 1 – Supervivencia de los plantines de *Eucalyptus tereticornis* en porcentaje para los cuatro tratamientos (20 semanas).

Tratamientos	Sobrevivencia (%)	Tukey	Tratamientos
Arena	70,6	AB	Arena
Arena+F	42,1	B	Arena+F
Sustrato	100	A	Sustrato
Sustrato+F	96,7	A	Sustrato+F
Promedio	77,4		Promedio

Fuente: Autor (2023)

Luego de germinadas las plántulas comenzaron su desarrollo vegetativo, el tratamiento de menor crecimiento en altura fue el de arena, cuyo máximo promedio fue de 5 cm. El tratamiento que continuó en el orden creciente fue el de arena más fertilizante el cual llegó a una altura promedio de 12 cm. A

continuación, el tratamiento de sustrato que alcanzó una cifra similar (13,1 cm); no obstante, la sobrevivencia de este tratamiento fue superior al anterior. Por último, el tratamiento de mayor crecimiento en altura fue el de sustrato con fertilizante el cual alcanzó un máximo promedio de 14,2 cm.

De acuerdo al ANOVA, hay diferencias significativas en la altura entre los tratamientos, el valor de  $p$  encontrado fue 0,01791 para un  $\alpha=0,05$ . Las significancias ocurrieron entre el tratamiento de la arena contra el sustrato y entre la arena y el sustrato más el fertilizante. Los respectivos valores fueron 0,03270 y 0,03023. El tratamiento con sustrato solamente, finaliza el proceso de crecimiento con una mayor homogeneidad en la altura de los plantines, dado que el CV (%) fue menos de la mitad en comparación del tratamiento que llevó fertilizante (Tabla 2 y Figura 2).

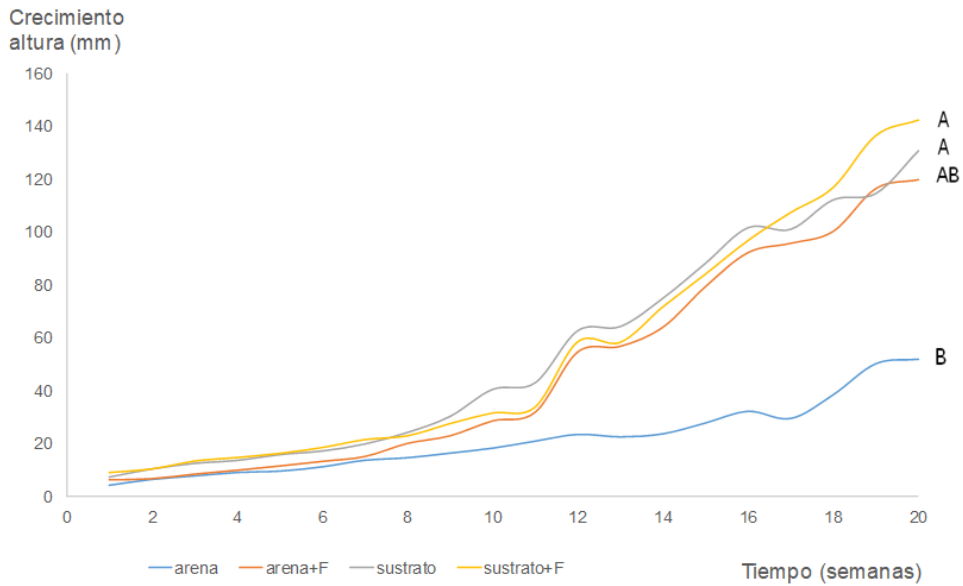
Los plantines comenzaron su desarrollo en diámetro llegando en la semana 20 a 1,5 mm. El tratamiento de menor diámetro a la base fue el de arena, luego el tratamiento de sustrato, posteriormente el tratamiento de sustrato con fertilizante y por último el de mayor diámetro fue el tratamiento de arena con fertilizante. Sin embargo, los tratamientos no tuvieron diferencias significativas de acuerdo al ANOVA, el valor de ( $p$ ) encontrado fue 0,38090 para un  $\alpha=0,05$  (Figura 3).

Tabla 2 - Parámetros del crecimiento en altura (mm) de los plantines de *Eucalyptus tereticornis* para cuatro tratamientos durante un período de 20 semanas.

Parámetro	Arena	Arena+F	Sustrato	Sustrato+F
Promedio	51,8	119,8	130,9	142,2
Desvío estándar	16,0	44,5	23,9	64,3
CV(%)	30,8	37,1	18,3	45,2
Tukey	B	AB	A	A

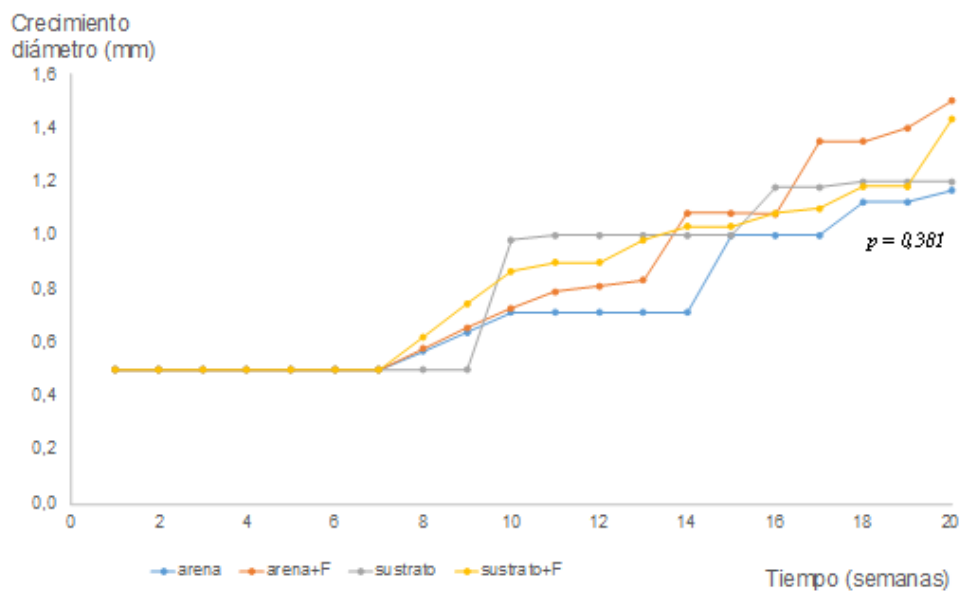
Fuente: Autor (2023)

Figura 2 - Crecimiento en altura promedio de los plantines de *Eucalyptus tereticornis* (mm) para cuatro tratamientos durante un período de 20 semanas.



Fuente: Autor (2023)

Figura 3 - Crecimiento en diámetro (mm) promedio de los plantines de *Eucalyptus tereticornis* para cuatro tratamientos durante un período de 20 semanas.



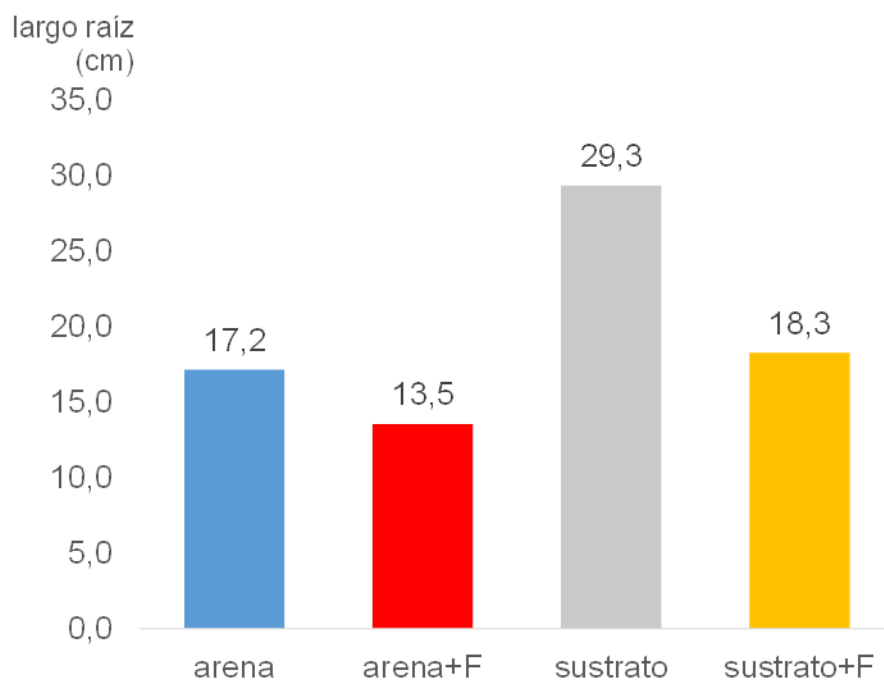
Fuente: Autor (2023)



La variable del largo de la raíz presentó promedios muy diferenciados, el tratamiento de sustrato casi duplicó al promedio de los tres restantes. En tal sentido, fue el que promovió el mejor desarrollo radicular con un valor de 29,3 cm, en tanto el promedio de los otros tres fue 16,3 cm (Figura 4; Figura 5).

Al considerar el crecimiento como un todo para los cuatro tratamientos integrados, se encontró una baja correlación lineal entre el largo de la raíz (cm) (X) y el largo del tallo (Y) (cm)  $r=0,34$ . El diámetro del tallo tuvo una correlación un poco menor con el largo de raíz ( $r=0,31$ ) (Figura 6; Figura 7).

Figura 4 - Crecimiento promedio de largo de raíces en los cuatro tratamientos



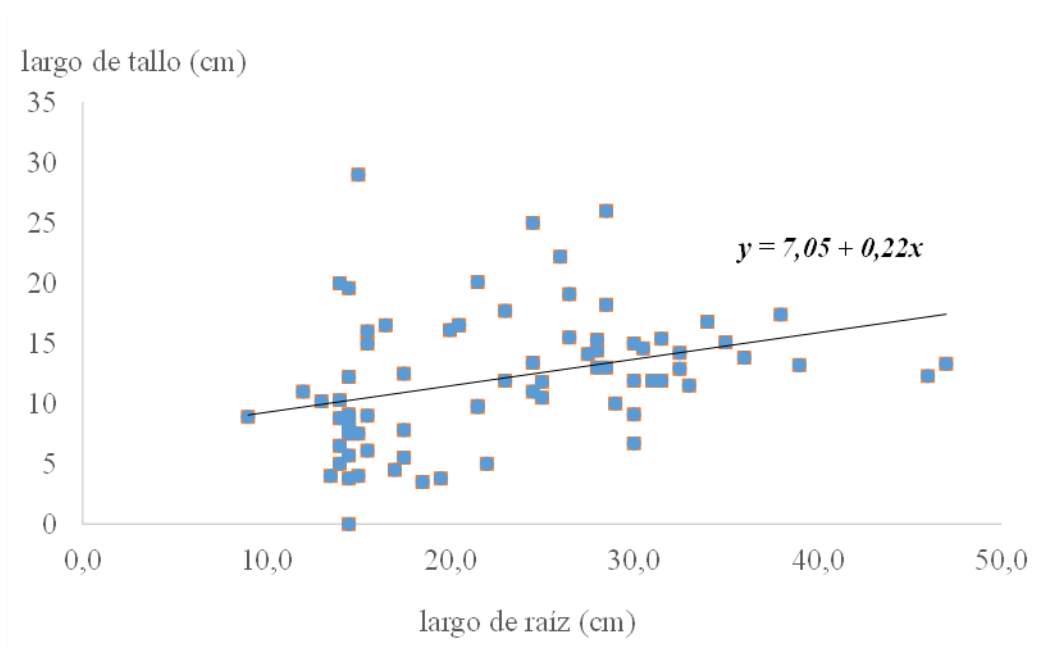
Fuente: Autor (2023)

Figura 5 - Fotografía de nueve plantines de cada tratamiento: a) arena, b) arena+F, c) sustrato y d) sustrato+F.



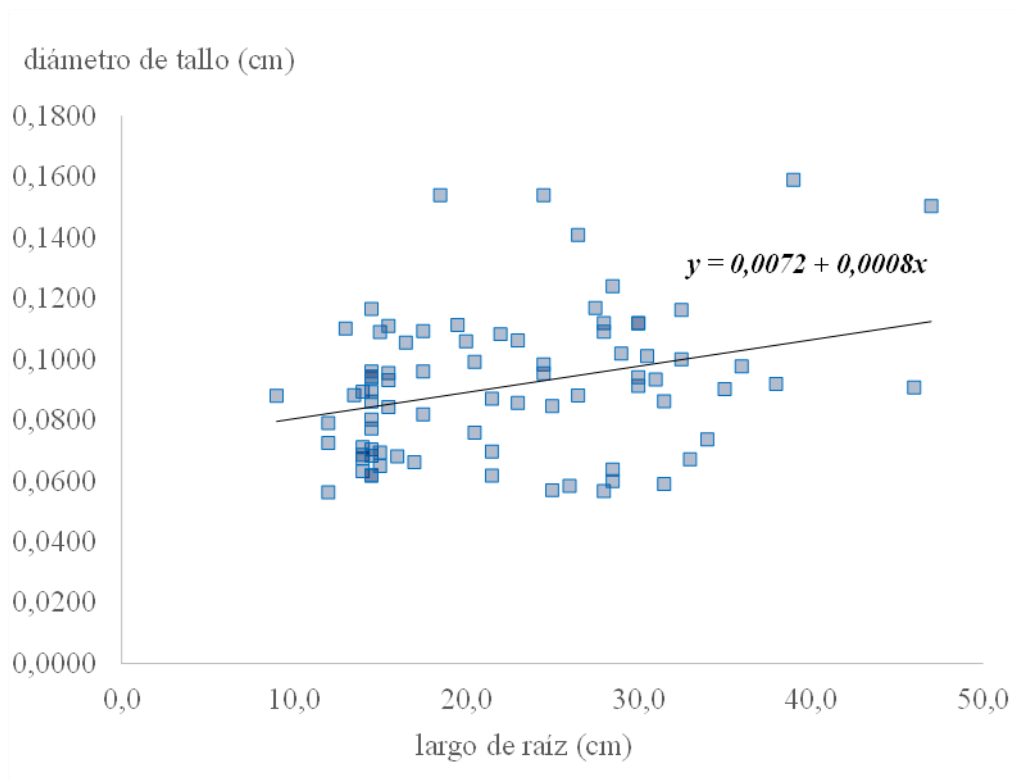
Fuente: Autor (2023)

Figura 6 - Recta de regresión lineal simple para largo de raíz (cm) y largo del tallo (cm).



Fuente: Autor (2023)

Figura 7 - Recta de regresión lineal simple para largo de raíz (cm) y diámetro del tallo (cm).



Fuente: Autor (2023)

## 4 DISCUSIÓN

En esta investigación la germinación ocurrió tres días más tarde que la determinada por Ospina *et al.* (2006) en Colombia, quienes analizaron la misma variable, pero en la especie *E. grandis*. El período necesario para la germinación de las semillas fue apenas superior a los 7,6 días para *E. globulus* (REYES; CASAL, 1998). La germinación acumulada del 50% en esta investigación también fue un poco más tardía a la encontrada por Battaglia (1993) en *E. delegatensis* (noveno día). Por su parte, García (2017) determina para *E. grandis* un 100% de germinación en laboratorio el día catorce, precisando 41 días para totalizar la germinación en condiciones de vivero, aunque el período de tiempo para

alcanzar el máximo de la germinación es muy semejante al obtenido por Ospina (2006) quien reporta el día 20 como fin de la germinación.

Murugesan *et al.* (2016) encuentran que se podría mejorar apreciablemente el comportamiento de germinación (24-100%) con la inoculación de suplementos de micronutrientes primarios como proteína, clorofila, Ca, N, P, Mg, K y carbono orgánico, reduciendo así la necesidad de fertilizantes y obteniendo mayor biomasa, supervivencia de las plántulas, longitud del brote y diámetro del cuello.

El crecimiento en altura obtenido para el tratamiento en arena es muy reducido y por lo tanto impropio para llevar las plántulas a plantación definitiva. El escaso desarrollo en este tratamiento fue obtenido quizás por la elevada acidez de la arena; una fracción mineral carente de bases. Según Giraldo (2013), en el género eucalipto se obtuvieron mayores crecimientos en altura con la aplicación de enmiendas correctoras del pH y facilitadoras en la absorción de fósforo.

El tratamiento con sustrato solamente, sería el más apropiado dado que alcanza un promedio de altura semejante al tratamiento que llevó fertilizante, sin embargo, tiene la ventaja de rematar el proceso de crecimiento con una mayor homogeneidad en la altura de los plantines, al tiempo de duplicar el largo de raíz de los otros tratamientos. Según Marcelli (1984) y Cemagref (1987), los contenedores radiculares de tubetes tienen el inconveniente de limitar el espacio al crecimiento radicular y provocar deformaciones con consecuencias en el crecimiento en general, no obstante lo anterior, no fueron verificadas esas consecuencias.

El análisis integrado del conjunto de variables estudiadas permite extraer que el tratamiento de sustrato, compuesto por vermiculita, corteza de pinus y de eucalipto, cenizas, fibra de coco y cáscara de arroz sería el más ajustado para el desarrollo de los plantines. La inclusión de fertilizante no generó diferencias significativas en el crecimiento y sí implica un gasto adicional de fertilizantes y mano de obra. Ospina *et al.* (2006) recomienda un sustrato compuesto por tres

partes de arena y una de suelo sin tratamientos pregerminativos. Olivo y Buduba (2006), encontraron que en *Pinus ponderosa*, a los ocho meses, las plantas desarrolladas sobre vermiculita presentaron los mejores resultados en todas las variables estudiadas: diámetro de cuello, altura de tallo y peso seco de las raíces.

## 5 CONCLUSIONES

El mayor porcentaje de germinación se obtuvo para el tratamiento de sustrato comercial; el que a su vez tuvo el mayor porcentaje de supervivencia. Por otro lado, el tratamiento con sustrato comercial tuvo el segundo mayor largo de tallo sin diferencia significativa con el tratamiento sustrato más fertilizante. Asimismo, las alturas de los tallos del tratamiento con sustrato comercial tuvieron la menor dispersión interna, y por ende una mayor homogeneidad en el tamaño de las plantas. La fertilización no provee diferencias significativas.

De lo anterior se concluye que el tratamiento con sustrato comercial es el más apropiado para el desarrollo de la especie *Eucalyptus tereticornis* Sn, sería necesario ampliar el estudio en fase de vivero antes de entrar en fase de plantación.

## AGRADECIMIENTOS

Al vivero de la Escuela Agraria de la Ciudad de Rivera por ceder materiales para el montaje del experimento y a los profesores Eduardo Rodríguez, Sarita Nolla y Richart Borges y a la Generación de Estudiantes de Profesorado de Biología del año 2020 por su colaboración.

## REFERENCIAS

BALMELLI, G., RESQUÍN F., SCOZ R., ROSSI, C. MARANGES F, BRITO G. 2016. Eucalipto colorado. **INIA Revista INIA**, 46. <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/6131/1/rEVISTA-P.-40-42-46.pdf>

BATTAGLIA, M. 1993. Seed Germination Physiology of *Eucalyptus delegatensis* R. T. Baker in Tasmania. **Australian Journal of Botany** 41(1) 119 - 136.

CEMAGREF. 1987. Plants forestiers en conteneurs. *Informations techniques* n°67.

COMPO EXPERT. 2022. **Ficha técnica**. Recuperado de: [https://www.compo-expert.com/sites/default/files/2020-07/TI\\_HAKAPHOS%20ROJO.pdf](https://www.compo-expert.com/sites/default/files/2020-07/TI_HAKAPHOS%20ROJO.pdf)

GARCÍA, MA. 2017. **Producción de eucaliptos en vivero**. INTA. [https://inta.gov.ar/sites/default/files/inta-concordia\\_cartilla\\_produccion\\_en\\_vivero.pdf](https://inta.gov.ar/sites/default/files/inta-concordia_cartilla_produccion_en_vivero.pdf)

GIRALDO, D., LUIS, F., NIETO, V. 2013. Evaluación del crecimiento inicial de una plantación de *Eucalyptus pellita*. F. Muell. sometida a diferentes tratamientos de enmiendas. **Ciencia e Investigación Forestal INFOR**. Chile. Recuperado de: <https://bibliotecadigital.infor.cl/bitstream/handle/20.500.12220/20695/31228.pdf>

INFANTE, G. S.; GUILLERMO, P., ZÁRATE, L. 1990. **Métodos Estadísticos**. Ed. Trillas. 643 p.

IPNI. 2022. **International Plant Names Index**. *Eucalyptus tereticornis* Sm. <https://www.ipni.org/n/593412-1>

LEÓN, S. T.; SUÁREZ, C. A.; CASTAÑEDA, T. A. 1996. Efectos sobre el suelo de plantaciones comerciales de *Pinus patula* y *Eucalyptus grandis* en crecimiento. **Informe preliminar del componente Suelo y Aguas del Proyecto de evaluación del Impacto Ambiental de las Plantaciones Forestales en Colombia**. Santafé de Bogotá: CONIF.

MARCELLI, A.R. 1987. **Moderne tecnologie per la produzione vivaistica di specie forestali**. SAF Istituto sperimentale per la pioppicoltura. NOTE TECNICHE N°7.

MURUGESAN, S., MOHAN, V., SENTHILKUMAR, N., LAKSHMIDEVI, R., SURESH BABU, D., SUMATHI, R. Effects of growing media with bioinoculants on quality seedlings production of *Eucalyptus tereticornis* in nursery conditions. **Euro. J. Exp. Bio.**, 2016, 6(3):86-93.

OLIVO, V. B., BUDUBA, C. G. (2006). Influencia de seis sustratos en el crecimiento de *Pinus ponderosa* producido en contenedores bajo condiciones de invernáculo. **Bosque (Valdivia)**, 27(3), 267-271. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-92002006000300007>

OSPINA, C., HERNÁNDEZ, R., RODAS, C., URREGO, J., GODOY, J., ARISTIZABAL, F., OSORIO, O., RIAÑO, N. (2006). **Guías silviculturales para el manejo de especies forestales con miras a la producción de madera en la zona andina colombiana: El Eucalipto (*Eucalyptus grandis* W.Hill ex Maiden)**. Bogotá: Cenicafe. 52 p.

PAN E., SALTO C., JUÁREZ M., UMLANDT M. 2017. Tensiones de crecimiento de familias de *Eucalyptus tereticornis*. Argentina. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/journal/497/49751522002/html/>

REYES, O., CASAL, M. (1998). Germination of *Pinus pinaster*, *P. radiata* and *Eucalyptus globulus* in relation to the amount of ash produced in forest fires. In **Annales des sciences forestières** (Vol. 55, No. 7, pp. 837-845). EDP Sciences.

SSS. Social Science Statistical. 2022. **Calculadora de la varianza** <https://www.socscistatistics.com/tests/anova/default2.aspx>

URUGUAY. 1987. **Ley Forestal N°15939**. Registro Nacional de Leyes y Decretos. Tomo 2. <https://www.impo.com.uy/bases/leyes/15939-1987>

## Contribuição dos autores

### 1 – Ignacio Pablo Traversa Tejero

Doctor en Medio Ambiente y Desarrollo UNIA. UHU, España

<https://orcid.org/0000-0002-8490-7966> • [igtraversa@gmail.com](mailto:igtraversa@gmail.com)

Contribuciones de los autores: GC: conceptualization, funding acquisition, supervision, writing; PGL: conceptualization, data curation, formal analysis, methodology, writing; CRS, HGL and NA: data curation, formal analysis)

## Como citar este artigo

Traversa, I.P. Evaluación del crecimiento de plántulas de *Eucalyptus tereticornis* Sm. en diferentes sustratos. *Revista Ecologia e Nutrição Florestal*, Santa Maria, v. 11, e01, 2023. DOI 10.5902/2316980X72354. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/2316980X72354>.