

Efecto de diferentes sustratos sobre el crecimiento de posturas de *Eucalyptus urugrandis*W. Hillen Benguela, Angola

Effect of different substrates on the growth of *Eucalyptus urugrandis*W. Hill Ex Maiden seedlings in Benguela, Angola

Autores:

Ing. Marcelino Filipe Imbo - Ndjamba¹, <http://orcid.org/0009-0007-1149-3233>

DrC. Ambrosio Fortunato - Almeida², <http://orcid.org/0009-0001-4512-4766>

MSc Joa Sebastiao - Neto³, <http://orcid.org/0009-0000-8039-8992>

Filiación institucional: ¹Empresa Esplendor Forestal, provincia de Benguela, Angola.

²Universidad José Eduardo do Santos, Angola. ³Instituto Superior Privado de Wako Kungo, Cuanza Sul, Angola.

Email: fortunatoalmeida2016@gmail.com, mndjamba106@gmail.com,
joasebastiao2@gmail.com

Fecha de recibido: 14 de enero de 2026

Fecha de aprobado: 16 de marzo de 2026

Resumen

Se desarrolló la investigación en el vivero de la Empresa Esplendor Forestal, en la provincia de Benguela, Angola, con el objetivo de evaluar diferentes sustratos sobre algunos indicadores del crecimiento de *Eucalyptus urugrandis*. Se utilizaron tubetes plásticos y para la siembra se utilizó una sembradora industrial. Como sustratos se utilizaron la fibra de coco, la cáscara de arroz y el humus de lombriz con y sin fertilizante de liberación lenta; así como un testigo de producción. Se utilizó un diseño completamente al azar con 7 tratamientos y 30 réplicas. A los 20 días después de la siembra se determinó la germinación (%) y a los 100 días se evaluaron: la altura, número de hojas y el diámetro. Los resultados obtenidos evidenciaron que la incorporación del humus en la mezcla con la fibra de coco y la cáscara de arroz con fertilizante, permitió obtener posturas de calidad respecto a testigo.

Palabras clave: Abono Orgánico; Calidad; Eucaliptus; Vivero; Fertilizante

Abstract

The research was conducted at the nursery of Empresa Esplendor Forestal, in the province of Benguela, Angola, with the aim of evaluating different substrates on some growth indicators of *Eucalyptus urugrandis*. Plastic tubes were used and an industrial seeder was used for planting. Coconut fibre, rice husks and worm humus with and without osmocote were used as substrates, as well as a production control. A completely randomised design with 7 treatments and 30 replicates was used. Twenty days after sowing, germination (%) was determined, and after 100 days, height, number of leaves, and diameter were evaluated. The results showed that the incorporation of humus in the mixture with coconut fibre and rice husks with osmocote allowed for higher quality seedlings compared to the control.

Key words: Organic manure; Quality; Eucalyptus; Nursery; Fertilizer

Introducción

En el contexto angoleño, especialmente en la provincia de Benguela, el cultivo de especies forestales como *Eucalyptus urograndis* ha ganado importancia debido a su adaptabilidad, rápido crecimiento y alto rendimiento en volumen de madera. Esta especie híbrida, resultado del cruce entre *Eucalyptus urophylla* y *Eucalyptus grandis*, y presenta características deseables para las industrias maderera, celulósica y energética (Alves *et al.*, 2019).

El éxito de los proyectos forestales depende, en gran medida, de la calidad de las plántulas utilizadas, que deben presentar atributos morfofisiológicos adecuados que garanticen un buen establecimiento, un crecimiento rápido y resistencia al estrés abiótico y a las plagas. Por lo tanto, garantizar la calidad de las plántulas durante la fase de producción es un pilar esencial para la productividad y la sostenibilidad de las plantaciones (de Oliveira *et al.*, 2021). En los últimos años, se ha intensificado la búsqueda de sustratos alternativos para la producción de plántulas, en sustitución parcial o total de los sustratos comerciales tradicionales. Los sustratos a base de residuos orgánicos, como la fibra de coco, la cáscara de arroz y el vermicompost, han dado buenos resultados, además de contribuir a la sostenibilidad de la producción y al aprovechamiento de los residuos (Alves *et al.*, 2025).

Según Andrade *et al.* (2024) las combinaciones de sustratos de fácil adquisición y disponibilidad de nutrientes favorecen la producción de plántulas de calidad con menores costos de producción respecto al sustrato comercial.

La elección del sustrato es un factor crucial que influye directamente en el vigor y el desarrollo de las plántulas. La empresa Esplendor Florestal, ubicada en el municipio de Alto Catombela, provincia de Benguela ha invertido en prácticas innovadoras para la producción de plántulas de *Eucalyptus urograndis*, con el fin de optimizar sus resultados mediante el uso de sustratos alternativos.

Por lo que el objetivo del trabajo consistió en evaluar el efecto de diferentes sustratos sobre algunos indicadores del crecimiento de posturas de *Eucalyptus urugrandis* W. Hill Ex Maiden en la provincia de Benguela.

Materiales y métodos

El presente trabajo se desarrolló durante el periodo septiembre a diciembre del 2025 en el vivero de la Empresa Esplendor Florestal, situada en el sector de Alto Catombela, municipio de Babaera, provincia de Benguela, Angola.

Se utilizaron bandejas con tubetes plásticos con unas dimensiones de 80 cm de largo y 50 cm de ancho (Figura 1). Cada bandeja poseía 128 tubos en forma de pequeños vasos con 3,75 cm² en la parte superior, 2,5 cm² en la parte inferior y 11 cm de largo, adecuados para la producción de plántulas forestales, según las recomendaciones para la producción de plántulas en viveros (Silva *et al.*, 2019).



Figura 1. Bandejas utilizadas para la producción de posturas de *E. urugrandis*

Las semillas fueron obtenidas del sector semillero de la Empresa Esplendor Forestal, con origen controlado y sometidas a análisis de calidad fisiológica en laboratorio, incluyendo pruebas de germinación y vigor. Para la siembra se utilizó una sembradora industrial (Figura 2), para lograr que las semillas fueran colocadas uniformemente a la misma profundidad, y cubiertas con el sustrato, en un espesor equivalente al doble del tamaño de la semilla.



Figura 2. Sembradora industrial

Los sustratos utilizados fueron: la fibra de coco (FC), la cáscara de arroz carbonizada (CAC) y el humus de lombriz (HL). Se empleó también fertilizante de liberación lenta (FLL) denominado Osmocote™, como parte del procedimiento de la empresa. Algunas de las propiedades físico-químicas de los sustratos utilizados se describen en la tabla 1.

Tabla 1. Algunas propiedades físico-químico de los sustratos.

Sustratos	pH (H ₂ O)	N (%)	P%	K%	Porosidad, %
FC+HL (1:1 v/v)	7,2	2,40	0,82	1,75	87,20
FC+HL+CAC (1:1:1)	8,2	2,12	0,75	1,65	85,15
HL+CAC (1:1 v/v)	8,0	1,80	0,64	1,52	80,3
Testigo (100% FC)	7,10	0,48	0,4	1,2	79,12

Para el montaje del experimento se utilizó un diseño completamente al azar con 7 tratamientos y 30 repeticiones.

T1-Mezcla de FC+ HL + CAC (1:1:1 v/v) sin FLL

T2- Mezcla de FC+ HL (1:1 v/v)+ FLL

T3- Mezcla FC+ HL + CAC (1:1:1 v/v) + FLL

T4- Mezcla de FC+ HL (1:1 v/v) sin FLL

T5- Mezcla HL + CAC (1:1 v/v) sin FLL

T6- Mezcla HL + CAC (1:1 v/v) + FLL

T7- Mezcla FC + CAC (1:1 v/v) +FLL (Testigo según normas de la empresa)

A los 20 días posteriores a la siembra se evaluó el porcentaje de germinación y 100 días después los parámetros: Altura de las plantas (cm), diámetro del tallo (mm) y número de hojas (u).

Los datos obtenidos fueron analizados por un diseño de clasificación simple y las medias comparadas por la prueba de Duncan ($p \leq 0,05$), utilizando el paquete estadístico SPS versión 2025.

Resultados y discusión

Al evaluar el porcentaje de germinación de las semillas de *E. urugrandisse* consideran altos con valores entre 85,6 a 99,3 % debido a que se trabajó con semilla certificadas por la empresa, no obstante, se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos (Figura 3).

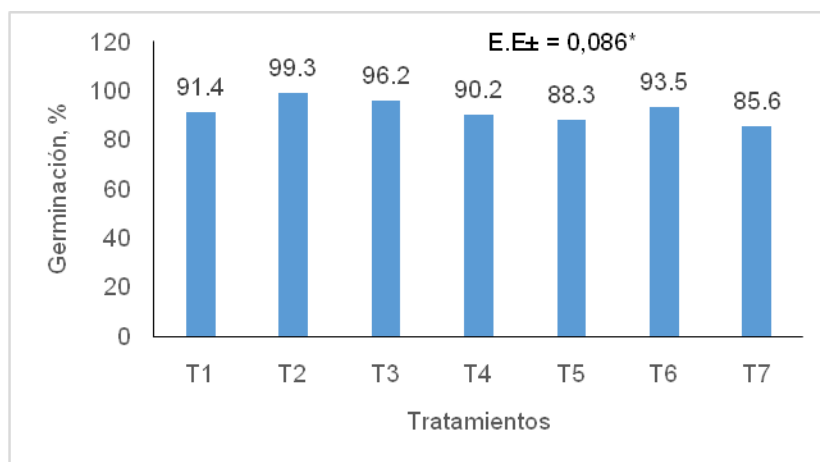


Figura 3. Efecto de los sustratos sobre el porcentaje de germinación de las semillas de *E. urugrandis*.

Leyenda: T1: FC + HL + CAC (1:1:1 v/v) sin FLL, T2: FC + HL (1:1 v/v) + FLL, T3: FC + HL + CAC (1:1:1 v/v) + FLL, T4: FC + HL (1:1 v/v) sin FLL, T5: HL + CAC (1:1 v/v) sin FLL, T6: HL + CAC (1:1 v/v) + FLL, T7: FC + CAC (1:1 v/v) + FLL, FC: fibra de coco, HL: humus de lombriz, CAC: cáscara de arroz carbonizada, FLL: fertilizante liberación lenta. Letras iguales en la columnas no difieren significativamente según Prueba de Duncan para ($p \leq 0,05$) y E.E=Erro standard calculado.

La utilización en la mezcla del humus de lombriz (HL), la fibra de coco (FC) y cáscara de arroz (CAC) con fertilizante de liberación lenta (FLL), permitió garantizar porcentaje de germinación entre 93 – 99%, seguidos de aquellos tratamientos donde no se aplicó FLL. Los peores resultados se obtuvieron en el testigo (T7) utilizado tradicionalmente por la empresa que fue FC+CAC. Estos resultados pudieron deberse al mayor aporte de nutrientes (N, P, K), pH (7-8) y la porosidad (80-87%) que se logra con la combinación FC, CAC y HL (Tabla 1). Según Schafer y Lerner (2022) dentro de las características químicas y física más importantes en un sustrato para garantizar una adecuada geminación y crecimiento de las plantas se incluyen pH (> 6.5), tenores de nutrientes disponibles (N, P, K, Ca, Mg) y porosidad superior al 80%, aspectos logrados con la incorporación del humus de lombriz al sustrato.

En cuanto al número de hojas, esta se comportó entre valores de 9 a 18 hojas por plantas. Los tratamientos donde se aplicó HL en la mezcla y suplemento con FLL, se alcanzaron la mayor cantidad de hojas por planta, siendo el tratamiento T2 (FB + HL + OLL) el más significativo (Tabla 1).

La altura de la planta a los 100 días posterior a la siembra alcanzó valores entre 26,7cm a 39,5cm, obteniendo los mejores resultados con el tratamiento T2 que consistió en la mezcla de FC+HL (1:1 v/v) y aplicación de FLL (Tabla 2).

Según Gonçalves *et al.* (2000) para posturas de *Eucaliptos sp.* de calidad antes de ser llevadas a la plantación estas deben de alcanzar a los 90 días entre 20 a 35 cm de altura, aspecto que no se cumple con el tratamiento T7 (testigo) al lograr 19,3 cm. Para Ramos-Huapaya y Lombardi-Indacochea (2020), la altura promedio de una postura de buena calidad de *E. urugrandis* está en 33,59 cm. En función de estos criterios para la especie *E. urugrandis* bajo las condiciones de la Empresa Esplendor Forestal todas las alternativas que contengan dentro de su sustrato el humus de lombriz con y sin aplicación de FLL garantizaran posturas de calidad.

Tabla 2. Efecto de los sustratos sobre algunos indicadores del crecimiento de posturas de *E. urugrandis* a los 100 días después de la siembra.

Tratamientos/Composición		N de hojas (U)	Altura, cm	Diámetro, mm
1	FC + HL + CAC (1:1:1 v/v) sin FLL	16 ^c	34,8 ^c	8,83 ^c
2	FB + HL (1:1 v/v) + FLL	18 ^a	39,5 ^a	9,83 ^a
3	FC + HL + CAC (1:1:1 v/v) + FLL	17 ^b	36,4 ^b	9,23 ^b
4	FC + HL (1:1 v/v) sin FLL	14 ^e	27,4 ^e	7,72 ^e
5	HL + CAC (1:1 v/v) sin FLL	13 ^f	26,7 ^f	6,92 ^f
6	HL + CAC (1:1 v/v) + FLL	15 ^d	29,4 ^d	8,33 ^d
7	Testigo: 100% FC + CAC +FLL	8 ^g	18,73 ^g	4,50 ^g
E.E±		0,13*	0,62*	0,22*

Leyenda: T1: FC + HL + CAC (1:1:1 v/v) sin FLL, T2: FC + HL (1:1 v/v) + FLL, T3: FC + HL + CAC (1:1:1 v/v) + FLL, T4: FC + HL (1:1 v/v) sin FLL, T5: HL + CAC (1:1 v/v) sin FLL, T6: HL + CAC (1:1 v/v) + FLL, T7: FC + CAC (1:1 v/v) +FLL,FC: fibra de coco, HL: humus de lombriz, CAC: cáscara de arroz carbonizada, FLL: fertilizante liberación lenta. Letras iguales en la columnas no difieren significativamente según Prueba de Duncan para ($p \leq 0,05$) y E.E=Erro standard calculado.

Los valores de la altura obtenidos en el experimento con la incorporación del humus en las mezclas (27,4 – 39,5 cm), fueron algo superior a lo reportado por dos Santos *et al.* (2017) al evaluar el comportamiento en viveros con tubetes de dos híbridos *E. urophylla* y uno híbrido de *E. urophylla* x *E. grandisque* obtuvieron a los 90 días alturas de las posturas entre 24-30cm.

Con la incorporación del humus en la mezcla más un fertilizante de liberación libre (Osmocote™) para la producción de posturas de *E. urugrandis* hubo un incremento de la

altura entre 42 - 47% respecto al testigo, similares resultados fueron obtenidos por Eckhardt *et al.* (2021) al evaluar el efecto humus en diferentes proporciones con arena lavada sobre posturas de *E. urugrandis*, donde el incremento de la altura fue de un 40%, superior al sustrato comercial Tecnomax™.

Similar comportamiento fue encontrado también para el diámetro del tallo, donde se lograron posturas con valores 6,9 mm hasta 9,83 mm en los tratamientos desde el T1 hasta el T6, siendo mayor en el tratamiento T2. Gonçalves *et al.* (2000) para posturas de *Eucalyptus sp.* informan que posturas de buena calidad deben de tener entre 5 a 10 mm de diámetro del tallo. Muñoz-Flores *et al.* (2015), propone valor mínimo de 5 mm de diámetro de una postura de *Eucalyptus sp.* para considerarla de buena calidad. A partir de estos criterios con el testigo (T7) no se logran posturas de calidad.

Según Landis *et al.* (2010), Muñoz *et al.* (2015) y dos Santos *et al.* (2017), en las especies forestales, el diámetro del tallo superior a 5 mm se considera un buen indicador de calidad de las posturas, al presentar más resistentes al doblamiento y toleran mejor los daños por plagas y fauna nociva.

Conclusiones

Los resultados obtenidos evidenciaron que la incorporación del humus de lombriz en la mezcla con la fibra de coco y la cáscara de arroz con fertilizante de liberación lenta, permitió obtener posturas de mayor calidad respecto a testigo.

Bibliografía

- Alves, N. E. M., Gonçalves, J. E., Urbano, E., Silva, R. F. da, García, N. F. L., & Oliveira, M. G. de. (2025). Composição química e potencial de aplicação do *Eucalyptus urograndis* na indústria de celulose e bioenergia. *Caderno Pedagógico*, 22(5), e15200. <https://doi.org/10.54033/cadpedv22n5-276>
- Andrade, E. A., Júnior, L. A. Z., Zano, M. P. C., Bassegio, D., & Hubner, V. (2024). Substratos à base de casca de arroz carbonizada combinados com adubação fosfatada em mudas de coentro e mostarda. *Revista Caribeña de Ciencias Sociales*, 13(4), 1-12.
- De Oliveira, T. K., da Silva, S. B., da Silva, D. V., & de Almeida, J. A. B. (2021). *Avaliação de mudas de espécies de eucalipto e seu desempenho em sistema silvipastoril no Acre.*

Embrapa. Recuperado de <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1138120>

- Dos Santos, S. M. S., Cunha, D. V. P., Silva, R. A., Teixeira, E. C., & Carvalho, F. D. (2017). Avaliação morfofisiológica em mudas de clones de eucalipto em viveiros comerciais na etapa de expedição. *Revista Cultivando o Saber*, 10(2), 238-250.
- Eckhardt, D. P., Santana, N. A., Souza, E. L. D., Ferreira, P. A. A., Antonioli, Z. I., Martin, J. D., & Jacques, R. J. S. (2021). Comparação entre esterco bovino, composto orgânico e vermicomposto na produção de mudas de *Eucalyptus urograndis*. *Ciência Rural*, 51(9), e20200600Gonçalves, J. L. M., Santarelli, E. G., & Moraes Neto, S. P. (2000). Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In J. L. M. Gonçalves & V. Benedetti (Eds.), *Nutrição e fertilização florestal* (pp. 310-350). Piracicaba: IPEF.
- Landis, T. D., Dumroese, R. K., & Haase, D. L. (2010). *The container tree nursery manual: seedling processing, storage, and outplanting*. Washington: USDA Forest Service.
- Muñoz Flores, H. J., Sáenz Reyes, J. T., Coria Avalos, V. M., García Magaña, J. J., Ramos, J. H., & Manzanilla Quijada, G. E. (2015). Calidad de planta en el vivero forestal La Dieta, Municipio Zitácuaro, Michoacán. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 6(27), 72-89.
- Ramos Huapaya, A. E., & Lombardi-Indacochea, I. R. (2020). Calidad de plantas en un vivero de tecnología intermedia en Huánuco: Estudio de caso con *Eucalyptus × urograndis*. *Revista Forestal del Perú*, 35(2), 132–145. <https://doi.org/10.21704/rfp.v35i2.1581>
- Schafer, G., & Lerner, B. L. (2022). Physical and chemical characteristics and analysis of plant substrate. *Ornamental Horticulture*, 28(2), 181-192.