

Tratamientos pre-germinativos para semillas de *Leucaena diversifolia* Schltld

Pre-germination treatments for *Leucaena diversifolia* Schltld seeds

Wilson A Barragán Hernández^{1*} ; David F Nieto Sierra¹ ; Danilo A Monsalve García¹ 
Santiago López Zuleta¹ ; Piedad Martínez Oquendo¹ ; Iván Higueta Corrales¹ 

¹Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – Agrosavia, Centro de Investigación El Nus. San Roque, Antioquia.

*Correspondencia: wbarraganh@agrosavia.co

Recepción: 18 marzo 2023 | Aprobación: 25 noviembre 2023 | Publicación: 1 febrero 2024

RESUMEN

La investigación planteó determinar el tratamiento pre-germinativo que optimice la germinación de semillas de *Leucaena diversifolia* Schltld. La evaluación se realizó en condiciones de vivero, con un diseño de bloques completos al azar con cinco repeticiones, en donde se evaluaron tres tratamientos pre-germinativos, A: semillas sin tratamiento (control), B: inmersión de las semillas por 24 h en agua a temperatura ambiente, seguido de la inmersión por 3 minutos en agua a 80°C y C: inmersión de las semillas en agua a 90°C por un minuto, seguido por la inmersión en agua a temperatura ambiente por una hora. Se realizó un análisis de varianza y una prueba de comparación de medias entre los tratamientos con el método de Tukey con la variable proporción de semillas germinadas a los 30 días después del tratamiento, por otra parte, se consideró un modelo logístico de la germinación a través del tiempo. El tratamiento B registró una germinación de 89.2±5.4% a 30 d de evaluación, diferente ($p<0.05$) del resultado obtenido en el tratamiento C (44.4±5.4%) y A (7.0±5.4%), tratamiento control. La curva logística de germinación indicó que el tratamiento B y C alcanzaron tiempo de inflexión a los 12 d con 40.73% y 16.67%, y asíntota de crecimiento a los 20 d, con porcentajes de germinación de 89.47% y 44.0%, respectivamente después de los 30 días. El tratamiento B es una opción de escarificación sencilla y efectiva que puede ser una estrategia adecuada en condiciones de campo y a escala de pequeño.

Palabras clave: Planta de ramoneo; dormancia de semillas; viabilidad de la semilla; escarificación; tratamiento térmico; inmersión.

ABSTRACT

The purpose of this work was to determine the pre-germination treatment that optimizes the germination of seeds of *Leucaena diversifolia* Schltld. The evaluation was carried out under nursery conditions, with a randomized complete block design with five repetitions, where three pre-germination treatments were evaluated, A: seeds without treatment (control), B: immersion of the seeds for 24 h in water at room temperature. room, followed by immersion for 3 minutes in water at 80°C and C: immersion of the seeds in water at 90°C for one minute, followed by immersion in water at room temperature for one hour. An analysis of variance and a test of comparison of means between the treatments were carried out with the Tukey method with the variable called proportion of germinated seeds 30 days after treatment, on the other hand, it was considered a logistic model of germination over time. The treatment B registered germination of 89.2±5.4% at 30 d of evaluation, different ($p<0.05$) from the result obtained in treatments C (44.4±5.4%) and A (7.0±5.4%) control treatment. The germination logistic curve indicated that treatments B and C reached inflection time at 12 d with 40.73% and 16.67%, and asymptote growth at 20 d, with germination percentages of 89.47% and 44.0%, respectively after the 30 days. The treatment B is a simple and effective scarification option that may be a suitable strategy under field conditions and on a small scale.

Keywords: Browse plants; seed dormancy; seed viability; scarification; heat treatment; dipping.

Como citar (Vancouver).

Barragán-Hernández WA, Nieto-Sierra DF, Monsalve-García DA, López-Zuleta S, Martínez-Oquendo P, Higueta-Corrales I. Tratamientos pre-germinativos para semillas de *Leucaena diversifolia* Schltld. Rev Colombiana Cienc Anim. Recia. 2024; 16(1):e992. <https://doi.org/10.24188/recia.v16.n1.2024.992>

INTRODUCCIÓN

La demanda en el desarrollo de sistemas de producción sostenible en Colombia ha venido en crecimiento con lineamientos desde el gobierno nacional, a través de la política de ganadería sostenible (1). En este sentido, se ha propuesto la implementación de sistemas silvopastoriles como una herramienta para el desarrollo de sistemas ganaderos sostenibles (2), en la cual el arbusto es un componente esencial del sistema (3) y participa en las interacciones ecológicas y económicas que tiene lugar en el sistema silvopastoril, con el suelo, la pastura, el ambiente, el animal y las personas (4). Sin embargo, las opciones de arbustos para sistemas silvopastoriles son reducidas donde *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit., es una de las especies arbustivas más difundidas y de mayor participación en el establecimiento de sistemas silvopastoriles (5,6). No obstante, a pesar de que este arbusto leguminoso es de gran importancia y produce resultados de alto impacto en los indicadores técnicos del sistema ganadero, presenta limitantes para su establecimiento como baja tolerancia a suelos ácidos (7), prefiriendo suelos bien drenados, pH de neutros a levemente alcalinos y con moderada fertilidad, preferiblemente, por debajo de los 1400 msnm (5).

Una alternativa para el desarrollo de sistemas silvopastoriles en condiciones de suelos ácidos es la *Leucaena diversifolia* (Schltdl.) Benth. Al igual que *L. leucocephala*, la especie *L. diversifolia* se describe como un arbusto que puede alcanzar entre los 3 y 20 m de altura, con una corteza ligeramente suave y arquitectura de hojas compuestas bipinnadas con 48 a 58 hojas por lóbulo. Esta especie se desarrolla de forma óptima entre 1000 y 1500 msnm, aunque se puede establecer hasta los 2000 msnm, en suelos con fertilidad de media a baja y precipitaciones que oscilen entre 1000 y 3500 mm/año (8). Algunas investigaciones han identificado que accesiones de *L. diversifolia*, poseen mayor tolerancia a suelos ácidos (pH >4,8 y <6,5), conservando una calidad bromatológica, similar a la especie *L. leucocephala* (9,10,11). Sin embargo, se ha documentado que la semilla de *L. diversifolia* puede presentar condiciones de dormancia (12). La dormancia se define como una propiedad innata de las semillas, que demandan condiciones ambientales específicas para poder germinar (13). Por lo anterior, cual se hace necesario identificar tratamientos pre-germinativos de fácil aplicación para incrementar el porcentaje de germinación.

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar dos tratamientos pre-germinativos para incrementar el porcentaje de germinación en semillas de *L. diversifolia*.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se desarrolló en el Centro de Investigación (C.I.) El Nus, de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), localizado en el corregimiento San José del Nus (6°29'8.38" N, 74°50'9.95" W), municipio de San Roque (Antioquia, Colombia) con una altitud de 830 m, temperatura media de 24°C y precipitación promedio anual entre 2.000 y 2.300 mm. La zona se clasifica como bosque muy húmedo premontano (14).

La evaluación de los tratamientos pre-germinativos para la semilla de *L. diversifolia* se llevó a cabo en condiciones de vivero. La semilla se obtuvo de árboles cosechados en el C.I. El Nus, provenientes del banco de germoplasma del CIAT, con material de *L. diversifolia* registrado con el código de accesión 15551.

Para el experimento, se utilizó una estructura de diseño en bloques completos al azar (DBCA) con cinco repeticiones; como factor de bloqueo se consideraron cinco días consecutivos de siembra. En cada bloque se dispusieron 150 bolsas de almácigo, asignando 50 bolsas por tratamiento. Las bolsas utilizadas tuvieron una dimensión de 10 cm de ancho x 30 cm de largo, en las cuales se sembraron dos 2 semillas, para un total de 100 semillas por tratamiento.

Para la siembra, se empleó un sustrato preparado con tierra, arena y materia orgánica (lombricompuesto) en proporciones 2:1:1. El sustrato fue sanitizado con fungicida con ingredientes activos Carboxin (200 ppm) y Captan (200 ppm) con una dosis de 1 g por cada 1 kg de sustrato.

Los tratamientos consistieron en: A - control, el cual no contó con proceso de escarificación; B - tratamiento donde la semilla se sumergió en agua a temperatura ambiente por 24 h y se descartaron las semillas sobrenadantes; luego se aplicó a las semillas viables un choque térmico en agua a 80°C por 3 minutos; por último, se extendieron en una superficie para secarla a la sombra (7); C - tratamiento donde se sumergió la semilla en agua a 90°C por un minuto, y posteriormente se sumergió en agua a temperatura ambiente por 1 h; después de este proceso se descartaron las semillas sobrenadantes; la semilla viables se extendieron a la sombra para promover su secado (15).

Se monitoreó el porcentaje de germinación cada dos días después de la siembra y se cuantificó el número de semillas germinadas de forma acumulativa hasta los 30 días.

Para la variable porcentaje acumulado de germinación a 30 días se realizó un análisis de varianza considerando un diseño de bloques completos al azar con cinco repeticiones. Este análisis consideró el efecto fijo del protocolo pre-germinativo y el aleatorio del bloque mediante la función *lme* del paquete *nlme* (16) en el software R-Project (17). Para determinar las diferencias entre los tratamientos, se aplicó la prueba de Tukey($\alpha=0,05$).

La modelación del porcentaje de germinación a través del tiempo se analizó mediante un modelo logístico empleando la función *NLS* del paquete *NLS2* (18) en el software R-Project (17). En este análisis se identificó la tasa máxima de germinación y el tiempo al punto de inflexión en el porcentaje de germinación.

RESULTADOS

El tratamiento pre-germinativo afectó el porcentaje de germinación en la semilla de *L. diversifolia* ($p<0.05$). A los 30 días de evaluación, el tratamiento B registró un porcentaje de germinación de $89.2\pm 5.4\%$, diferente ($p<0.05$) del observado en el tratamiento C con $44.4\pm 5.4\%$, y del tratamiento A con $7.0\pm 5.4\%$; estos últimos tratamientos presentaron diferencias entre sí.

La modelación del porcentaje de germinación en tiempo se realizó para los tratamientos B y C (Figura 1). Los datos registrados en el tratamiento A no permitieron convergencia del modelo logístico. La Figura 1, presenta el resultado del modelo logístico en los tratamientos B y C. La asíntota de la curva de crecimiento en ambos tratamientos se alcanzó a los 20 d, con una tasa máxima de germinación para el tratamiento B de 89.4% y para el tratamiento C de 44.0% . Por su parte, el tiempo al punto de inflexión se alcanzó a los 12 días en ambos tratamientos, con un porcentaje de germinación para el tratamiento B de 40.7% y para el tratamiento C de 16.6% .

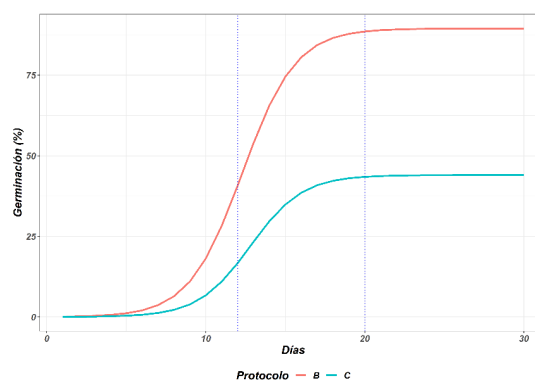


Figura 1. Modelo de crecimiento logístico para el porcentaje de germinación en semilla de *Leucaena diversifolia* con dos métodos pre-germinativos.

DISCUSIÓN

El tratamiento A con un 7% de germinación a los 30 d, indicó un alto porcentaje de semillas con dormancia en *L. diversifolia*, lo cual es consecuente con reportes previos donde se señala porcentaje de germinación sin escarificación entre 0.9 y 18% (12,19). Por su parte, los resultados obtenidos en el tratamiento C, estuvieron por debajo de los reportados por González et al (12) y De Souza et al (19) quienes utilizaron agua a 80°C a 2 y 3 minutos y en ebullición por 1 o 2 minutos, respectivamente, y obtuvieron porcentajes de germinación de entre 53 y 89%. Para el caso del tratamiento B, aunque la literatura no reporta la secuencia de combinación imbibición y choque térmico para la semilla de *L. diversifolia*, los resultados del presente estudio estuvieron dentro del rango reportado por Martínez et al (20) cuando utilizó ácido sulfúrico al 80% por 15 minutos con porcentajes de germinación entre 65 y 95% y por encima del indicado por De Souza et al (19) empleando ácido sulfúrico puro por 5 minutos con un porcentaje de germinación del 82% y de los informados por González et al (12) empleando corte de testa de la semilla, el cual alcanzó un rango de germinación entre 81 y 84%. Por su parte, Bosco (21) reportó un porcentaje de germinación entre 27 y 34% usando métodos de inmersión por 24,

48 y hasta 72 horas en semillas de *Leucaena leucocephala* y Tadros et al (22), informaron un alto porcentaje de semillas normales (99%), y tasa de germinación de 31% por día cuando utilizaron agua caliente a 70°C por 20 minutos y posterior inmersión por 24 h en la misma arbustiva.

La aplicación de ácido sulfúrico en diferentes presentaciones es un método eficiente para romper la dormancia en semillas de *Leucaena diversifolia* y en general *Leucaena* spp. (23). Sin embargo, en términos prácticos el uso de ácido sulfúrico requiere de una logística que muchas veces no puede ser completada en condiciones de campo. Por demás, el uso de ácido sulfúrico representa un riesgo para quien lo manipula. Es por lo anterior que los resultados obtenidos en el tratamiento B presentan un método de escarificación sencillo y efectivo que puede ser una estrategia adecuada en condiciones de campo y a escala de pequeño productor.

Agradecimientos

Los autores expresan su agradecimiento al Centro de Agricultura Tropical – CIAT por la disposición del material de *L. diversifolia* accesión 15551 y a la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – Agrosavia por el soporte financiero y logístico para el desarrollo de esta publicación, en el marco del proyecto “Sistemas Silvopastoriles para Ladera Fase I, con ID 1001785.

Financiación

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – Agrosavia

REFERENCIAS

1. MINAGRICULTURA, MINAMBIENTE. Lineamientos de Política para la Ganadería Bovina Sostenible – GBS 2021 - 2050 MINAGRICULTURA, MINAMBIENTE: Colombia; 2021. <https://www.minagricultura.gov.co/Normatividad/Proyectos%20Normativos/Lineamientos%20de%20Ganader%C3%ADa%20Bovina%20Sostenible.pdf>
2. Ortíz J, Camacho A, Ayala K. Lineamientos para el diseño de programas y proyectos de ganadería sostenible. Bogotá, Colombia: Instituto Global para el Crecimiento Verde (GGGI); 2019. https://ggi.org/wp-content/uploads/2020/01/WEB_GANADER%C3%8DA-SOSTENIBLE_B30_C3_compressed.pdf
3. Pezo D, Muhammad I. Sistemas silvopastoriles. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Proyecto Agroforestal CATIE/GTZ. 1998.
4. Murgueitio-Restrepo E, Barahona-Rosales R, Flores-Xochilt M, Chará-Orozco J, Rivera J. Es posible enfrentar el cambio climático para producir más leche y carne con sistemas silvopastoriles intensivos. *Ceiba*. 2016; 54(1):2774. <http://www.camjol.info/index.php/CEIBA/article/view/2774>
5. Chará-Orozco J, Reyes E, Peri P, Otte J, Arce E, Schneider F. Sistemas silvopastoriles y su contribución al uso eficiente de los recursos y a los Objetivos de Desarrollo Sostenible: Evidencia desde América Latina. Fundación CIPAV, Cali, Colombia; 2020. https://cipav.org.co/sdm_downloads/sistemas-silvopastoriles-y-su-contribucion-al-uso-eficiente-de-los-recursos-y-a-los-objetivos-de-desarrollo-sostenible/
6. Rivera-Herrera J, Molina-Botero I, Chará-Orozco J. Sistemas silvopastoriles intensivos con *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit: alternativa productiva en el trópico ante el cambio climático. *Pastos y Forrajes*. 2017; 40(3) http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v40n3/en_pyf01317.pdf
7. Murgueitio-Restrepo E, Galindo W, Chará-Orozco J, Uribe-Trujillo F. Establecimiento y Manejo de Sistemas Silvopastoriles Intensivos con *Leucaena*. Fundación CIPAV: Colombia; 2016. <http://www.cipav.org.co/emssil/SSPiLeucaena.pdf>
8. Arango J, Gutiérrez J, Mazabel J, Pardo P, Enciso K, Burkart S, et al. Estrategias tecnológicas para mejorar la productividad y competitividad de la actividad ganadera: Herramientas para enfrentar el cambio climático Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT); 2016. <https://hdl.handle.net/10568/71101>

9. Peters M, Franco L, Schmidt A, Hincapie B. Especies Forrajeras Multipropósito: Opciones para Productores del Trópico Americano. CIAT, Cali, Colombia; 2010.
10. Martínez-Mamian C. Evaluación agronómica de 23 accesiones de *Leucaena diversifolia*, en el peniplano de Popayán. Universidad Nacional: Colombia; 2014.
11. Gutiérrez J. Evaluación de germoplasma forrajero con uso potencial en el enclave subxerófito del Patía, Cauca, Colombia. Universidad Nacional: Colombia; 2018.
12. González Y, Reino J, Machado R. Dormancia y tratamientos pregerminativos en las semillas de *Leucaena* spp. cosechadas en suelo ácido. Pastos y forrajes. 2009; 32(4):05409. <http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v32n4/pyf05409.pdf>
13. Finch-Savage W, Leubner-Metzger G. Seed dormancy and the control of germination. *New Phytol.* 2006; 171:501–523.
14. Holdridge L R. Forest environments in tropical life zones; a pilot study 1ed. Pergamon Press; 1971. <https://searchworks.stanford.edu/view/609670>
15. Cajas-Girón Y, Carvajar C, Portilla D, Barragán W. Modelo productivo sistemas silvopastoriles de estratos múltiples para el sistema de producción bovina doble propósito en la región Caribe de Colombia. Agrosavia; 2012. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/13761>
16. Pinheiro J, Bates D, DebRoy S, Sarkar D, Heisterkamp S, Van Willigen, B, Maintainer R. Package 'nlme'. Linear and nonlinear mixed effects models. 2022. <https://brieger.esalq.usp.br/CRAN/web/packages/nlme/nlme.pdf>
17. R Core Team R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria; 2022. <https://www.R-project.org/>
18. Grothendieck G, Grothendieck MG. Package 'nls2'. Non-linear regression with brute force. 2022. <https://cran.r-project.org/web/packages/nls2/nls2.pdf>
19. de Souza ERB, Garcia J, dos Santos Carvalho EM, Barroso MR, Zago R, Farias JG. Efeito de métodos de escarificação do tegumento em sementes de *Leucaena diversifolia* L. *Pesquisa Agropecuária Tropical.* 2007; 37(3). <https://www.redalyc.org/pdf/2530/253021631003.pdf>
20. Martínez-Becerra R, Martínez-Rueda N, Martínez-Martínez V. Diseño de Experimentos en Ciencias Agropecuarias y Biológicas con SAS, SPSS, R y STATISTIX. Fondo Nacional Universitario, I.A.C; 2011.
21. Bosco A. Influência de tratamentos pré-germinativos, temperatura e luminosidade na germinação de sementes de *Leucaena* (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit.), cv. Cunningham. *Revista Caatinga.* 2009; 22(2) <https://www.redalyc.org/pdf/2371/237117600023.pdf>
22. Tadros J, Samarah H, Alqudah M. Effect of different pre-sowing seed treatments on the germination of *Leucaena leucocephala* (Lam.) and *Acacia farnesiana* (L.). *New Forest.* 2011; 42(3) <https://doi.org/10.1007/s11056-011-9260-1>
23. Wencomo H. Quality of seeds from *Leucaena* species stored under ambient conditions. *African Journal of Agricultural Research.* 2017; 12(4) <https://academicjournals.org/journal/AJAR/article-full-text-pdf/78BEF8662522>