

# Rompimiento de la latencia física en semillas de *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb: efecto combinado del tratamiento de escarificación y medio de crecimiento

Breaking dormancy in *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb seeds: combined effect of scarification treatment and growth medium

Adrian Botello Montoya

Eduardo Alanís Rodríguez

Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Forestales, Carretera Nacional km 147, 67700, Linares, Nuevo León, México.

José Ángel Sigala-Rodríguez\*

Campo Experimental Valle del Guadiana. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. (INIFAP). Km 4.5 Carretera Durango-El Mezquital, C.P. 34170. Durango, México.

Marco Aurelio Gonzáles Tagle

Eduardo Javier Treviño Garza

Luis Daniel Ruiz Carranza

Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Forestales, Carretera Nacional km 147, 67700, Linares, Nuevo León, México.

\*Autor para correspondencia: sigala.jose@inifap.gob.mx

## Resumen

Se evaluó el efecto combinado de tratamiento de escarificación y el medio de crecimiento en los parámetros germinativos y de emergencia de semillas de *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb en condiciones de vivero en el estado de Michoacán, México. Se diseñó un experimento factorial donde se evaluaron tres tratamientos de escarificación: 1) mecánica (rompimiento de la testa con pinzas), 2) térmica (inmersión en agua en ebullición por 10 min), y 3) testigo (sin escarificación), combinados con tres medios de crecimiento: 1) mezcla base (turba de musgo, perlita, vermiculita; 50-25-25), 2) composta aeróbica, y 3) tierra de monte. Los resultados del estudio confirman que la escarificación, mecánica o térmica, es efectiva para romper la latencia física de semillas de *E. cyclocarpum*; aunque, la escarificación mecánica promueve una mayor velocidad de emergencia de las plántulas. Si bien, el medio de crecimiento no tuvo un efecto significativo en los parámetros de emergencia de las semillas, se encontró que la escarificación térmica combinada con la tierra de monte promovió marginalmente mayor porcentaje emergencia. El estudio contribuye al conocimiento de la eficiencia real de los tratamientos pre-germinativos en semillas de *E. cyclocarpum* bajo diferentes condiciones de cultivo en vivero.

**Palabras clave:** Reproducción, semillas, sustratos, valor pico, valor germinativo.

## Abstract

The combined effect of scarification treatment and the growing medium on the germination and emergence parameters of *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb seeds was evaluated under nursery conditions in the state of Michoacán, Mexico. A full factorial experiment was designed with three scarification treatments: 1) mechanical (breaking of the testa with tweezers), 2) thermal (immersion in boiling water for 10 min), and 3) control (without scarification), combined with three growing media: 1) potting mix (peat moss, perlite, vermiculite; 50-25-25), 2) aerobic compost, and 3) bush soil. The results of the study confirm that scarification, mechanical or thermal, is effective in breaking the physical dormancy of *E. cyclocarpum* seeds; although, mechanical scarification promotes higher emergence speed of the seedlings. While growing medium did not significantly affect the seed emergence parameters, we found that thermal scarification combined with bush soil induced a marginally higher emergence percentage. The study contributes to the knowledge of the real efficiency of pre-germination treatments in *E. cyclocarpum* seeds under different cultivation conditions in the nursery.

**Keywords:** Reproduction, seeds, substrates, peak value, germinative value.

## Introducción

Por décadas, las selvas tropicales han estado sujetas a deforestación y alto grado de fragmentación (Portillo-Quintero y Sánchez-Azofeifa, 2010). Estas perturbaciones crean espacios desprovistos de vegetación mucho más grandes que los cambios naturales, con ello se reduce la capacidad de regeneración natural de las selvas (Kappelle *et al.*, 1999). En México, históricamente han existido fuertes presiones antropogénicas sobre muchas especies tropicales, como *Enterlobium cyclocarpum* (parota o guanacaste), lo que ha repercutido en una considerable disminución de sus poblaciones naturales. La importancia de esta especie radica en el interés por su madera, la cual es considerada preciosa por su resistencia y veteado (Muñoz-Flores *et al.*, 2016). Por lo tanto, se requiere destinar esfuerzos para la propagación y recuperación de las poblaciones naturales de esta leguminosa distintiva de la selva baja caducifolia.

Como muchas especies de leguminosas arbóreas, las semillas de *E. cyclocarpum* presentan latencia física, es decir, una testa dura e impermeable que da lugar a una germinación lenta y heterogénea (Baskin y Baskin, 2004; Smýkal *et al.*, 2014). De forma natural, las semillas de *E. cyclocarpum* muestran bajos porcentajes de germinación, inferiores al 35% (Viveros-Viveros *et al.*, 2015); incluso, en algunos casos, menor del 5% (Hernández-Vargas *et al.*, 2001; García-Cuevas *et al.*, 2010; Salazar y Ramírez, 2018). En consecuencia, la probabilidad de propagación y regeneración de forma natural es limitada (Salazar y Ramírez, 2018). En este sentido, para romper la latencia física de las semillas y facilitar la propagación de esta especie en vivero, es recomendable aplicar tratamientos de escarificación con el propósito de suavizar la testa, perforarla o romperla para hacerla permeable sin causar daños al embrión (Buch *et al.*, 1997).

En varios estudios se han probado diversos tratamientos de escarificación para romper la latencia física de *E. cyclocarpum*; por ejemplo, la escarificación mecánica mediante lijado o perforación de la testa, la térmica con inmersión en agua en ebullición o la química por inmersión en ácido sulfúrico (Hernández-Vargas *et al.*, 2001;

Viveros-Viveros *et al.*, 2015; Salazar y Ramírez, 2018). Los autores coinciden que la escarificación mecánica es más eficiente porque acelera la germinación. No obstante, los estudios generalmente se han realizado en laboratorio, por lo que existe poca información sobre la efectividad de los tratamientos pre-germinativos bajo condiciones reales de cultivo en vivero en función del medio de crecimiento. El sustrato o medio de crecimiento tiene relevancia porque sus características fisicoquímicas influyen directamente en el proceso germinativo de las semillas (Aparicio-Rentería *et al.*, 1999).

Por esta razón, el objetivo del estudio fue evaluar el efecto combinado del tratamiento de escarificación y el medio de crecimiento en los parámetros germinativos y de emergencia de semillas de *E. cyclocarpum* en condiciones de vivero. La hipótesis de partida es que existe una interacción entre el tratamiento pre-germinativo y el medio de crecimiento; es decir, que la efectividad del tratamiento de escarificación dependerá del medio de crecimiento en el que se realiza la siembra.

## Materiales y métodos

### *Colecta de semilla*

El germoplasma se obtuvo de árboles de *E. cyclocarpum* en el municipio de Tzitzio, dentro de la región conocida como Tierra Caliente, en el estado de Michoacán, México, entre las coordenadas 19°18.56' N y 100°52.54' O (750 msnm). En total se seleccionaron 12 árboles con altura mínima de 10 m, con una copa bien conformada y sin síntomas visibles de plagas y enfermedades. Asimismo, la colecta de las vainas se realizó de diferentes posiciones de la copa. Para el beneficio de la semilla, las vainas fueron secadas a temperatura ambiente y, una vez extraídas, las semillas se desinfectaron con hipoclorito de sodio al 5 % durante 12 h. Del lote de semillas cosechadas, se seleccionó una submuestra de tamaño regular y homogéneo para el ensayo.

### *Tratamientos y diseño experimental*

Se diseñó un experimento factorial donde se incluyeron tres tratamientos de escarificación: 1) mecánica (rompimiento de la testa con pinzas), 2) térmica (inmersión en agua en ebullición por 10

min), y 3) testigo (sin escarificación), combinado con tres medios de crecimiento: 1) mezcla base (turba de musgo, perlita, vermiculita; 50-25-25), 2) composta aeróbica, y 3) tierra de monte. La siembra se realizó en bolsas de polietileno de 13 x 25 cm (1 l de capacidad) y permanecieron bajo malla sombra al 50 % durante el experimento. Los riegos se aplicaron cada tres días para mantener la humedad del sustrato. Las condiciones de humedad ambiental fueron de 57 % y una temperatura media de 24 °C durante el experimento. En total, se sembraron 100 semillas por combinación escarificación x medio de crecimiento, distribuidas en cinco repeticiones de 20 semillas, las cuales se establecieron en un diseño completamente al azar (Into *et al.*, 2009).

#### Toma de datos y análisis estadístico

Una vez realizada la siembra, se evaluó la emergencia de las plántulas cada tercer día durante 28 días. En cada evaluación se contabilizó el número de plántulas emergidas. Se consideró como plántula emergida aquella cuyas hojas cotiledonares podrían apreciarse en la superficie del medio de crecimiento (Nolasco-Guzmán *et al.*, 2016). Con los conteos se calculó el porcentaje de emergencia acumulado, tiempo medio de emergencia, velocidad de emergencia, emergencia media diaria, valor pico, así como el valor germinativo (Czabator, 1962).

Los parámetros de emergencia de cada tratamiento fueron estimados mediante el paquete

‘germinationmetrics’ del software R (Aravid *et al.*, 2021). Por otra parte, el efecto de tipo de escarificación y el medio de crecimiento sobre el porcentaje de emergencia acumulado al final del ensayo se evaluó mediante el ajuste de un modelo lineal generalizado con distribución binomial y función de vínculo ‘logit’. Cuando el efecto de los factores o su interacción fue significativo se hizo una prueba de comparación múltiple de medias con ajuste de Tukey ( $\alpha=0.05$ ). El análisis del porcentaje de emergencia se realizó mediante la función glm del paquete ‘stats’ de R (R Core Team, 2020).

### Resultados y discusión

Los resultados de este estudio confirmaron que la escarificación de las semillas de *Enterolobium cyclocarpum*, mecánica o térmica, promueve su capacidad germinativa en comparación con el tratamiento sin escarificación. La escarificación mecánica indujo una mayor velocidad de emergencia, con un tiempo medio de alrededor de 8 días (Cuadro 1). Por el contrario, las semillas tratadas con escarificación térmica presentaron menor velocidad de emergencia, con un tiempo medio de 12 a 15 días. Sin embargo, al final, ambos tipos de escarificación mostraron una emergencia media diaria similar. Estos resultados coinciden con el estudio de Viveros-Viveros *et al.* (2015), quienes muestran que las principales diferencias entre la escarificación mecánica y térmica se observan la velocidad de germinación, el

Cuadro 1. Parámetros de emergencia de semillas de *Enterolobium cyclocarpum* sometidas a dos tipos de escarificación (mecánica y térmica) y sembradas en diferente medio de crecimiento.

Tipo de escarificación	Medio de crecimiento	Tiempo medio de emergencia (días)	Velocidad de emergencia (% día <sup>-1</sup> )	Emergencia media diaria (%)	Valor pico	Valor germinativo
Mecánica	Composta	8.0	12.2	3.33	6.7	22.33
	Tierra	7.9	13.6	3.38	9.5	32.06
	Turba	8.3	13.6	3.71	8.0	29.67
Térmica	Composta	15.5	7.7	3.42	3.4	11.67
	Tierra	13.9	8.4	3.92	4.5	17.63
	Turba	12.0	9.4	3.54	4.5	15.84
Testigo	Composta	14.5	0.5	0.25	0.3	0.08
	Tierra	18.4	0.4	0.29	0.3	0.09
	Turba	16.9	0.4	0.29	0.4	0.11

valor pico y, consecuentemente, en el valor germinativo, mientras que la capacidad germinativa y la germinación media diaria no cambian entre ambos tratamientos.

Las diferencias en la velocidad de emergencia entre los tipos de escarificación probados posiblemente se dieron por las distintas modificaciones que estos provocan en la testa, lo que influye en la facilidad con que el agua y el oxígeno hacen contacto con el embrión (Kimura e Islam, 2012). Por una parte, con la escarificación mecánica se provocó que la testa tuviera fisuras y, por lo tanto, el agua pudo penetrar más rápido y activar la germinación. En contraparte, la escarificación térmica (agua caliente) solamente ablanda la testa (Smith *et al.*, 2002; Kimura e Islam, 2012), por lo que el proceso de imbibición del embrión probablemente fue más paulatino. Si bien, la escarificación mecánica acelera el proceso de germinación, ambos tipos de tratamientos tuvieron porcentajes de emergencia similares al final del estudio (Figura 1). Por lo tanto, es importante considerar otros aspectos como los costos o facilidad de implementación a fin de seleccionar el método más apto para su aplicación en producciones de planta en masa.

El medio de crecimiento no tuvo un efecto significativo en los parámetros de emergencia de las semillas ( $\chi^2=3.26$ ,  $p=0.196$ ). No obstante, en el análisis de la emergencia acumulada al final del ensayo, se encontró una interacción marginal del tratamiento de escarificación  $\times$  medio de crecimiento ( $\chi^2=8.07$ ,  $p=0.089$ ; Figura 1). Este efecto mostró que, mientras la emergencia de las semillas con escarificación mecánica es similar en cualquier medio de crecimiento, las semillas tratadas con escarificación térmica presentaron un porcentaje de emergencia marginalmente superior cuando fueron sembradas en tierra de monte.

La tierra de monte o suelo nativo se reconoce por tener buena capacidad de retención de humedad y contenido de nutrientes, lo cual es importante para una adecuada germinación (Shen *et al.*, 2015). A medida que un suelo se deseca más rápido, la imbibición de las semillas se limita (Bullied *et al.*, 2012). De esta forma, los resultados sugieren que la capacidad de retención de humedad de la tierra de monte pudo haber potenciado la emergencia de las semillas con escarificación térmica. Sin embargo, con la escarificación mecánica, la tierra

de monte no produjo ese mismo efecto. En este sentido, además de facilitar el paso del agua y nutrientes por las fisuras de la testa, la escarificación mecánica puede también incrementar el riesgo de daño al embrión por una imbibición en exceso (Smith *et al.*, 2002). Por lo tanto, se podría especular que dicho efecto fue la causal de una menor germinación de semillas con escarificación mecánica sembradas en tierra de monte, en comparación con aquellas con escarificación térmica (Figura 1).

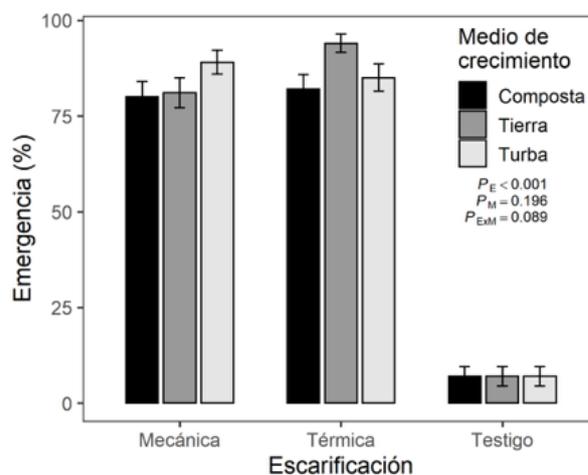


Figura 1. Porcentaje de germinación de semillas de *Enterolobium cyclocarpum* con aplicación de tratamiento de escarificación mecánica (ruptura de testa) y térmica (agua en ebullición) y sembradas en diferentes medios de crecimiento.

Por otra parte, se observó una tendencia a menor emergencia cuando las semillas se sembraron en composta, independientemente del tipo de escarificación (Figura 1). Asimismo, la velocidad y el valor germinativo fue menor en este tipo de sustrato (Cuadro 1). En algunos casos, las compostas pueden tener efectos adversos en la germinación y crecimiento de las plantas debido a la presencia de compuestos fitotóxicos (Lou *et al.*, 2018). Sin embargo, en el presente estudio, no se evaluaron las propiedades fisicoquímicas de los sustratos, por lo que futuras investigaciones deberían abordar el efecto de dichas características en la germinación de *E. cyclocarpum*.

### Conclusión

Los resultados del estudio confirman que la escarificación, mecánica o térmica, es efectiva para romper la latencia física de semillas de

de *E. cyclo carpum*; aunque, la escarificación mecánica promueve una mayor velocidad de emergencia de las plántulas. El medio de crecimiento, como efecto principal, no influyó en los parámetros germinativos de las semillas de *E. cyclo carpum*. No obstante, se observó que las semillas tratadas con escarificación térmica y sembradas en tierra de monte tuvieron marginalmente mayor porcentaje de emergencia al final del ensayo. El estudio tiene implicaciones prácticas en el cultivo de *E. cyclo carpum* en vivero al demostrar la importancia que tiene considerar no sólo el tratamiento de escarificación sino también el medio de crecimiento para una óptima emergencia de las plántulas.

## Literatura citada

- Aparicio-Rentería, A., H. Cruz-Jiménez y J. Alba-Landa. (1999). Efecto de seis sustratos sobre la germinación de *Pinus patula* Sch. et Cham., *Pinus montezumae* Lamb. y *Pinus pseudostrobus* Lindl. en condiciones de vivero. *Foresta Veracruzana*, 1(2), 31-34.
- Aravind, J., S.Vimala Devi, J. Radhamani, S. R. Jacob y Kalyani Srinivasan. (2021). germinationmetrics: Seed germination indices and curve fitting. R package version 0.1.5. <https://cran.r-project.org/package=germinationmetrics>.
- Baskin, J. y C. Baskin. (2004). A classification system for seed dormancy. *Seed Science Research*, 14(1), 1-16. <https://doi.org/10.1079/SSR2003150>
- Buch, M. S., L. F. Jara y E. Franco. (1997). Viabilidad de semillas pretratadas de *Caesalpinia velutina* (B. & R.) Standl., *Enterolobium cyclocarpum* (J.) Griseb. y *Leucaena leucocephala* (Lamb.) de Wit. *Boletín de Mejoramiento Genético y Semillas Forestales* 18: 8-14. <http://hdl.handle.net/11554/6922>. (8 de marzo de 2020)
- Bullied, W. J., P. R. Bullock y R. C. van Acker. (2012). Modelling soil water retention for weed seed germination sensitivity to water potential. *Applied and Environmental Soil Science*, 2012:1-13. <https://doi.org/10.1155/2012/812561>
- Czabator, F. J. (1962). Germination value: an index combining speed and completeness of pine seed germination. *Forest Science* 8 (4):386-396. <https://doi.org/10.1093/forestscience/8.4.386>.
- García-Cuevas, X., E. Velasco B., B. Rodríguez S., A. González H. y F. Camacho M. (2010). Evaluación de la siembra aérea con *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb en el ejido Leona Vicario, Quintana Roo. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 1(2), 109-119.
- Hernández-Vargas, G., L. R. Sánchez V. y F. Aragón. (2001). Tratamientos pregerminativos en cuatro especies arbóreas de uso forrajero de la selva baja caducifolia de la Sierra de Manantlán. *Foresta Veracruzana*, 3(1), 9-15
- Into, T. L., J. M. Filho, V. A. Forti, C. de Carvalho y F. G. Gomes Junior. (2009). Avaliação da viabilidade de sementes de pinhao manso. *Revista Brasileira de Sementes*, 16-17. <https://doi.org/10.1590/S0101-31222009000200023>.
- Kappelle, M., M. M. van Vuuren y P. Baas. (1999). Effects of climate change on biodiversity: a review and identification of key research issues. *Biodiversity & Conservation* 8 (10): 1383-1397. <https://doi.org/10.1023/A:1008934324223>.
- Kimura, E. y M. A. Islam. (2012). Seed scarification methods and their use in forage legumes. *Research Journal of Seed Science*, 5(2), 38-50.
- Luo, Y., J. Liang, G. Zeng, M. Chen, D. Mo, G. Li y D. Zhang. (2018). Seed germination test for toxicity evaluation of compost: Its roles, problems and prospects. *Waste Management*, 71, 109-114
- Muñoz-Flores, H., J. Sáenz-Reyes, A. Rueda-Sánchez, D. Castillo-Quiroz, F. Castillo-Reyes y D. Ávila-Flores. (2016). Areas with potential for commercial timber plantations of *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb. in Michoacán, México. *Open Journal of Forestry* 6: 476-485. <https://doi.org/10.4236/ojf.2016.65036>
- Nolasco-Guzmán, V., H. G. Calyecac-Cortero, A. Muñoz-Orozco, A. Miranda-Rangel y J. A. Cuevas-Sánchez. (2016). Evaluación experimental de germinación y emergencia en semillas de piñón mexicano del Totonacapan. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7(8), 1959-1971.
- Porger, R. F. y C. V. Luna. (2018). Promoción de la emergencia de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. *Foresta Veracruzana*, 20(1), 23-30. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49757295005>
- Portillo-Quintero, C. A. y G. A. Sánchez-Azofeifa. (2010). Extent and conservation of tropical dry forests in the Americas. *Biological conservation*, 143(1), 144-155. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.09.020>

- R Core Team. (2020). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- Salazar, A., y C. Ramírez. (2018). Mechanical scarification improves seed germination of *Enterolobium cyclocarpum*, a valuable neotropical tree. *Seed Technology*, 25-34. <http://www.jstor.org/stable/45135869>
- Shen, S. K., F. Q. Wu, G. S. Yang, Y. H. Wang, W. B. Sun. (2015). Seed germination and seedling emergence in the extremely endangered species *Rhododendron protistum* var. *giganteum*—the world's largest *Rhododendron*. *Flora - Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, 216:65-70. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2015.08.006>.
- Smith, M. T., B. S. P. Wang y H. P. Msanga. (2002). Dormancy and germination. In Vozzo, J. A. (ed) *Tropical tree seed manual*. USDA Forest Service, Washington, Agriculture Handbook 721:149-176.
- Smýkal, P., V. Vernoud, M. W. Blair, A. Soukup y R. D. Thompson (2014). The role of the testa during development and in establishment of dormancy of the legume seed. *Frontiers in Plant Science*, 5, 351.
- Viveros Viveros, H., J. D. Hernández Palmeros, M. V. Velasco García, R. Robles Silva, C. Ruiz Montiel, A. Aparicio Rentería, M. J. Martínez-Hernández, J. Hernández Villa y M. L. Hernández Hernández. (2015). Análisis de semilla, tratamientos pregerminativos de *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb. y su crecimiento inicial. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 6(30), 52-65.