

GERMINACIÓN DE *Ormosia macrocalyx* Ducke (FABACEAE), ÁRBOL NATIVO EN PELIGRO DE EXTINCIÓN

GERMINATION OF *Ormosia macrocalyx* Ducke (FABACEAE), AN ENDANGERED NATIVE TREE

Pozo Gómez, B.K., C. Orantes García, D.M. Pozo Gómez, A.G. Verdugo Valdez, M.S. Sánchez Cortés, R.A. Moreno Moreno

GERMINACIÓN DE *Ormosia macrocalyx* Ducke (FABACEAE), ÁRBOL NATIVO EN PELIGRO DE EXTINCIÓN
GERMINATION OF *Ormosia macrocalyx* Ducke (FABACEAE), AN ENDANGERED NATIVE TREE



Germinación de *Ormosia macrocalyx* Ducke (Fabaceae), árbol nativo en peligro de extinción**Germination of *Ormosia macrocalyx* Ducke (Fabaceae), an endangered native tree**

Brenda Karina Pozo Gómez,
 Carolina Orantes García,
 Dulce María Pozo Gómez,
 Alma Gabriela Verdugo
 Valdez, María Silvia Sánchez
 Cortés, Rubén Antonio Moreno
 Moreno

GERMINACIÓN DE
 ORMOSIA MACROCALYX
 DUCKE (FABACEAE),
 ÁRBOL NATIVO EN
 PELIGRO DE EXTINCIÓN

GERMINATION OF
 ORMOSIA MACROCALYX
 DUCKE (FABACEAE), AN
 ENDANGERED NATIVE
 TREE

POLIBOTÁNICA

Instituto Politécnico Nacional

Núm. 61: 181-191. Enero 2026

DOI:

10.18387/polibotanica.61.10

Brenda Karina Pozo-Gómez <https://orcid.org/0009-0000-3357-0649>

Maestría en Ciencias en Desarrollo Sustentable y Gestión de Riesgos, Facultad de Ingeniería, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Libramiento Norte Poniente núm. 1155, Col. Lajas Maciel, CP 29039, Chiapas, México. Número de beca 843448

Carolina Orantes García / carolina.orantes@unicach.mx 

<https://orcid.org/0000-0001-8604-7448>

Dulce María Pozo Gómez <https://orcid.org/0000-0002-9249-0072>

Alma Gabriela Verdugo Valdez <https://orcid.org/0000-0002-3879-0672>

María Silvia Sánchez-Cortés <https://orcid.org/0000-0002-3916-3048>

Instituto de Ciencias Biológicas, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Libramiento Norte Poniente núm. 1155, Colonia Lajas Maciel, CP 29039, Chiapas, México

Rubén Antonio Moreno-Moreno <https://orcid.org/0000-0003-0296-1318>

Facultad de Ciencias Humanas y Sociales, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Libramiento Norte Poniente núm. 1155, Colonia Lajas Maciel, CP 29039, Chiapas, México

RESUMEN: *Ormosia macrocalyx*, comúnmente llamada colorín en el sur de México, es un árbol nativo de Mesoamérica, que para las comunidades rurales tiene una diversidad de usos; desde las semillas en la artesanía, hojas y corteza en la herbolaria tradicional, hasta la madera que por su dureza es muy utilizada en la construcción de muebles y casas. Sin embargo, el uso desmedido y el manejo no sustentable ha traído como consecuencia que actualmente sea catalogada como especie en peligro de extinción. La finalidad de esta investigación fue analizar el proceso germinativo, con el fin de generar información que permita desarrollar alternativas de conservación y manejo sustentable. A las semillas recolectadas, se les determinó el peso (g), largo (mm) y ancho (mm), mediante la prueba de tetrazolio se analizó la viabilidad y para el proceso de germinación se aplicaron tres tratamientos pregerminativos. Se aplicó un diseño completamente aleatorio. El tamaño de las semillas en promedio fue de 10.85 ± 0.54 mm de largo y 9.95 ± 0.54 mm de ancho, con un peso de 0.61 ± 0.08 g, presentaron $100\% \pm 2.44$ de viabilidad. El proceso germinativo de las semillas escarificadas inició a los 12 días después de la siembra (dds), obteniéndose 83% de germinación alta en comparación con el testigo que fue de 31.33%. Esta especie requiere de tratamientos de escarificación para acelerar el proceso germinativo y obtener un mayor porcentaje final de germinación. **Palabras clave:** Fabaceae, análisis de semillas, tratamientos pregerminativos, manejo sustentable.

ABSTRACT: *Ormosia macrocalyx*, commonly known as colorín in southern Mexico, is a native tree with various uses in rural communities. Its seeds are used in handicrafts, its leaves and bark in traditional herbal medicine, and its wood, due to its hardness, is utilized in furniture and house construction. However, uncontrolled exploitation without sustainable management has led to its classification as an endangered species. The objective of this research was to analyze the germination process of its seeds to generate information that could help develop conservation and sustainable management strategies. Seeds were collected to determine their weight (g), length (mm), and width (mm). Viability was assessed using tetrazolium, and three pre-germination treatments were applied. A completely randomized design was used. The average seed size was

10.85 ± 0.54 mm in length and 9.95 ± 0.54 mm in width, with a weight of 0.61 ± 0.08 g. They exhibited 100% ± 2.44% viability. The germination process of scarified seeds began 12 days after sowing (DAS), achieving 83% germination, significantly higher than the control (31.33%). It is concluded that this species requires scarification treatments to accelerate the germination process and increase the final germination rate.

Key words: Fabaceae, seed analysis, pre-germination treatments, sustainable management.

INTRODUCCIÓN

La flora de México es considerada una de las más diversas del mundo, sin embargo, en la actualidad esta diversidad enfrenta una pérdida irreparable, por lo que ha ido disminuyendo debido a las diferentes actividades antropogénicas como la producción ganadera, cambio de uso de uso de suelo, la deforestación, fragmentación de ecosistemas, poniendo en riesgo la continuidad de las especies y sus poblaciones (González-Valdivia *et al.*, 2012). Tal es el caso de la especie *Ormosia macrocalyx* Ducke, que actualmente se encuentra en peligro de extinción según la NOM-059-SEMARNAT-2010, debido a que no existen disposiciones legales para su uso. Esta especie es un árbol multipropósito, que pertenece a la familia Fabaceae, sus vainas producen unas semillas de color rojo brillante, que son utilizadas en la artesanía; para la elaboración de pulseras, collares, amuletos. Las flores de color violeta y la corteza son utilizadas en la medicina tradicional. La madera es útil en la carpintería, construcción de puentes y canoas (Pérez-Hernández *et al.*, 2011). En comunidades del sur de México estos árboles son llamados comúnmente como; colorín, coralillo o frijolillo, pueden alcanzar hasta 40 m de altura y entre 2.5 a 3.5 cm de diámetro normal. En México y en América tropical, esta especie se distribuye en áreas con precipitación mayor de 800 mm y temperatura media mínima de 22 °C anuales. Los datos sobre la presencia de esta especie en México son escasos, se encuentra con mayor frecuencia en áreas naturales protegidas de los estados sureños del país; en remanentes de selva, pero también algunos individuos en sistemas agrícolas de subsistencia, en plantaciones agroforestales o como árboles aislados en pastizales cultivados o inducidos (González-Valdivia *et al.*, 2012; Vargas-Simón *et al.*, 2018)

Es importante mencionar que el aprovechamiento de *O. macrocalyx* se realiza de poblaciones silvestres, en los estados de Chiapas, Tabasco, Oaxaca y Veracruz y se encuentran muy pocos individuos, debido a la reducción drástica de su hábitat y aprovechamiento no sustentable de la misma (Vargas-Simón *et al.*, 2018).

Existen escasos estudios sobre la especie; Sánchez (2021), realizó un estudio sobre desarrollo y crecimiento de *O. macrocalyx*, donde el análisis demostró que el crecimiento fue favorecido por la temperatura y la precipitación, lo cual se reflejó en una alta sobrevivencia. Otro trabajo fue el de Vargas-Simón *et al.* (2017), quienes realizaron un estudio sobre la germinación de dicha especie donde mencionan que las semillas presentan latencia física debido a una cubierta seminal dura e impermeable al agua, limitando su germinación y propagación. Román *et al.* (2012), también demostraron que las semillas de *O. macrocalyx* pueden almacenarse a 20 °C y permanecer viables durante más de 36 meses.

Por ello, esta investigación tuvo por objetivo analizar el proceso germinativo de las semillas de *O. macrocalyx* mediante la aplicación de tratamientos pregerminativos, con el fin de generar información básica que permita desarrollar alternativas de propagación y manejo sustentable de la especie.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los frutos fueron recolectados, de cuatro árboles elegidos de manera dirigida por su accesibilidad de muestreo (González, 2006), localizados en el tramo carretero Arriaga-Tierra y Libertad, en la porción noroeste de la Sierra Madre de Chiapas, área que conforma la Reserva de La Biosfera La Sepultura, Chiapas, México (Figura 1).

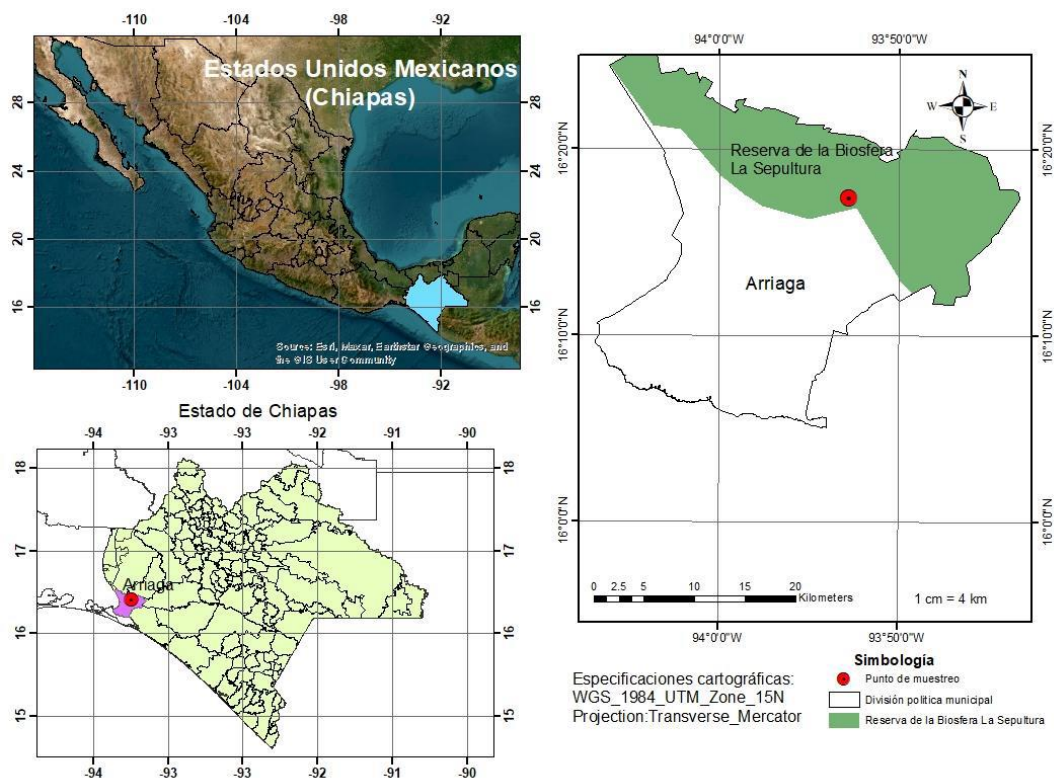


Figura 1. Mapa de localización de la recolecta de frutos de *Ormosia macrocalyx*, Reserva de La Biosfera La Sepultura, Chiapas, México.

Figure 1. Location map of the *Ormosia macrocalyx* fruit collection, La Sepultura Biosphere Reserve, Chiapas, Mexico.

De cada árbol se recolectaron 100 frutos maduros de tipo vaina ($N = 4$), en total fueron 400 vainas mezcladas de manera homogénea, eliminándose las vainas dañadas y/o vanas. La coloración de la vaina permite ver el grado de maduración de las semillas (las vainas maduras presentan un color castaño, dentro de estas se encuentran las semillas duras de color rojo lustroso, lo que indica que han alcanzado la madurez). Los frutos fueron guardados en bolsas de papel estraza para su traslado al laboratorio del Banco de Germoplasma Vegetal de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH), para su posterior análisis.

Las semillas fueron retiradas de las vainas, contando el número que cada vaina contenía, posteriormente fueron integradas al azar a una muestra total para realizar todas las pruebas. A las semillas se les determinó el ancho y largo mediante un calibrador digital Caliper® con precisión de 0.1 mm; el peso se calculó con una balanza analítica digital Ohaus Adventurer® con precisión de 0.0001 g. Se utilizaron cuatro muestras aleatorias de 100 semillas (Valdés-Rodríguez et al., 2013).

Prueba de viabilidad

Se tomaron al azar tres muestras de 20 semillas maduras recién recolectadas (dos días después de la recolecta), las cuales fueron colocadas en agua destilada por 24 h para reducir la dureza de la testa. Con la ayuda de un bisturí se realizó un corte longitudinal a las semillas para dividir los cotiledones, se colocaron en cajas de Petri y se les agregaron 10 gotas de 2, 3, 5 trifenil cloruro de tetrazolio diluido (1% p/v) (Orantes-García et al., 2013). Posteriormente se evaluó el patrón de tinción de las semillas bajo un microscopio estereoscópico y se estimó el porcentaje de viabilidad (Rao et al., 2007).

Prueba de germinación

Para evaluar la germinación de las semillas, se utilizó un diseño experimental completamente al azar. Se aplicaron tres tratamientos pregerminativos: a) escarificación mecánica; esto se realizó utilizando una lija de agua-120 grano medio Truper®, para adelgazar la testa en el área localizada cerca del micropilo, cuidando no dañar el embrión, b) hidratación; las semillas fueron remojadas en agua a temperatura ambiente (25 °C), por un periodo de 24 h, c) testigo; semillas sin ningún tratamiento. Se utilizaron un total de 90 semillas por tratamiento con tres repeticiones (3 x 3 x 30). Cada semilla fue considerada como unidad experimental, teniendo como variable independiente el tiempo y como variables de respuesta el porcentaje de germinación final (PG), germinación acumulada (GA) y el tiempo promedio de germinación (T) (Pozo-Gómez et al., 2019)

Después de aplicar los diferentes tratamientos pregerminativos, las semillas fueron colocadas en charolas de unicel para especies forestales tipo Koper block® (60 cm x 35 cm x 12 cm), con sustrato de fibra de coco a una profundidad de 3 cm con el micrópilo hacia abajo. Se aplicó riego a capacidad de campo cada tres días. Las observaciones se realizaron cada tres días durante tres meses.

Posteriormente a la germinación, se tomaron 50 semillas germinadas para observar las estructuras importantes en el crecimiento y desarrollo de la plántula; tipo de germinación, hojas primarias, largo y grosor del tallo, número de hojas y longitud de la raíz para la identificación de la especie en su estadio temprano (López-Ríos, 2005). El diámetro del tallo y altura de la plántula se determinó con un calibrador digital Caliper® con precisión de 0.1 mm. Las hojas solo se contaron de acuerdo al número de brotes. Los datos se tomaron desde los 15 hasta los 90 días después de la emergencia del sustrato. Los riegos se realizaron cada 3 días.

Los datos obtenidos de las pruebas de viabilidad y germinación, se les determinó si cumplían con los requerimientos de normalidad, por medio de Tukey, con los niveles de significancia de $p \leq 0.5$. Una vez que se comprobaron los datos se procedió a realizar un análisis de varianza (ANOVA). Los análisis estadísticos fueron analizados mediante el paquete estadístico R.4.3.2® (R Core Team, 2023).

RESULTADOS

Semillas de *Ormosia macrocalyx*

Las semillas de esta especie se encuentran dentro de una vaina, donde el número puede variar entre 1 a 5 semillas por vaina. Presentan una testa de color rojo lustroso con una consistencia dura y superficie lisa, micrópilo conspicuo en posición basal. En promedio miden 10.85 ± 0.54 mm de largo, 9.95 ± 0.54 mm de ancho y pueden llegar a pesar 0.61 ± 0.08 g en promedio (Figura 2).

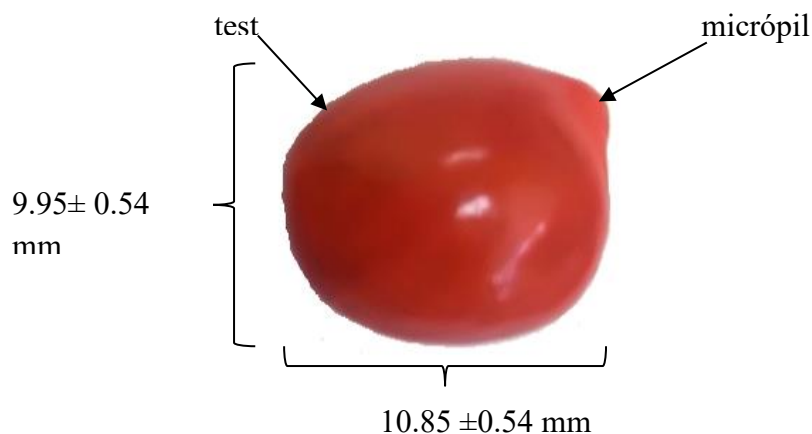


Figura 2. Características de las semillas de *Ormosia macrocalyx*, árbol nativo de Chiapas, México.
Figure 2. Characteristics of the seeds of *Ormosia macrocalyx*, a tree native to Chiapas, Mexico.

Viabilidad de las semillas

Se observó que las semillas maduras, recién recolectadas presentaron $100\% \pm 2.44$ de tinción. Aunado a ello se identificaron tres patrones topológicos: a) semillas libres de coloración, no viables, b) semillas con baja coloración, no viables y c) semillas teñidas de rojo intenso, totalmente viables (Figura 3).

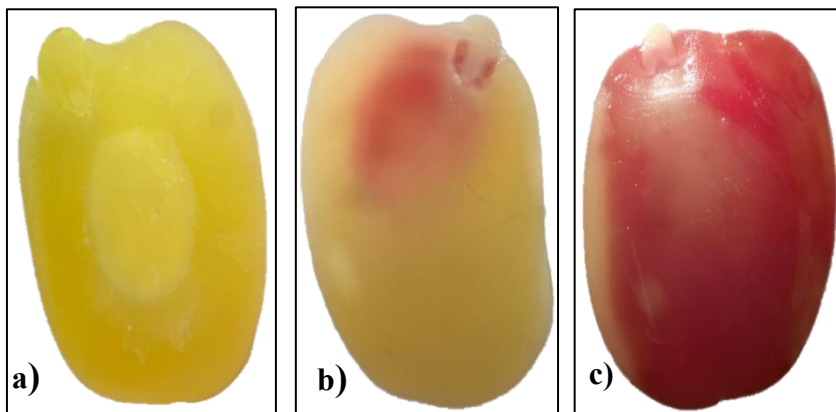


Figura 3. Patrón topológico en semillas de *Ormosia macrocalyx*: a) semilla libre de coloración, b) embrión parcialmente teñido, c) embrión totalmente teñido de una coloración rojo intenso.

Figure 3. Topological pattern in *Ormosia macrocalyx* seeds: a) seed free of coloration, b) partially stained embryo, c) embryo completely stained with an intense red coloration.

Germinación de las semillas

El porcentaje de germinación final de las semillas de *O. macrocalyx* mostraron diferencias estadísticas ($p \leq 0.0001$). Las semillas maduras recién recolectadas, sometidas al tratamiento de escarificación mecánica obtuvieron en promedio el porcentaje final más alto ($83 \pm 0.6\%$), comparada con el testigo que presentó $31.33 \pm 1.5\%$. El remojo en agua, no favoreció al proceso germinativo de las semillas de *O. macrocalyx* (Figura 4).

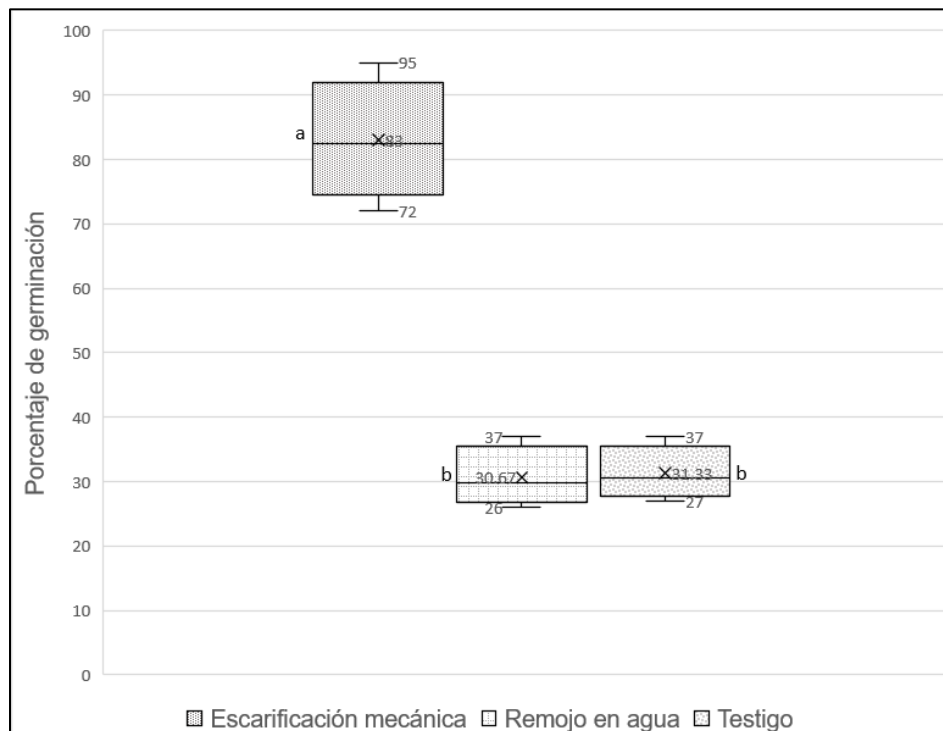


Figura 4. Porcentaje de germinación de las semillas *Ormosia macrocalyx*, bajo dos tratamientos y testigo.

Figure 4. Germination percentage of *Ormosia macrocalyx* seeds, under two treatments and control.

En cuanto a la germinación acumulada, se señala la relación entre el tiempo de germinación de *O. macrocalyx* que dió inicio a partir del día 12, en el día 24 se observa un incremento en el número de semillas germinadas manteniéndose hasta los 90 días para el tratamiento de escarificación. Mientras que para el testigo y el tratamiento en remojo en agua la germinación inició días después y en el resto de los días fue más lenta (Figura 5).

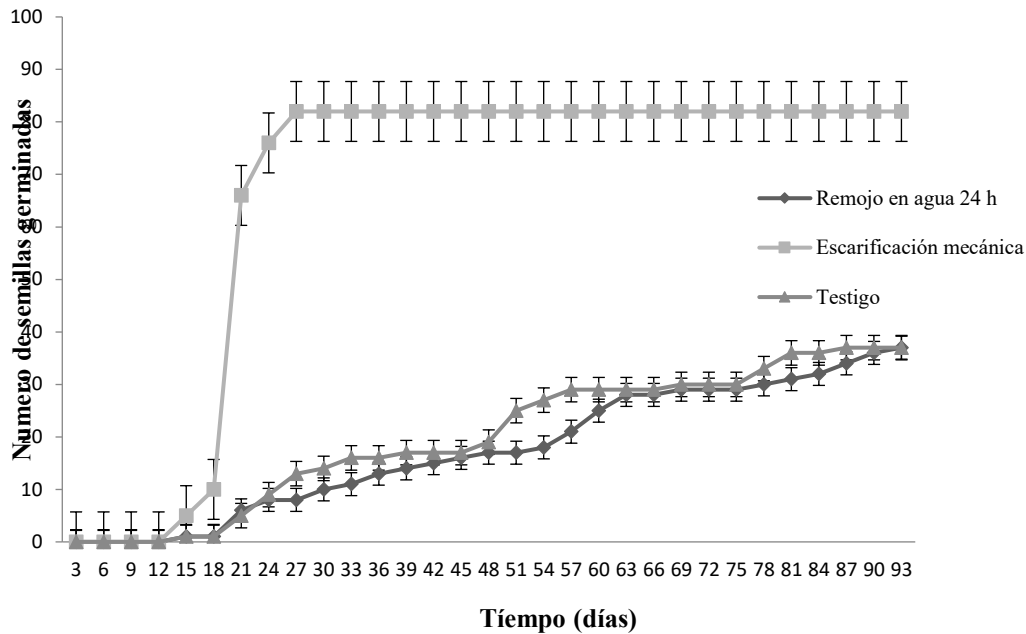


Figura 5. Germinación acumulada en semillas de *O. macrocalyx* de acuerdo a los tratamientos aplicados durante 90 días.
Figure 5. Cumulative germination in *Ormosia macrocalyx* seeds according to the treatments applied during 90 days.

Crecimiento y desarrollo de plántulas de *Ormosia macrocalyx*

La germinación de las semillas de *O. macrocalyx* es de tipo epigea, ya que sus cotiledones emergen del suelo debido al crecimiento del hipocótilo. Las semillas de *O. macrocalyx* germinan a los 12 días, desarrollando una pequeña yema de 3.73 mm, dando origen al hipocótilo, el cual empuja la plúmula y eleva a los cotiledones que a los 25 días adquieren una coloración verdosa. Posteriormente, a los 29 días se originan las primeras hojas con una longitud de 2.33 mm. A los 48 días aparecen las ramificaciones de la raíz principal originadas por el crecimiento de la radícula. El epicótilo se sigue extendiendo desde la inserción de los cotiledones hasta las primeras hojas, que a los 58 días alcanzan los 73.11 mm. Los cotiledones después de haber alimentado a la plántula se arrugan y caen, para dar paso a las hojas verdaderas que adquieren un color verde más intenso (Figura 6).

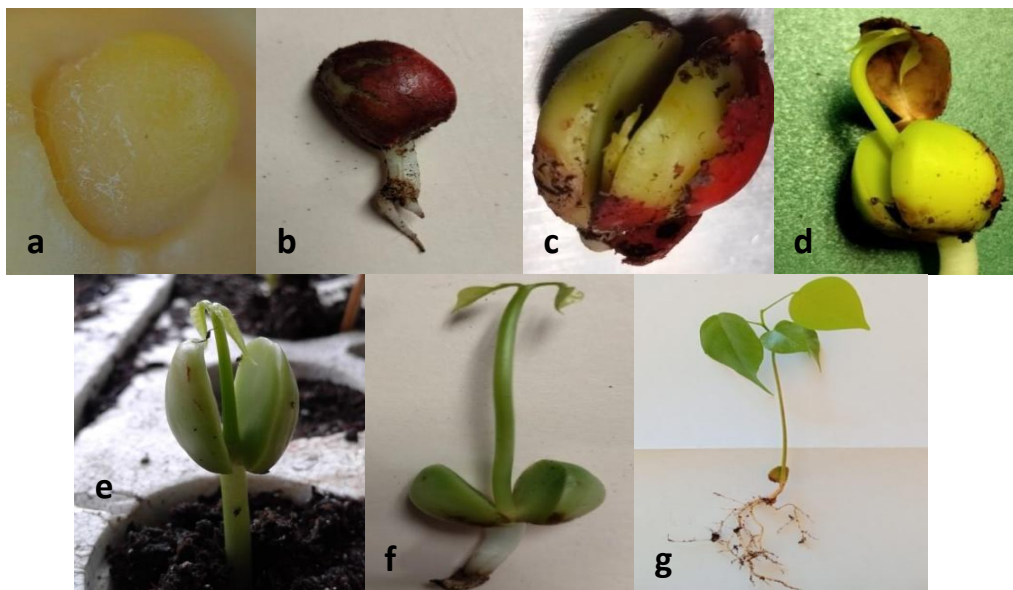


Figura 6. Etapas principales de crecimiento de *O. macrocalyx*, a) yema de inicio de la germinación, b) origen del hipocótilo, c) aparición de las primeras hojas, d) desarrollo del epicótilo, e) crecimiento de la plántula y presencia de una germinación de tipo epigea, f) crecimiento de plántula y extinción paulatina de cotiledones, g) presencia de la plántula con hojas desarrolladas y raíces ramificadas.

Figure 6. Main growth stages of *Ormosia macrocalyx*, a) germination bud, b) origin of the hypocotyl, c) appearance of the first leaves, d) development of the epicotyl, e) the structures continue to extend and epigeal germination is observed, f) cotyledons are observed, g) a seedling with developed leaves and branched roots is observed.

DISCUSIÓN

Según Sánchez (2021), *O. macrocalyx* es una planta arbórea nativa de zonas tropicales de América Latina, produce semillas de color rojo, muy lustrosas, de 10 a 13 mm de largo y 10 mm de ancho. Un tamaño grande favorece a la semilla y se relaciona con una mayor cantidad de reservas para el desarrollo de la futura planta. El tamaño de la semilla no sólo está relacionado con la cantidad de reservas que acumula para su germinación y crecimiento, sino que el medio en el que se desarrollan también contribuye. La disponibilidad de humedad, la facilidad para captar luz o la cantidad de nutrientes disponibles que hay en el suelo, también condicionan su tamaño (Antón *et al.*, 2005). Foster (2008), menciona que esta especie presenta poca dispersión de sus semillas, las cuales permanecen adheridas al árbol parental por períodos prolongados, y las semillas requieren alta humedad para germinar.

En cuanto a la viabilidad, es un indicador importante de la calidad de la semilla para que esta pueda germinar, crecer, desarrollar una nueva planta y completar el ciclo de vida. A simple vista es difícil saber si una semilla está viva o muerta, es por eso que para saber si las semillas de *O. macrocalyx* estaban viables, la prueba de viabilidad indirecta mediante el empleo de Trifeniltetrazolio es muy útil. De este procedimiento se identificaron tres patrones topológicos, semillas libres de coloración, semillas parcialmente teñidas y semillas totalmente teñidas, estas últimas indicando 100% de viabilidad (Pérez y Villamil, 2001). Esto se asemeja con lo descrito por Gómez-Hernández *et al.* (2022), quienes identificaron tres patrones topológicos en semillas de una especie forestal. Es importante mencionar que el periodo de tiempo de viabilidad es variable y depende del tipo de semilla y de las condiciones de almacenamiento o del ambiente en donde estas se encuentren (Doria, 2010; Calvo Cruz, 2015). La no viabilidad de las semillas puede deberse a varios factores, entre ellos; la falta de fertilización, embrión no formado, o semillas inmaduras, esto puede afectar la tinción de las semillas (Pérez y Villamil, 1999).

Para la prueba de germinación mediante la aplicación de tratamientos pregerminativos, se puede decir que las semillas de esta especie si necesitan de una escarificación (con una lija o cualquier otro método que permita desgastar el área del micrópilo), ya que este procedimiento es el más adecuado para estas semillas de acuerdo a lo reportado por Vargas-Simón *et al.* (2017), que también hace referencia a que este tratamiento es el más efectivo para las semillas de la especie en estudio, puesto que estas semillas presentan una cubierta seminal lo que dificulta la germinación de la semilla por si sola. Las semillas de *O. macrocalyx* parecen presentar latencia física (Sautu *et al.*, 2007).

Para el caso de *O. macrocalyx* la germinación inicia entre los 8 y 14 días y a los 40 días se obtiene el 70 a 90% de la germinación y previo remojo en agua por un periodo de 24 h (Vargas-Simón *et al.*, 2017), estos resultados se relacionan con lo obtenido en esta investigación, ya que la germinación inicio a los 12 días y se obtuvo el máximo a los 27 días. Bec *et al.* (2015), menciona que el crecimiento en longitud de las especies forestales depende del ambiente del lugar de procedencia. Es indispensable contar con las descripciones de las plántulas de especies arbóreas, ya que esto es sumamente útil para estudios fisiológicos, taxonómicos o ecológicos. Varios caracteres definen a una especie en su crecimiento preliminar: el tipo de germinación, la forma, entre otras. Aunado a ello la velocidad de crecimiento de las especies forestales varía dependiendo del genotipo y el ambiente en el que se encuentren (Vargas-Simón *et al.*, 2017).

CONCLUSIONES

Se concluye que el tratamiento de escarificación, mediante el lijado de la testa de las semillas de *O. macrocalyx*, es eficiente para acelerar el proceso germinativo y obtener un mayor porcentaje de germinación final. Es importante señalar que la realización de estudios que permiten generar información sobre propagación de especies amenazadas como *O. macrocalyx*, representa una etapa fundamental que contribuye al conocimiento de especies nativas.

AGRADECIMIENTOS

A la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI) por el apoyo otorgado a través de la Beca en el Sistema Nacional de Posgrados (SNP).

LITERATURA CITADA

- Antón, N., Hernanz, A., Soblechero, E., & Durán Altisent, J. M. (2005). La semilla y su morfología. *Agricultura: Revista agropecuaria*, 877, 612-615.
- Bec, J. L., Courbaud, B., Moguédec, G. L., & Pélissier, R. (2015). Characterizing Tropical Tree Species Growth Strategies: Learning from Inter-Individual Variability and Scale Invariance. *PLOS ONE*, 10(3), e0117028. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0117028>
- Calvo Cruz, D. S. (2015). Caracterización morfológica y fisiológica de semillas y plántulas de *Macleania rupestris* (Kunth) A.C. Smith. <http://hdl.handle.net/10554/11876>
- Doria, J. (2010). Generalidades sobre las semillas: su producción, conservación y almacenamiento. *Cultivos Tropicales*, 31(1), 00-00.
- Foster, M. S. (2008). Potential effects of arboreal and terrestrial avian dispersers on seed dormancy, seed germination and seedling establishment in *Ormosia* (Papilionoideae) species in Peru. *Journal of Tropical Ecology*, 14, 619-627.
- Gómez-Hernández, M. M., Orantes-García, C., Verdugo-Valdez, A. G., Pozo-Gómez, D. M., Moreno-Moreno, R. A., & Sánchez-Cortés, M. S. (2022). Contribución al conocimiento del árbol leche María (*Calophyllum brasiliense* Cambess, Clusiaceae): morfometría,

Recibido:
28/abril/2025

Aceptado:
28/noviembre/2025

- viabilidad y germinación de semillas. *Acta Agrícola y Pecuaria*, 8(1), Article 1. <https://aap.uaem.mx/index.php/aap/article/view/188>
- González, A. R. (2006). Ecología. Métodos de muestreo y análisis de poblaciones y comunidades. Pontificia Universidad Javeriana.
- González-Valdivia, N., Ochoa-Gaona, S., Ferguson, B. G., Pozo, C., Kampichler, C., & Pérez-Hernández, I. (2012). Análisis comparativo de la estructura, diversidad y composición de comunidades arbóreas de un paisaje agropecuario en Tabasco, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 83, 83–99.
- López-Ríos, G. F. (2005). *Ecofisiología de árboles*. Universidad Autónoma Chapingo. México.
- Orantes-García, C., Pérez-Farrera, M. Á., Rioja-Paradela, T. M., & Garrido-Ramírez, E. R. (2013). Viabilidad y germinación de semillas de tres especies arbóreas nativas de la selva tropical, Chiapas, México. *Polibotánica*, 36, 117-127.
- Pérez, G. F., & Pita Villamil, P. J. M. (1999). Dormición de Semillas. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación, Madrid, España.
- Pérez, G. F., & Villamil P. J. M. (2001). Viabilidad, vigor, longevidad y conservación de semillas. Universidad Politécnica de Madrid, España.
- Pérez-Hernández, I., Ochoa-Gaona, S., Vargas-Simón, G., Mendoza-Carranza, M., & González-Valdivia, N. A. (2011). Germinación y supervivencia de seis especies nativas de un bosque tropical de Tabasco, México. *Madera y bosques*, 17(1), 71-91.
- Pozo-Gómez, D. M., Orantes-García, C., Rioja-Paradela, T. M., Moreno-Moreno, R. A., Farrera-Sarmiento, O., Pozo-Gómez, D. M., Orantes-García, C., Rioja-Paradela, T. M., Moreno-Moreno, R. A., & Farrera-Sarmiento, O. (2019). Diferencias en morfometría y germinación de semillas de *Croton guatemalensis* (Euphorbiaceae), procedentes de poblaciones silvestres de la Selva Zoque, Chiapas, México. *Acta botánica mexicana*, 126. <https://doi.org/10.21829/abm126.2019.1384>
- R Core Team. (2023). R: A Language and Environment for Statistical Computing (Versión 4.3.2) [C; Windows]. R Foundation for Statistical Computing. <http://www.R-project.org/>
- Rao, N. K., Hanson, J., Dulloo, M. E., Ghosh, K., Nowell, D., & Larinde, M. (2007). Manual para el manejo de semillas en bancos de germoplasma. <https://hdl.handle.net/10568/1946>
- Román, F., De Liones, R., Sautu, A., Deago, J., & Hall, J. S. (2012). Guía para la propagación de 120 especies de árboles nativos de Panamá y el neotrópico. New Haven: Environmental Leadership & Training Initiative (ELTI).
- Sánchez, G. H. (2021). Programa producción agroalimentaria en el trópico.
- Sautu, A., Baskin, J. M., Baskin, C. C., Deago, J., & Condit, R. (2007). Classification and ecological relationships of seed dormancy in a seasonal moist tropical forest, Panama, Central America. *Seed Science Research*, 17, 127-141.
- Valdés-Rodríguez, O. A., Sánchez-Sánchez, O., Pérez-Vázquez, A., & Zavala del Angel, I. (2013). Alometría de semillas de *Jatropha curcas* L. mexicanas. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 4(SPE5), 967-978.
- Vargas-Simón, G., Martínez-Zurimendi, P., Domínguez-Domínguez, M., Pire, R., (2017). Seed germination in *Ormosia macrocalyx*, an endangered tropical forest tree. *Botanical Sciences*, 95(2), 329-341. <https://doi.org/10.17129/botsci.823>
- Vargas-Simón, G., Núñez-Piedra, M. L., Domínguez-Domínguez, M., Alegría-González, W. R., & Martínez-Zurimendi, P. (2018). Distribución de *Ormosia macrocalyx* en México y delimitación de sus áreas de ocupación. *Revista mexicana de biodiversidad*, 89, 1201-1211.