



TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS Y GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE *Vochysia lehmannii* EN LOS LLANOS ORIENTALES DE COLOMBIA

PREGERMINATIVE SEED TREATMENTS AND SEEDLING OF *Vochysia lehmannii* HIERON. IN THE EASTERN PLAINS OF COLOMBIA

Ildefonso Narváez Ortiz • ildenarvaez@unitropico.edu.co

Ph. D. en Ingeniería Agrícola, Programa de Ingeniería Agroforestal, Universidad Internacional del Trópico Americano, Yopal, Casanare.

Leonela Torres • sanleo1723@gmail.com

Ingeniera Agroforestal, Universidad Internacional del Trópico Americano, Yopal, Casanare.

Zoleidy Granados • solgragon958@gmail.com

Ingeniera Agroforestal, Universidad Internacional del Trópico Americano, Yopal, Casanare.

Iván Delgado • ivandelgado5@gmail.com

M. Sc. en Agroforestería Tropical, Programa de Ingeniería Agroforestal, Universidad de Nariño, Pasto, Nariño.

Citación: Narváez, I., Torres, L., Granados, Z., y Delgado, I. (2022). Tratamientos pregerminativos y germinación de semillas de *Vochysia lehmannii* en los llanos orientales de Colombia. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 13(2), 125 – 136. DOI: <https://doi.org/10.22490/21456453.5433>


RESUMEN

Contextualización: *Vochysia lehmannii* es una especie forestal nativa y de importancia ecológica en las sabanas orientales de Colombia. Es utilizada con fines de ornamentación, madera, alimenticios y medicinales.

Vacío de conocimiento: Su población y distribución está en progresivo descenso; no obstante, no se incluye en programas de reforestación debido a la falta de conocimiento científico sobre su germinación, particularmente acerca de la sincronía de germinación y factores ambientales que la influyen.

Propósito: En este trabajo se evalúan tratamientos pregerminativos, con elementos propios de la región, con la finalidad de identificar cual logra mayor porcentaje de germinación de forma sincrónica.

Metodología: El experimento se desarrolló en la vereda La Peral, del Municipio de Paz de Ariporo, Casanare, Colombia, bajo un diseño completamente al azar con dos factores: sustrato y tratamientos pregerminativos. Como sustratos se utilizó tierra abonada y arena de río, y como tratamientos pregerminativos: lijado, corte e inmersión en agua caliente.

Resultados y conclusiones: El tratamiento que obtuvo el mayor porcentaje de germinación y menor tiempo de latencia fue la tierra abonada con corte de la semilla, que tuvo un resultado de 80 % y 7 días respectivamente, con diferencias significativas ($P < 0,01$) de los demás tratamientos; sin embargo, persiste asincronía en la germinación. 

Palabras clave: germinación; saladillo blanco; sincronía de germinación; Vochysiaceae.


ABSTRACT

Contextualization: *Vochysia lehmannii* is a native forest species of ecological importance in the eastern savannas of Colombia, used for ornamental, timber, food, and medicinal purposes.

Knowledge gap: Its population and distribution are in progressive decline; however, it is not included in reforestation programs due to the lack of scientific knowledge about its germination, particularly about the synchrony of germination and environmental factors that influence it.

Purpose: In this work, pre-germinative treatments with elements from the region are evaluated to identify which achieves the highest percentage of germination in a synchronous manner.

Methodology: An experimental design with two factors: substrate and pre-germination treatments were established in the rural zone La Peral, Municipality of Paz de Ariporo, Casanare, Colombia. Black soil and river sand were used as substrates, and sanding, cutting and immersion in hot water were used as pre-germinative treatments.

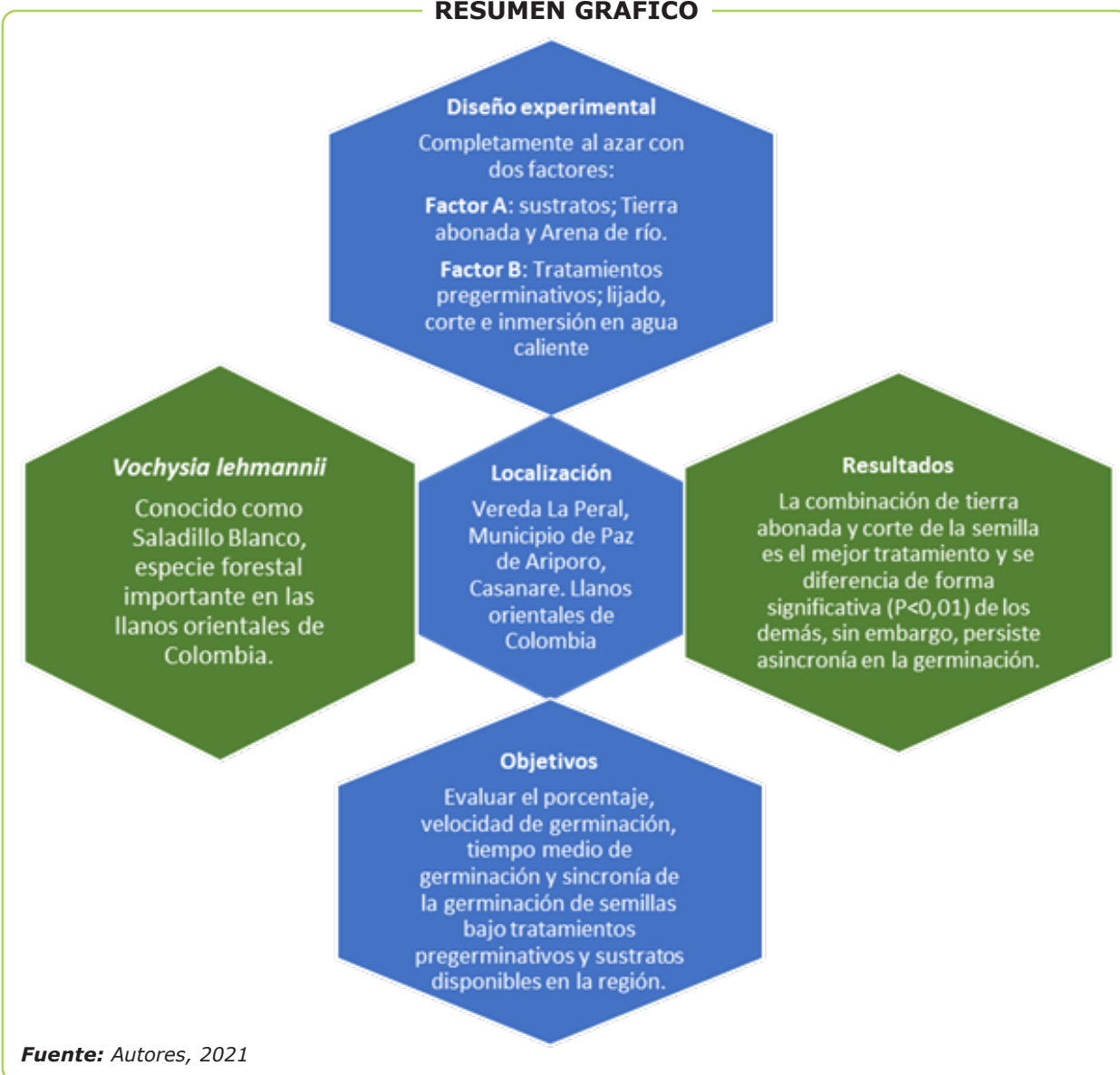
Results and conclusions: The treatment that obtained the highest germination percentage and the shortest dormancy time was the fertilized soil with seed cut, having a result of 80 % and 7 days respectively, with significant differences ($P < 0.01$) from the other treatments; however, asynchrony in germination persists. 

Keywords: germination, saladillo blanco, Germination synchrony, Vochysiaceae





RESUMEN GRÁFICO



1. INTRODUCCIÓN

La región tropical concentra alta biodiversidad, resultado de las condiciones climáticas dinámicas y la variabilidad presente en los suelos (Hartshorn, 2013), esta riqueza es fuente de alimentos, hábitat, medicinas, entre otros. Sin embargo, la deforestación promovida por el avance de la frontera agrícola y las actividades industriales afecta los ecosistemas naturales (Murad y Pearse, 2018).

En las sabanas, en particular, la vegetación arbórea está rezagada a los lugares donde hay permanencia de agua durante todo el año (D'Jesús et al., 2001) como respuesta

a periodos de sequías y lluvias claramente definidos (Bustamante-Lozano et al., 2013); además, los suelos se caracterizan por tener bajos niveles de fertilidad (Sarmiento, 1994). Pero el avance de la frontera agrícola reduce los espacios donde se encuentran las especies arbóreas y con ello se dificulta la germinación y desarrollo de plántulas, dado que requieren condiciones ambientales y edáficas precisas. Además, sobre las especies nativas de este ecosistema no se cuenta con suficiente información acerca de su propagación e integración con los sistemas de producción agropecuarios. En consecuencia, se persiste en el manejo de sistemas de producción extensivos sin la presencia de árboles, o bien

se hace la incorporación de especies exóticas de las que se cuenta con información y paquetes tecnológicos, pero no hacen parte del ecosistema local; es decir, que su aporte ecológico no es el adecuado.

Una especie nativa de las sabanas, con importancia ecológica, es el saladillo blanco (*Vochysia lehmanni* Hieron). Se puede encontrar en la Orinoquía y en el Valle del Río Magdalena (Bernal et al., 2016; Idárraga et al., 2016) como árboles dispersos en potreros dedicados a la producción ganadera, bordes de carretera y linderos de las fincas. Es considerada una especie adecuada para la reforestación y la restauración de ecosistemas (Carranza, 2016). Taxonómicamente hace parte del orden Polygalales y la familia Vochysiaceae.

La familia *Vochysiaceae* agrupa alrededor de 230 especies (Hutchinson, 1968; Rodríguez y Sanoja, 2008). El género *Vochysia* se distribuye desde Mesoamérica hasta el norte de Suramérica (Cordero et al., 2003; Stafleu, 1948), hace parte del orden *Polygalales* (subclase Rosidae) y es uno de los siete géneros con amplia distribución tropical (Mabberley, 2017). Por su arquitectura y floración de color amarillo intenso tiene usos ornamentales y la madera se utiliza para construcción (Williams, 2005), las semillas presentan uso alimenticio y son procesadas como sustituto a la manteca de cacao (Mayworm et al., 2011). Además, las especies del género *Vochysia* guardan similitud en cuanto a su morfología floral (Oliveira y Gibbs, 1994) y en las características cualitativas y cuantitativas de la madera (Williams, 2005), sus semillas pueden ser deshidratadas hasta 6.4 % (Salazar y Vázquez, 1999), es decir, son semillas intermedias (Ellis et al., 1990; Hong et al., 1996), y alcanzan porcentajes de germinación arriba de 80 % (Blanche et al., 1991; Kleber et al., 2018) con tendencia a la asincronía.

El período de floración de esta especie se concentra en el mes de noviembre con abundantes inflorescencias de color amarillo. Después de tres meses se tiene un fruto dehiscente color café, con un tamaño entre 2 y 4 cm, que puede contener hasta 6 semillas viables (Montero et al., 2015). Las valvas permanecen luego de caer el fruto, por tanto,

se requiere de condiciones particulares para iniciar la germinación (Baskin y Baskin, 2004; de Souza et al., 2015; Sautu et al., 2006). Los requerimientos de condiciones particulares y la asincronía de la germinación limitan la propagación de forma masiva para su uso en procesos de reforestación e integración en sistemas de producción agropecuarios. Por esta razón, el objetivo de esta investigación es evaluar el porcentaje y velocidad de germinación, tiempo medio de germinación y sincronía de la germinación de semillas de *V. lehmanni* bajo tres tratamientos pregerminativos y dos sustratos disponibles en la región.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en la vereda La Peral, Municipio de Paz de Ariporo, Casanare, Colombia, geográficamente localizado a 5°52'37"N y -71°53'42"O y 350 m de altitud. La precipitación anual promedio es de 2000 mm y la temperatura oscila entre 26° C y 27° C. El régimen de lluvias es monomodal, característico de la región oriental del país (Bustamante-Lozano et al., 2013; Jarmillo-Robledo y Chaves-Córdoba, 2000), con predominancia de lluvias durante ocho meses del año y un periodo seco entre diciembre y marzo (Bustamante-Lozano et al., 2013).

Material vegetal. Las semillas se recolectaron en el mes de marzo del año 2017, provenientes de árboles seleccionados con base a los siguientes criterios: copa sin competencia de luz y fuste recto, sano y grueso sin problemas fitosanitarios. Se recolectaron los frutos maduros de color café (Montero et al., 2015; Stafleu, 1948) y, posteriormente, se aplicó 100 gr de insecticida Clorpirifos para evitar el daño por ataque de plagas.

Diseño experimental. Se estableció un diseño completamente al azar en arreglo factorial de 3 x 2, se conformaron 7 tratamientos (incluyendo un testigo) que se distribuyeron al azar en tres repeticiones. Los niveles de A corresponden a los sustratos: arena de río (AR) y tierra abonada (TA); los niveles de B son los tipos de escarificación: corte (C), lijado (L) e inmersión en agua caliente (I); el testigo (T) se conformó por tierra negra con semillas sin ningún tratamiento pregerminativo.



La unidad experimental se conformó con 25 semillas. El corte se hizo de forma transversal en el extremo opuesto al embrión, el lijado se hizo con lija calibre 800 y la inmersión se hizo en agua a 40° C durante 5 minutos. El sustrato TA fue tierra y compost de cascarilla de arroz en proporción de 2:1, el sustrato AR consistió en arena de río a la que se le retiraron las impurezas y se homogeneizó. Los sustratos se desinfectaron con agua hirviendo para evitar la proliferación de hongos o plagas (Oliva et al., 2014).

Los tratamientos y repeticiones se implementaron sobre una cama de madera, directamente sobre el suelo, con medidas de 2 m de largo y 1 m de ancho. Se dividió en cuatro partes de 1m x 0,5 m cada una para

conformar los niveles de B, a su vez, cada nivel se dividió en 6 partes que representan los dos sustratos en tres repeticiones. Las semillas se sembraron a profundidad de 1 cm, bajo una cubierta de polisombra calibre 4 de 80 % a una altura de 1.50 m. El riego se aplicó a diario (Buitrago-Rueda et al., 2004).

Para la evaluación del efecto de los tratamientos pregerminativos se utilizó el análisis de varianza con base en: el porcentaje de germinación (PG), tiempo medio de germinación (TMG) (Pérez Suárez, 2011; Schelin et al., 2003), velocidad de germinación (VG) (Maguire, 1962) e índice de sincronía de germinación (IS) (Ranal y Santana, 2006), que fueron calculados con las siguientes ecuaciones:

$$PG = \frac{\sum n_i}{N} * 100 \quad [1]$$

$$TMG = \frac{\sum(n_i t_i)}{\sum n_i} \quad [2]$$

$$VG = \sum \left(\frac{n_i}{t} \right) \quad [3]$$

$$IS = \sum_{i=1}^r f_i \log_2(f_i); f_i = \frac{n_i}{\sum_{i=1}^r n_i} \quad [4]$$

Donde: N corresponde al total de semillas en cada tratamiento, n_i numero de semillas germinadas en el día i , t_i es el número de días después de la siembra y j es el número de días desde la siembra hasta que germina la última semilla.

Análisis de datos. A través de rutinas de código en el programa estadístico R (R Core Team, 2022) se realizaron los análisis de varianza y la verificación de los siguientes supuestos estadísticos: prueba de Shapiro-Wilk (normalidad en los residuos), prueba de Barlett (homogeneidad de varianzas) y Prueba de Durbin-Watson (independencia) (Lawal, 2014). Mediante la prueba de la mínima diferencia significativa (LSD) se hizo la comparación de medias, y las interacciones entre los factores y niveles fueron evaluadas con el paquete Emmeans (Lenth, 2020).

3. RESULTADOS

La dinámica de germinación acumulada de semillas se muestra en la Figura 1, en la que se diferencian claramente tres grupos de líneas que se relacionan con los sustratos TA, AR y el T. El menor tiempo de latencia fue de siete días y se manifiesta en TA, seguido de AR por nueve días y, con una considerable separación, el T con 15 días (Figura 1).

Al inicio de la germinación los porcentajes en cada tratamiento guardan similitud y se van diferenciando en función de los días transcurridos. Con el sustrato TA se alcanza el máximo de germinación de 80 % en siete días y con el sustrato AR se toman nueve días para tener un máximo de 70 %, con los dos sustratos el mejor tratamiento pregerminativo fue C. A fin de confirmar estas

observaciones se hizo análisis de varianza con base en los cuatro índices: PG, TMG, VG y IS. Como resultado del análisis de varianza se determina que la interacción no es significativa

para el porcentaje de germinación y el índice de sincronía de germinación; por lo tanto, se comparó los tratamientos pregerminativos a través del ANOVA de dos vías (Figura 2).

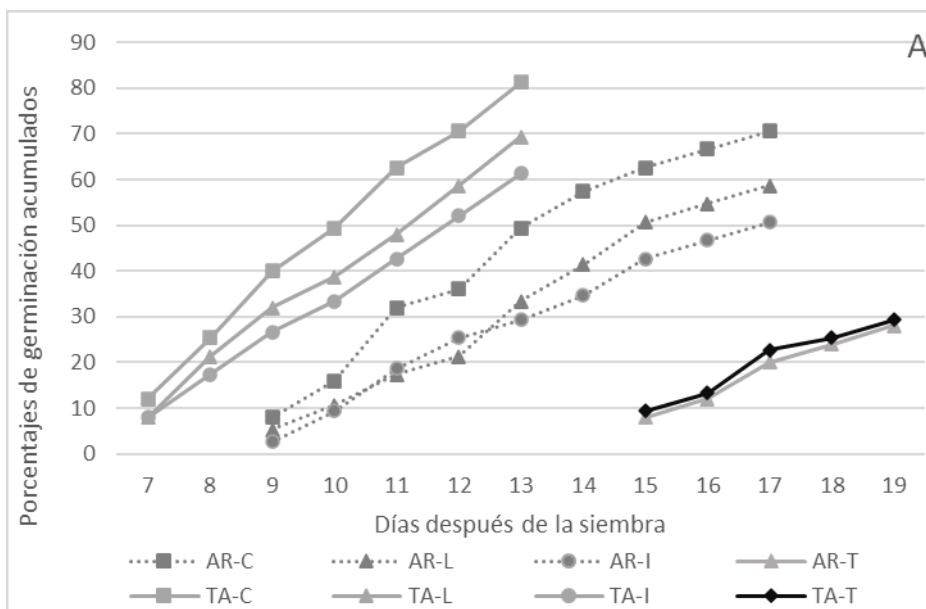


Figura 1. Porcentaje de germinación acumulados a lo largo del tiempo en cada combinación de sustrato (AR, TA) y tratamiento pregerminativo (C, L, I, T).

Fuente: autores

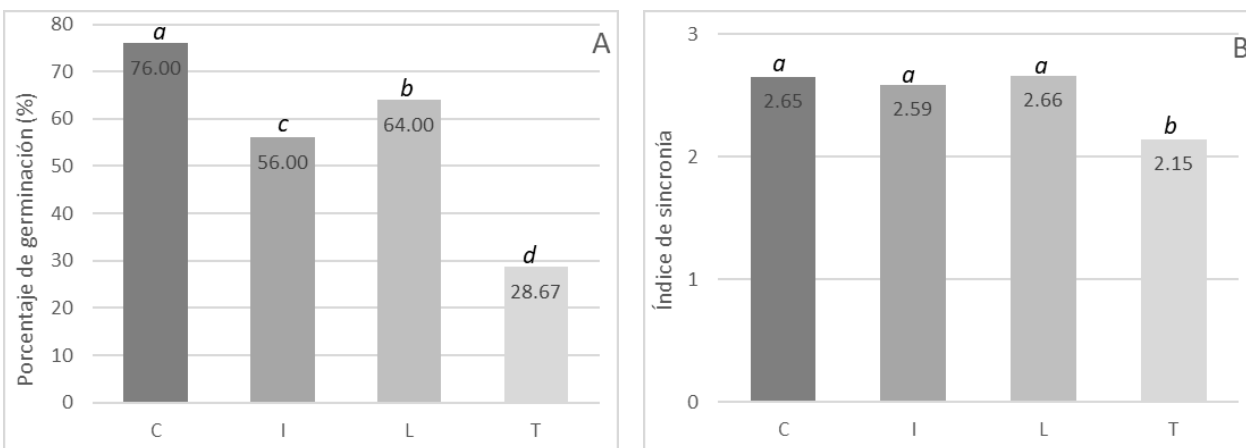


Figura 2. A y B, medias del porcentaje de germinación e índice de sincronía de germinación por tratamiento pregerminativo (C, L, I, T).

Fuente: autores



Los resultados de PG e IS nos presentan efectos estadísticamente significativos entre los sustratos y los tratamientos pregerminativos, en consecuencia, para estos dos casos el análisis se reduce a los efectos principales de los tratamientos pregerminativos. En el caso del PG, el tratamiento C es superior y estadísticamente diferente ($P < 0,05$) a los tratamientos de inmersión, lijado y el testigo; mientras que, para IS, el T es diferente ($P < 0,05$) de los demás tratamientos pregerminativos. El tratamiento C alcanza una media de 76 % de germinación, es decir, 12 % arriba de L y 20 % más que I.

Los índices VG y TMG presentan efectos de interacción significativa ($P < 0,09$) en VG y ($P < 0,05$). En la Figura 3 se puede notar que el comportamiento del T es similar en los dos sustratos, mientras que con los tratamientos pregerminativos se determinan diferencias significativas ($P < 0,05$) entre TA y AR. De manera particular, el índice VG (Figura 3A) muestra que el tratamiento C (con sustrato TA) es superior y estadísticamente diferente del mismo tratamiento con sustrato AR. Por su parte, con TMG (Figura 3B) los tratamientos pregerminativos son estadísticamente iguales ($P < 0,05$), pero con efectos diferentes por cada sustrato; siendo mejor TA debido a que la germinación se hace con una media de 10 días.

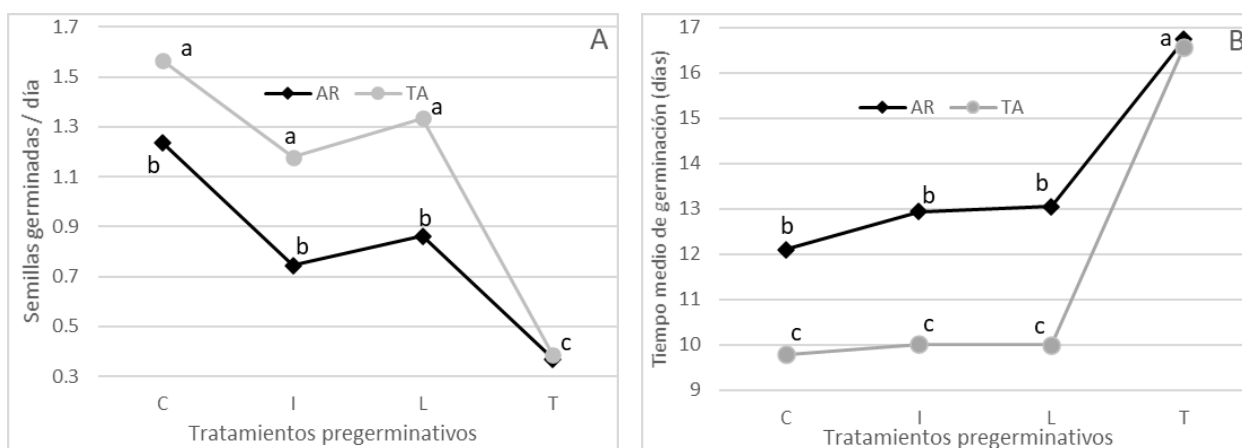


Figura 3. Gráficos de interacción: A: Velocidad de germinación (VG); B: Tiempo medio de germinación (TMG).

Fuente: autores

Los análisis de varianza (con base en los cuatro índices) muestran que las combinaciones de tratamientos pregerminativos (A) y sustrato (B) tienen comportamiento superior al testigo (T) ($P < 0,001$) en todos los criterios evaluados.

4. DISCUSIÓN

La semilla de *V. lehmannii* es de tipo intermedio, entre recalcitrante y ortodoxa, es decir tiene tolerancia a la pérdida de humedad hasta el 7 o 12 % manteniendo su viabilidad (Hong et al. 1996, Ellis et al. 1990). Presenta lenta germinación y de forma asincrónica (Rodrigues et al., 1999), limitando la obtención de plántulas de calidad (Castanheira et al., 2013; Ortiz et al., 2018; Solís-Sandoval et al., 2019) para un mismo

momento, a diferencia de especies pioneras como *Tecoma stans* que muestran alta sincronía de germinación (Vargas-Figueroa y Torres-González, 2018).

El índice de sincronía de germinación (IS) cuanto más bajo tenga su valor representa mayor sincronía de germinación en el proceso de germinación (Ranal y De Santana 2006), de esta forma, el tratamiento pregerminativo C con el sustrato TA alcanza la mayor sincronía de germinación con valor de 2,5; sin embargo, no se encuentran diferencias significativas. (Figura 3) Es decir, en todas las combinaciones evaluadas se presenta asincronía en la germinación, en las que el valor más bajo lo obtiene TA-C, pero no es suficiente variación para ser significativo. El T tiene el valor más bajo de IS, pero

con un pobre desempeño del porcentaje de germinación, velocidad y tiempo medio de germinación, por lo cual no es adecuado para propagación masiva.

Debido a la ausencia de interacción significativa entre el factor A y factor B, se analizó el PG e IS mediante un ANOVA de dos vías, la cual no encontró diferencias significativas entre los sustratos, únicamente se identifican diferencias en el factor A. Dentro de los tratamientos pregerminativos sobresale C, que alcanza el mayor porcentaje de germinación diferenciado estadísticamente ($P < 0,05$) de L, I y T. Para los casos de PG e IS, el efecto de los sustratos es pequeño y no permite identificar uno en particular que sea superior.


La definición de la mejor combinación de los factores A y B se hace con el análisis del TMG y la VG, que integran los registros de semillas germinadas por día y el número de días transcurridos desde la siembra. Para estos índices se encontró interacción significativa ($P < 0,05$), principalmente promovida por la similitud de los valores de germinación del T en el sustrato TA y AR; en contraste, los demás tratamientos pregerminativos tienen respuestas estadísticamente diferentes con cada sustrato (Figura 3). En los dos casos (TMG y VG) el sustrato más conveniente es TA, que reúne la mayor cantidad de semillas germinadas por día y el menor tiempo de germinación; no obstante, con el índice TMG el tratamiento C es estadísticamente ($P < 0,05$) diferente de L, I y T. En cambio, con el índice VG los tratamientos C, I y L son iguales entre sí y diferentes del T.

El menor rendimiento del tratamiento de inmersión en agua caliente (I) puede ser resultado del daño que se ocasiona al embrión por tratarse de semillas intermedias que no cuentan con protección de una testa dura (Flores-Córdova et al., 2016); el lijado (L) no produce ruptura directa de la protección exterior de la semilla, lo que hace que sea menor el porcentaje de germinación. Por otra parte, los sustratos tienen influencia directa en la germinación, dado que la tierra abonada (TA) distribuye la humedad en tiempo y espacio de forma adecuada para iniciar la

germinación, en contraste con la condición de poca retención de humedad de la arena. Situación similar a lo reportado por Martiñón y Aragón (2014) en germinación de semillas de *Jatropha spp.*

El comportamiento de la germinación de *V. lehmannii* es congruente con resultados de diversas especies del género *Vochysia*. Kleber et al (2018) reportan 80 % de germinación de *V. divergens* utilizando semillas inmediatamente recolectadas en Mato Grosso do Sul, Brasil. Rodrigues et al. (1999) en Río Claro, Brasil, obtuvieron germinación de 93 % de semillas de este género, a una temperatura de 25 °C, dejándolas a luz u oscuridad natural. Rickli et al (2014) evaluaron la germinación de *V. bifalcata* en laboratorio a diferentes temperaturas y sustratos y encontraron que el papel secante y la vermiculita, a temperatura de 25 °C, dan como resultado mayor germinación, de 70 y 73 % respectivamente.


González (1991) reporta 59 y 81% de germinación de semillas de *V. hondurensis* y *V. ferruginea*, respectivamente, en bosques de Costa Rica. Sautu (2006) reporta 35 % de germinación para *V. ferruginea* en la cuenca del canal de Panamá. En general, las especies del género *Vochysia* presentan germinación arriba de 80 % y el principal inconveniente para su propagación es la asincronía que se presenta durante la germinación (Rodrigues et al. 1999). Esta situación limita la obtención de plántula a gran escala, que es un requerimiento en los procesos de reforestación.

A pesar de encontrar asincronía en la germinación de todos los tratamientos, se resalta que TA tiene el menor tiempo para iniciar la germinación (7 días) y alcanza germinación mayor a 80 % en seis días, valores inferiores a los que se presenta en AR. En términos prácticos, para establecer propagación a gran escala de *V. lehmannii*, el tratamiento de mayor conveniencia es TA-C, dado que reúne los rendimientos favorables en torno a porcentaje de germinación, menor tiempo de latencia, mayor velocidad de germinación y mayor número de semillas germinadas por día. 



CONCLUSIONES

Con base en el análisis estadístico y comparativo se concluye que la combinación de tierra abonada (TA) como sustrato y el tratamiento pregerminativo de corte (C) de la semilla tiene la mejor respuesta, y es estadísticamente significativa ($P < 0,05$) respecto a los demás tratamientos (I, L y T).

El porcentaje de germinación es de 76 %, el tiempo medio de germinación de 9,8 días y la velocidad de germinación es de 1,6 semillas germinadas/día. Sin embargo, persiste la condición asíncrona de la germinación de manera similar en todos los tratamientos evaluados. 

CONTRIBUCIÓN DE LA AUTORÍA

Idefonso Narváez Ortiz: metodología, análisis de datos, escritura, revisión y edición.

Leonela Torres: investigación, conceptualización, escritura.

Zoleidy Granados: logística, investigación, conceptualización, escritura, revisión y edición.

Iván Delgado: análisis de datos, revisión y edición.

AGRADECIMIENTOS

La realización de este trabajo fue posible gracias al apoyo de la Fundación Universitaria Internacional del Trópico Americano – Unitrópico, a través del Ingeniero Edwin Ramos Coordinador del Programa de Ingeniería Agroforestal, al ingeniero David Ernesto Benavides Rosales y al ingeniero Víctor Salvador Montaña Barrera quienes dieron seguimiento al proceso.

LITERATURA CITADA

Baskin, J. M., y Baskin, C. C. (2004). A classification system for seed dormancy. *Seed Science Research*, 14(1), 1–16. <https://doi.org/10.1079/SSR2003150>

Bernal, R., Gradstein, R., y Celis, M. (2016). *Catálogo de plantas y líquenes de Colombia*. Facultad de Ciencias, Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia.

Blanche, C. ., Hodges, A. ., y Gonzalez, E. (1991). Seed Chemistry of the Tropical Tree *Vochysia hondurensis* Sprague. *Forest Science*, 37(3), 949–952. <https://doi.org/10.1093/forestscience/37.3.949>

Buitrago-Rueda, N., Ramírez-Villalobos, M., Gómez-Degraves, A., Rivero-Maldonado, G., y Perozo-Bravo, A. (2004). Efecto del almacenamiento de las semillas y la condición de luz postsiembra sobre la germinación y algunas características morfológicas de plantas de níspero (*Manilkara zapota* (Van Royen) (Jacq) Gill) a nivel de vivero. *Revista de La Facultad de Agronomía*, 21(4), 344–353.

Bustamante-Lozano, Á. M., Páez-Martínez, A., Espitia-Barrera, J. E., y Cárdenas-Castro, E. (2013). Análisis de datos meteorológicos para identificar y definir el clima en Yopal, Casanare. *Revista de Medicina Veterinaria*, 25, 85–92. <https://doi.org/10.19052/mv.2301>

Carranza, M. (2016). *Identificación de especies forestales de alto valor ecológico para la recuperación de áreas degradadas en el sur del Piedemonte Llanero del Casanare*. Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD.

Castanheira, G., Dellyzette, S., Serafim, L., Delly, A., y da Consolação, A. (2013). Minimum period to assess the potential of germination of coffee seeds. *Journal of Seed Science*, 35(3), 347–352. <https://doi.org/10.1590/S2317-15372013000300011>

Cordero, J., Boshier, D., Barrance, A., de Investigación y Enseñanza, C. A. T., Institute, O. F., y Programme, G. B. F. R. (2003). *Árboles de Centroamérica: un manual para extensionistas*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.

D'Jesús, A., Torres, A., y Ramírez, H. (2001). Consecuencias de la explotación maderera sobre el crecimiento y el rendimiento

sostenible de un bosque húmedo deciduo en los Llanos Occidentales de Venezuela. *Revista Forestal Venezolana*, 45, 133–143.

de Souza, T. V., Torres, I. C., Steiner, N., y Paulilo, M. T. S. (2015). Seed dormancy in tree species of the Tropical Brazilian Atlantic Forest and its relationships with seed traits and environmental conditions. *Brazilian Journal of Botany*, 38(2), 243–264. <https://doi.org/10.1007/s40415-014-0129-3>

Ellis, R. H., Hong, T. D., y Roberts, E. H. (1990). An Intermediate Category of Seed Storage Behaviour? *Journal of Experimental Botany*, 41(9), 1167–1174. <https://doi.org/10.1093/jxb/41.9.1167>

Flores-Córdova, M., Sánchez-Chávez, E., Balandrán-Valladares, M., y Márquez-Quiroz, C. (2016). Efectividad de tratamientos pregerminativos en la ruptura de la dormancia en las semillas forrajeras y de malezas. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 3(9), 427–432.

González, E. (1991). Recolección y germinación de semillas de 26 especies arbóreas del bosque húmedo tropical. *Revista Biología Tropical*, 39(1), 47–57.

Hartshorn, G. S. (2013). Tropical Forest Ecosystems. In *Encyclopedia of Biodiversity* (Vol. 2, Issue 2, pp. 269–276). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384719-5.00146-5>

Hong, T. ., Linington, S., y Ellis, R. . (1996). *Seed storage behaviour: a compendium* (1st ed.). IPGRI - International Plant Resources Institute.

Hutchinson, J. (1968). The genera of flowering plants. *Endeavour*, 27(100), 50. [https://doi.org/10.1016/0160-9327\(68\)90212-3](https://doi.org/10.1016/0160-9327(68)90212-3)

Idárraga, A., Urrea, L., Roldán, F., y Cardona, F. (2016). *Flora del Magdalena Medio: áreas de influencia de la central térmica Termocentro*. Universidad de Antioquia.

Jarmillo-Robledo, A., y Chaves-Córdoba, B. (2000). Distribución de la precipitación en

Colombia analizada mediante conglomeración estadística. *Cenicafe*, 51(2), 102–113.

Kleber, A., Fernandes, F., y Fernandes, V. (2018). Germinação de sementes de *Vochysia divergens* após armazenamento em tres ambientes. *Ciência Florestal*, 28(2), 525. <https://doi.org/10.5902/1980509832035>

Lawal, B. (2014). *Applied Statistical Methods in Agriculture, Health and Life Sciences* (Issue c). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-05555-8>

Lenth, R. (2020). *emmeans: Estimated Marginal Means, aka Least-Squares Means*. <https://cran.r-project.org/package=emmeans>

Mabberley, D. J. (2017). *Mabberley's Plant-book*. In *Folia Geobotanica et Phytotaxonomica*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781316335581>

Maguire, J. D. (1962). Speed of Germination—Aid In Selection And Evaluation for Seedling Emergence And Vigor. *Crop Science*, 2(2), 176–177. <https://doi.org/10.2135/cropsci1962.0011183X000200020033x>

Martiñon, A., y Aragón, A. (2014). Evaluación de sustratos y genotipos en la germinación de *Jatropha* con potencial comestible (*Jatropha* spp.). *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 5(7), 1179–1192.

Mayworm, M. A. S., Buckeridge, M. S., Marquez, U. M. L., y Salatino, A. (2011). Nutritional reserves of *Vochysiaceae* seeds: chemical diversity and potential economic uses. *Anais Da Academia Brasileira de Ciências*, 83(2), 523–531. <https://doi.org/10.1590/S0001-37652011000200012>

Montero, M., Barrera, J., Giraldo, B., y Lucena, A. (2015). *Fichas técnicas de especies de uso forestal y agroforestal de la Amazonia colombiana* (Primera). SINCHI.

Murad, C. A., y Pearse, J. (2018). Landsat study of deforestation in the Amazon region of Colombia: Departments of Caquetá and



- Putumayo. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 11(May), 161–171. <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2018.07.003>
- Oliva, M., Vacalla, F., Pérez, D., y Tuco, A. (2014). *Manual vivero forestal para la producción de plántones de especies forestales nativas: Experiencia en Molinopampa, Amazonas, Perú*. ITTO - International Timber Tropical Organization.
- Oliveira, P., y Gibbs, P. (1994). Pollination biology and breeding systems of six *Vochysia* species (Vochysiaceae) in Central Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, 10(4), 509–522. <https://doi.org/10.1017/S026646740000818X>
- Ortiz, V., Ordaz, V., Aldrete, A., Escamilla, E., Sanchez, G., y López, R. (2018). Tratamientos pregerminativos en semillas de dos especies del género *Coffea*. *Agroproductividad*, 11, 68–73.
- Pérez Suárez, B. (2011). Observaciones sobre la germinación de tres especies de género *Citharexylum* Jacq. empleadas en restauración ecológica. *Colombia Forestal*, 14(2), 137. <https://doi.org/10.14483/uidistrital.jour.colomb.for.2011.2.a02>
- R Core Team. (2022). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. <http://www.R-project.org/>. <https://www.r-project.org/>
- Ranal, M. A., y Santana, D. G. de. (2006). How and why to measure the germination process? *Revista Brasileira de Botânica*, 29(1), 1–11. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042006000100002>
- Rickli, H. C., Nogueira, A. C., Soares Koehler, H., y Zuffellato-Ribas, K. C. (2014). Germinação de sementes de *Vochysia bifalcata* em diferentes substratos e temperaturas. *FLORESTA*, 44(4), 669. <https://doi.org/10.5380/rev.v44i4.33688>
- Rodrigues, A., Yamamoto, K., y Valio, I. (1999). Effect of light and temperature on germination and early growth of *Vochysia tucanorum* Mart., Vochysiaceae, in cerrado and forest soil under different radiation levels. *Revista Brasileira de Botânica*, 22, 275–280. <https://doi.org/10.1590/S0100-84041999000500008>
- Rodríguez, L., y Sanoja, E. (2008). Fenología, biología floral y de polinización de especies de la familia vochysiaceae en la Guayana Venezolana. *Acta Botánica Venezuelica*, 31(2), 331–366.
- Salazar, R., y Vázquez, W. (1999). Valoración de semillas de *Vochysia guatemalensis*, *Vochysia ferruginea* y *Virola koschnyi*. In M. Aguilar, E. Bustamante, C. Fassaert, F. Montagnini, R. Ortiz, G. Rivas, E. Rodríguez, y A. Schlonvoigt (Eds.), *Actas de la IV Semana Científica: Logros de investigación en el nuevo milenio* (pp. 352–355). Centro Agronomico Tropical de Investigación y Enseñanza - CATIE.
- Sarmiento, G. (1994). Sabanas naturales, génesis y ecología. In *Sabanas Naturales de Colombia* (pp. 17–55). Banco de Occidente.
- Sautu, A., Baskin, J. M., Baskin, C. C., y Condit, R. (2006). Studies on the seed biology of 100 native species of trees in a seasonal moist tropical forest, Panama, Central America. *Forest Ecology and Management*, 234(1–3), 245–263. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2006.07.006>
- Schelin, M., Tigabu, M., Eriksson, I., Sawadogo, L., y Odén, P. C. (2003). Effects of scarification, gibberellic acid and dry heat treatments on the germination of *Balanites aegyptiaca* seeds from the Sudanian savanna in Burkina Faso. *Seed Science and Technology*, 31(3), 605–617. <https://doi.org/10.15258/sst.2003.31.3.10>
- Solís-Sandoval, S., Gómez-Romero, M., y Velázquez-Becerra, C. (2019). Viabilidad y germinación de *Cordia elaeagnoides* A. DC. *Polibotánica*, 48. <https://doi.org/10.18387/polibotanica.48.10>
- Stafleu, F. A. (1948). *A monograph of the Vochysiaceae. I. Salvertia and Vochysia*. Mededelingen Van Het Botanisch Museum Herbarium Van De Rijksuniversiteit Utrecht.

Vargas-Figueroa, J. A., y Torres-González, A. M. (2018). Germination and seed conservation of a pioneer species, *Tecoma stans* (Bignoniaceae), from tropical dry forest of Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 66(2), 918. <https://doi.org/10.15517/rbt.v66i2.33423>

Williams, J. (2005). Estudio anatómico de la madera de 21 especies del género *Vochisia* Poir. (Vochysiaceae). *Acta Botánica Venezuelica*, 28(2), 213–232.

■ **Conflicto de intereses**

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

