



*Germinación de semillas *Vitex gigantea*, una especie potencial para programas de restauración*

*Germination of *Vitex gigantea* seeds, a potential species for restoration programs*

*Germinação de sementes de *Vitex gigantea*, espécie potencial para programas de restauração*

Sirli Leython Chacón ^I

sll.leython@uta.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-0870-1701>

Joselyn Ángela Sánchez-Valladolid ^{II}

sjoselyn203@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-5718-7708>

Paola Ubierno-Corvalán ^{III}

paola.ubierno@conahcyt.mx

<https://orcid.org/0000-0003-1052-1232>

Correspondencia: sll.leython@uta.edu.ec

Ciencias Técnicas y Aplicadas

Artículo de Investigación

* **Recibido:** 19 de abril de 2024 * **Aceptado:** 11 de mayo de 2024 * **Publicado:** 05 de junio de 2024

- I. Ph.D. en Ciencias, mención Botánica, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Técnica de Ambato, Herbario Misael Acosta Solís (AMAS), Ecuador.
- II. Ingeniera Agrónoma, Investigador independiente, Av. Los Esteros, Guayaquil 090204, Ecuador.
- III. Ph.D. en Ciencias Agropecuarias y Sustentabilidad, Universidad Autónoma Centro de Estudios e Investigación en Bioculturalidad, Agroecología, Ambiente y Salud (CEIBAAS-Colima), México.

Resumen

Las estrategias de restauración de bosques secos tropicales se ven afectadas por distintos factores ya sean biológicos o físicos, como la germinación de las semillas. El objetivo de la investigación fue estudiar el almacenamiento y capacidad de germinación de las semillas de *Vitex gigantea* como un primer paso para contribuir a los programas de recuperación de ecosistemas. Las semillas fueron recolectadas en la Reserva Ecológica Manglares de Churute, provincia del Guayas, Ecuador. Se utilizaron dos tipos de luminosidad (luz y oscuridad) y dos tiempos de almacenamiento (0 y 90 días). El 50% de semillas recolectadas fueron almacenadas a 4°C durante 90 días, mientras el 50% restante fueron sembradas de inmediato a temperatura ambiente ($28 \pm 2^\circ\text{C}$). El tratamiento con fotoperiodo de 12 horas de luz combinado con una temperatura de 4°C y 90 días de almacenamiento (T3), arrojó los mejores resultados en tres diferentes variables de respuesta, en tal sentido se obtuvo 75% de germinación (PG), 8,25 días para iniciar el proceso de germinación (IG), y un vigor germinativo de 87,9 (VG). Las plántulas tuvieron mayor crecimiento en condiciones de oscuridad luego que las semillas estuvieran 90 días de almacenamiento a una temperatura de 4°C (T4). Las semillas de *V. gigantea* tienen un comportamiento ortodoxo, por lo tanto, pueden ser almacenadas a bajas temperaturas, sin pérdida de su viabilidad y vigor germinativo, cuya germinación no es afectada por las condiciones de luz. Se sugiere el empleo de *V. gigantea* en programas de restauración o reforestación de bosques secos tropicales.

Palabras Clave: Bosque seco; Luminosidad; Temperaturas; Tolerancia.

Abstract

Restoration strategies for tropical dry forests are affected by different factors, whether biological or physical, such as seed germination. The objective of the research was to study the storage and germination capacity of *Vitex gigantea* seeds as a first step to contribute to ecosystem recovery programs. The seeds were collected in the Churute Mangrove Ecological Reserve, Guayas province, Ecuador. Two types of luminosity (light and darkness) and two storage times (0 and 90 days) were used. 50% of the collected seeds were stored at 4°C for 90 days, while the remaining 50% were sown immediately at room temperature ($28 \pm 2^\circ\text{C}$). The treatment with a photoperiod of 12 hours of light combined with a temperature of 4°C and 90 days of storage (T3) gave the best results in three different response variables, in this sense 75% germination (PG) was obtained. 8.25 days to start the germination process (IG), and a germination vigor of 87.9 (VG). The seedlings

had greater growth in dark conditions after the seeds were stored for 90 days at a temperature of 4°C (T4). *V. gigantea* seeds have orthodox behavior, therefore, they can be stored at low temperatures, without loss of viability and germination vigor, whose germination is not affected by light conditions. The use of *V. gigantea* is suggested in restoration or reforestation programs of tropical dry forests.

Keywords: Dry forest; Brightness; temperatures; Tolerance.

Resumo

As estratégias de restauração de florestas tropicais secas são afetadas por diversos fatores, sejam biológicos ou físicos, como a germinação de sementes. O objetivo da pesquisa foi estudar a capacidade de armazenamento e germinação de sementes de *Vitex gigantea* como primeiro passo para contribuir com programas de recuperação de ecossistemas. As sementes foram coletadas na Reserva Ecológica de Manguzais Churute, província de Guayas, Equador. Foram utilizados dois tipos de luminosidade (clara e escura) e dois tempos de armazenamento (0 e 90 dias). 50% das sementes coletadas foram armazenadas a 4°C por 90 dias, enquanto os 50% restantes foram semeados imediatamente em temperatura ambiente ($28 \pm 2^\circ\text{C}$). O tratamento com fotoperíodo de 12 horas de luz combinado com temperatura de 4°C e 90 dias de armazenamento (T3) apresentou os melhores resultados em três diferentes variáveis de resposta, neste sentido obteve-se 75% de germinação (PG) 8,25 dias. para iniciar o processo de germinação (IG), e vigor de germinação de 87,9 (VG). As mudas tiveram maior crescimento no escuro após as sementes terem sido armazenadas por 90 dias à temperatura de 4°C (T4). As sementes de *V. gigantea* apresentam comportamento ortodoxo, portanto, podem ser armazenadas em baixas temperaturas, sem perda de viabilidade e vigor germinativo, cuja germinação não é afetada pelas condições de luminosidade. O uso de *V. gigantea* é sugerido em programas de restauração ou reflorestamento de florestas tropicais secas.

Palavras-chave: Floresta seca; Brilho; temperaturas; Tolerância.

Introducción

A nivel mundial los bosques secos tropicales han sufrido pérdida de área en las últimas décadas y, por consiguiente, de manera general presentan un alto grado de amenaza (Leython y Ruiz-Zapata,

2006; Pineda, Arredondo-Amezcuca y Ibarra-Manríquez, 2007; Ibarra y Huerta, 2016; Kuusela y Amacher, 2016). En este sentido, la FAO (2015) registra para los años 2000-2010 un aproximado de 7 millones de hectáreas de superficie forestal pérdidas para la región tropical.

Por su parte, en Ecuador, los bosques estacionalmente secos se encuentran en las tierras bajas y piedemonte de los Andes, en las provincias de Esmeraldas, Manabí, Guayas, El Oro y Loja (Aguirre, 2006; Ministerio del Ambiente, 2012). Estos ecosistemas no han sido explorados ni estudiados exhaustivamente desde el punto de vista de su composición florística y estructural, variación de riqueza y conservación (Cornejo, 2011).

Son ecosistemas que representan importancia económica para grandes segmentos de la población rural, ya que pueden proveer agua, productos maderables y no maderables para el autoconsumo y a veces para la venta (Balvanera, 2012; Briceño, Iñiguez-Gallardo y Ravera, 2016; FAO, 2016); sin embargo, a pesar de la relevancia de estos ambientes naturales, su extensión se ha reducido progresivamente en más de un 70% producto de la deforestación o degradación (Sierra y Campos, 1999; Bravo, 2014), perdiendo su riqueza biológica y disminuyendo su capacidad de proporcionar servicios y beneficios medioambientales y socioeconómicos (MAGBMA y FAO, 2018).

Varias especies autóctonas de los bosques secos tropicales del país han sido catalogadas con algún grado de amenaza o distribución restringida (Cornejo, 2011), tal es el caso de *Vitex gigantea* Kunth (Lamiaceae), un árbol caducifolio nativo de los bosques secos occidentales de Ecuador y norte de Perú (Jørgensen y León-Yáñez, 1999; Nieto, 2017; Tropicos.org, 2023). Los individuos de esta especie pueden alcanzar alturas de 30 m y diámetro a la altura del pecho hasta de 80 cm (Aguirre, 2012). La madera es dura, moderadamente pesada, empleada en ebanistería, construcción de artesanías, puede ser manejada en ornamentación y programas de recuperación de fauna (Gaibor, 2017). Sus frutos son una drupa carnosa, ovoide de 1,5-2 cm de longitud, negra o púrpura, comestibles (Aguirre, 2012; Calvache y Espinoza, 2016). La semilla es de forma ovoide y mide aproximadamente 1-2 cm de largo (Segovia, 2010).

A nivel mundial, algunas especies del género *Vitex* han sido empleadas desde el punto de vista medicinal, relacionadas principalmente contra dolencias en desequilibrios reproductivos en mujeres, trastornos digestivos, reconocidos como antioxidantes por su capacidad de eliminar los radicales libres que provocan daño celular (Padmalatha et al., 2009), todos los órganos de la planta son de importancia; no obstante, las semillas son de mayor relevancia por su valor medicinal (Niroumand, Heydarpour y Farzaei, 2018).

En el caso particular de *V. gigantea*, la especie posee un fruto de gran importancia económica, con el cual se prepara un dulce muy apreciado en gastronomía ecuatoriana (Checa y Grijalva, 2012), de igual manera ha sido mencionada como una especie forestal del bosque seco tropical de la provincia de Manabí que requiere ser conservada por la calidad y durabilidad de su madera (García et al., 2019). Datos similares registra Aguirre (2012), quien además señala que es una planta adecuada para sistemas agroforestales sustentables por la sombra que brinda y los frutos para la fauna silvestre, en especial las aves y monos.

Si bien la dispersión más importante de esta especie pareciera ser realizada por aves, estos dispersores probablemente son insuficientes para mantener las poblaciones de *V. gigantea* por sí solas, ello en función del bajo número de individuos adultos registrados al comparar con otras especies, en estudios realizados en bosques secos tropicales de la provincia de Manabí (García et al., 2019).

Un manejo adecuado de la especie puede aportar beneficios ecológicos y económicos, constituir una herramienta para la gestión sostenible del ecosistema y la comunidad circundante. No obstante, una de las limitaciones para su uso incluyen la falta de información técnica sobre la biología de la germinación, procesamiento y las condiciones adecuadas para el almacenaje de sus semillas, tolerancia de las plantas a diferentes condiciones ambientales y las relaciones competitivas que se pudieran generar con otras especies. Por lo tanto, en *V. gigantea* como en muchas otras especies de plantas nativas, conocer estos aspectos es esencial para poder incluirla en propuestas de reforestación o recuperación (Dresch et al., 2014). Las semillas responden de manera distinta a los procesos de manejo, almacenamiento y germinación, según la especie (Quijano, 2011).

En este sentido, debido a la importancia ecológica, medicinal, forestal y económica de *V. gigantea*, se plantea estudiar el almacenamiento y capacidad de germinación de sus semillas como un primer paso para contribuir a los programas de restauración, reforestación o preservación de ecosistemas que puedan involucrar esta especie.

Metodología

Material vegetal

Las semillas se obtuvieron directamente de la recolección de frutos maduros de *V. gigantea* entre febrero y marzo de 2019 en bosques caducifolios de la Reserva Ecológica Manglares de Churute,

provincia del Guayas de la costa del Ecuador a 2°42'92"S 79°59'00"O. El clima del lugar es cálido, con temperaturas que oscilan entre 25-30°C y 800 mm de precipitaciones en promedio en época de lluvia, que se ubica de enero a abril, mientras que, en la época seca, mayo a diciembre, no presenta precipitaciones significativas (Ministerio del Ambiente, 2014).

Fueron recolectados 80 frutos en cinco individuos diferentes, de acuerdo a la disponibilidad en campo. Se conservaron en fundas de papel hasta llegar al laboratorio donde se extrajeron las semillas por medio de la disección de los frutos. Se seleccionaron 320 semillas fisiológicamente maduras, tomando en cuenta su coloración, forma y presencia de daños o deformidades. Posteriormente, fueron lavadas con detergente y agua corriente para remover restos de mesocarpo y suelo. Seguidamente, para desinfectarlas estuvieron sumergidas en una solución de NaClO 2.0% durante cinco minutos. Finalmente, se procedió al enjuague tres veces con agua destilada estéril.

Evaluación del efecto de la temperatura, luz y almacenamiento en la germinación

Tratamiento 1

Las semillas recién recolectadas fueron sembradas en una bandeja de plástico de 23 x 18 cm, utilizando una toalla de papel húmeda como sustrato. Colocadas en el laboratorio en condiciones ambientales de temperatura (28 ± 2 °C) y fotoperiodo (promedio 12 horas luz/ 12 horas oscuridad (AIS, 2019), riego de 10 ml de agua interdiario.

Tratamiento 2

Las semillas recién recolectadas fueron sembradas en una bandeja de plástico de 23 x 18 cm, utilizando una toalla de papel húmeda como sustrato. Colocadas en un laboratorio completamente oscuro a temperatura ambiente (28 ± 2 °C), riego de 10 ml de agua interdiario.

Tratamiento 3

Las semillas recién recolectadas fueron refrigeradas (4 °C) durante 90 días en fundas de papel marrón. Posteriormente, sembradas en una bandeja de plástico de 23 x 18 cm, utilizando una toalla de papel húmeda como sustrato. Colocadas en el laboratorio en condiciones ambientales de temperatura (28 ± 2 °C) y fotoperiodo (promedio 12 horas luz/ 12 horas oscuridad (AIS, 2019), riego de 10 ml de agua interdiario.

Tratamiento 4

Las semillas recién recolectadas fueron refrigeradas (4. °C) durante 90 días en fundas de papel marrón. Posteriormente, sembradas en una bandeja de plástico de 23 x 18 cm, utilizando una toalla de papel húmeda como sustrato. Colocadas en un laboratorio completamente oscuro a temperatura ambiente (28 ± 2 °C), riego de 10 ml de agua interdiario.

Los experimentos fueron monitoreados cada dos días durante 30 días.

Variables analizadas

Las variables evaluadas fueron:

Porcentaje de germinación (PG): el criterio para considerar una semilla germinada fue la emergencia de la radícula (>1mm).

Inicio de germinación (IG): número de días requeridos para el inicio del proceso de germinación (Went tomado de González-Zertuche y Orozco-Segovia, 1996).

Vigor germinativo (VG): VMxGDM; donde VM corresponde al valor máximo que es el porcentaje acumulado de germinación dividido por la cantidad de días en germinar y GDM se refiere a la germinación media diaria del porcentaje final y el número de días transcurridos hasta llegar a ese valor (Czabator, 1962). Dicho índice se expresa sin unidades.

Valor de crecimiento de las plántulas (CP): expresado en centímetros (cm).

Comportamiento de almacenamiento: se ajustó el protocolo descrito por Hong & Ellis (1996).

Análisis estadísticos

Se empleó un diseño completamente al azar (DCA) con arreglo factorial de 2x2 compuesto de cuatro tratamientos con cuatro repeticiones, para un total de 16 unidades experimentales, cada una con 20 semillas.

Los análisis se efectuaron a través del software InfoStat (InfoStat, 2010), utilizando una prueba no paramétrica (debido a que los datos no siguen una distribución normal) con la prueba de Kruskal Wallis con una valoración de las variables mediante el análisis de varianza con un nivel de 5% de error.

Resultados

Porcentaje de germinación (PG): Se registró germinación en todos los tratamientos evaluados. El PG para los tratamientos T1, T2, T3 y T4 indica que existe diferencias significativas ($p=0,0002$), dando como mayor valor de germinación (PG: 75%) el tratamiento con fotoperiodo de 12 horas de luz combinado con una temperatura de 4 °C y 90 días de almacenamiento (T3). El valor más bajo de PG (37,50%) se registró en el tratamiento con condiciones ambientales de temperatura y fotoperiodo sin almacenar (T1) (Figura 1a).

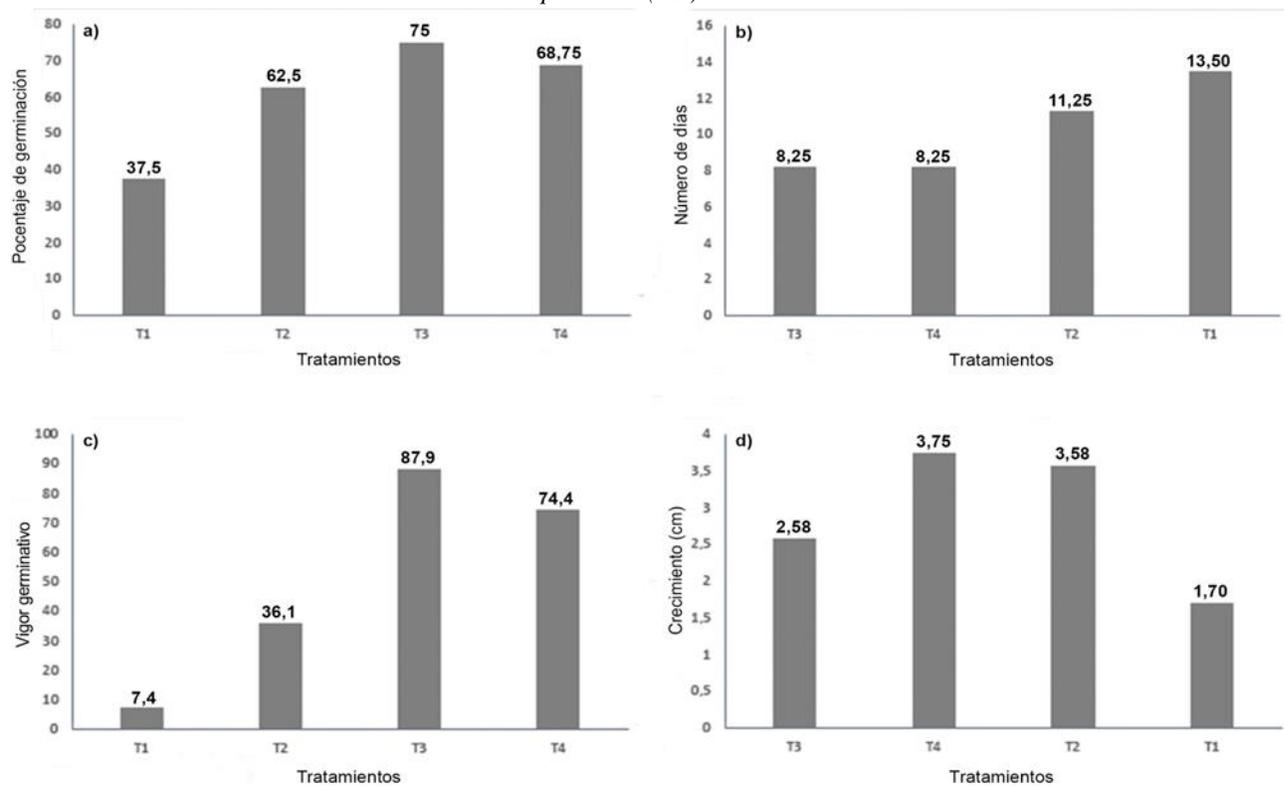
Inicio de germinación (IG): respecto a la IG tampoco hubo interacción entre los factores temperatura y luz ($p=0,0001$). Los valores de IG estuvieron entre 8,25 y 13,50 días para germinar. Los tratamientos T3 (fotoperiodo de 12 horas de luz combinado con una temperatura de 4 °C y 90 días de almacenamiento) y T4 (oscuridad asociado con una temperatura de 4 °C y 90 días de almacenamiento) presentaron igual IG (8,25), lo cual indica que fueron los tratamientos que necesitaron menos días para germinar, mientras que el T1 (condiciones ambientales de temperatura y fotoperiodo sin almacenar) requirió mayor cantidad de días para germinar (13,50) (Figura 1b).

Vigor germinativo (VG): En los tratamientos T3 (fotoperiodo de 12 horas de luz combinado con una temperatura de 4°C y 90 días de almacenamiento) y T4 (oscuridad asociado con una temperatura de 4°C y 90 días de almacenamiento), las semillas mantuvieron un alto valor de VG (87,9 y 74, 4, respectivamente) asociado a una mayor rapidez y uniformidad de germinación. Contrariamente, en el T1 (condiciones ambientales de temperatura y fotoperiodo, sin almacenar), las semillas obtuvieron un bajo valor de VG (7,4) (Figura 1c).

Valor de crecimiento de las plántulas (CP): Con relación al crecimiento de las plántulas se tomó como parámetro la longitud en centímetros de las mismas; no hubo interacción entre los factores evaluados ($p=0,0001$). De acuerdo con el análisis estadístico prueba de Kruskal Wallis, el tratamiento T4 (oscuridad asociado con 90 días de almacenamiento a una temperatura de 4 °C) registró los valores de CP mayores (3,75 cm). Los valores más bajos de CP (1,70 cm) se registraron en el tratamiento T1 (condiciones ambientales de temperatura y fotoperiodo, sin almacenar) (Figura 1d).

Comportamiento de almacenamiento: las semillas mantuvieron PG alto luego del almacenamiento durante 90 días, con diferencias significativas (Fig. 1a). De igual manera, conservaron el IG, VG y CP durante el mismo tiempo (Figs. 1b, 1c y 1d). Por lo que se puede indicar que las semillas de *V. gigantea* tienen un comportamiento ortodoxo en el almacenamiento.

Figura 1: Evaluación del efecto de la temperatura, luz y almacenamiento en la germinación. a) Porcentaje de germinación (PG); b) Inicio de germinación (IG); c) Vigor germinativo (VG), d) Valor de crecimiento de las plántulas (CP).



Discusión

Los resultados obtenidos en este ensayo (Figura 1) indican que, las condiciones empleadas para el almacenamiento de las semillas de *V. gigantea* de bosques caducifolio permiten preservarlas por lo menos durante 90 días, mostrando un porcentaje de germinación alto, entre 75 y 68,5%.

En *V. gigantea* el PG fue relativamente diferente en los tratamientos evaluados, especialmente el tratamiento realizado en condiciones ambientales de temperatura y fotoperiodo sin almacenar, el cual fue el más bajo, evidenciando que las condiciones de baja temperatura empleadas para el almacenamiento de las semillas permiten preservarlas por lo menos tres meses. Debido al comportamiento ortodoxo en el almacenamiento encontrado en las semillas y de acuerdo a lo señalado por Thompson (2000) y Alizaga y Vargas (2004), se puede inferir que las semillas de testa dura, como las de *V. gigantea*, son de alta longevidad, tanto en condiciones in situ, formando bancos de semillas, como ex situ almacenadas en espacios para tal fin.

De acuerdo a la respuesta positiva de la germinación luego del almacenamiento a baja temperatura, se evidencia que las semillas de *V. gigantea* pueden germinar en diferentes disponibilidades lumínicas. Sin embargo, presentan una tendencia a un mayor PG en condiciones ambientales con amplios intervalos de luz. Esto puede conferir a esta especie cierta capacidad para germinar en lugares abiertos o sombríos del bosque, incluso en ambientes perturbados como potreros activos (Esquivel et al., 2009; Vargas, 2014). No obstante, debido a que las semillas de *V. gigantea* tienden a germinar menos cuando no son almacenadas, indica que en efecto una buena parte de la población de semillas recolectadas requieren ser sometidas a baja temperatura. Este comportamiento germinativo se ha registrado en otras especies del género *Vitex* (Gómez, 2004; Santos et al., 2013; Blanco, 2018).

En este orden de ideas, Murdoch y Ellis (2000) y Guevara (2017) mencionan que el almacenamiento de semillas puede incrementar el periodo medio de viabilidad, vigor germinativo y velocidad de germinación, lo que sugiere que las semillas de esta especie podrían persistir largos periodos de almacenamiento a diferentes temperaturas y posteriormente ser empleadas en programas de restauración o reforestación.

El hecho que las semillas estudiadas germinen más rápido después de ser almacenadas es información especialmente útil en los procesos de recuperación o sucesión tardía de los bosques secos tropicales, al considerarse la permanencia de un banco de semillas natural y su posterior emergencia y/o colonización, tal como afirman Vieira y Scariot (2006) y Vargas, Duque y Torres (2015), quienes mencionan que las semillas dispersadas por vertebrados, como el caso de *V. gigantea*, tienden a colonizar tardíamente en sitios degradados. Aunado a ello, es probable que ésta dinámica de ocupación de espacio esté relacionada con las características de crecimiento y desarrollo de las plántulas, y no de la respuesta germinativa.

La velocidad de germinación varía mucho dependiendo de la especie. Los tratamientos de *V. gigantea* con fotoperiodo de 12 horas de luz combinado con una temperatura de 4°C y 90 días de almacenamiento (T3) y oscuridad asociado con una temperatura de 4°C y 90 días de almacenamiento (T4) fueron los que tuvieron mayor rapidez al germinar, lo cual indica que las semillas al ser almacenadas a una baja temperatura pueden aumentar su tasa de germinación, tal como lo registra Guevara (2017), para semillas de varias especies arbóreas tropicales.

En *V. gigantea* se observó una germinación del tipo fanerocotilar epigeal, con dos tipos de cotiledones, cotiledones de reserva y los foliares, cuya función principal es de reservas de energía

y responsable del proceso de la fotosíntesis, respectivamente. Las plántulas epigeales producen biomasa más rápidamente que las plántulas hipógeas (Ibarra-Manríquez et al., 2001), lo que a su vez les permite tener mayor capacidad de adaptación al ambiente (Soriano et al., 2011), lo que podría favorecer el establecimiento de *V. gigantea*.

Conclusiones

Posterior al almacenamiento a baja temperatura las semillas de *V. gigantea* presentan una germinación alta, especialmente en condiciones de alta luminosidad, por lo cual es preferible emplearla en espacios abiertos como claros de bosques o pastizales y eventualmente en lugares menos luminosos, ya que de igual manera tienen la capacidad de germinar en dichas condiciones, como las que se presentan en el sotobosque, tal comportamiento le confiere ciertas ventajas en procesos de colonización y establecimiento. Las semillas pueden ser almacenadas a bajas temperaturas, sin pérdida de su viabilidad y vigor germinativo, por lo que se sugiere el empleo de la especie en programas de restauración ecológica o reforestación de bosques secos tropicales. Adicionalmente, debido a su comportamiento ortodoxo son especies potencialmente formadoras de bancos de semillas. Realizar estudios con las plántulas, donde se pueda evaluar adaptabilidad, crecimiento y desarrollo en condiciones naturales, para determinar los factores limitantes en esta crucial etapa del ciclo de vida es el próximo paso a analizar.

Agradecimientos

Las autoras desean agradecer al personal del Ministerio del Ambiente, especialmente al personal de la Reserva Ecológica Manglares de Churute por el apoyo prestado en la recolecta del material botánico.

Referencias

1. Aguirre, Z. (2006). Bosques secos en Ecuador y su diversidad. En: Botánica Económica de los Andes Centrales. Moraes, M., Øllgaard, R., Kvist, L., Borchsenius, F., and Balslev, H. (eds.), La Paz: Universidad Mayor de San Andrés, 162-187. Disponible en: <http://beisa.dk/Publications/BEISA%20Book%20pdf/Capitulo%2011.pdf>

2. Aguirre, Z. (2012). Especies forestales de los bosques secos del Ecuador. Guía dendrológica para su identificación y caracterización. Proyecto Manejo Forestal Sostenible ante el Cambio Climático. MAE/FAO - Finlandia. Quito, Ecuador. Página 52. Disponible en: <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/55814.pdf>
3. AIS. (2019). Dirección General de Aviación Civil. Disponible en: <http://www.ais.aviacioncivil.gob.ec/>
4. Alizaga, R., y Vargas, O. (2004). Almacenamiento de semillas de cuatro especies forestales de uso múltiple. *Tecnología en marcha*, 13(3): 68-74. Disponible https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/1544/1436
5. Balvanera, P. (2012). Los servicios ecosistémicos que ofrecen los bosques tropicales. *Ecosistemas*, 21(1-2): 136-147.
6. Blanco, O. (2018). Propuesta de programa de manejo para la conservación de *Vitex acunae* y *Swartzia cubensis*. *CIFAM* 3(2):131-149. Disponible en: <http://cifam.upr.edu.cu/index.php/cifam/article/view/114/pdf>
7. Bravo, E. (2014). La biodiversidad en el Ecuador. Universidad Politécnica Salesiana. Cuenca, Ecuador. Página 13. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6788/1/La%20Biodiversidad.pdf>
8. Briceño, J., Iñiguez-Gallardo, V., y Ravera, F. (2016). Factores que influyen en la percepción de servicios de los ecosistemas de los bosques secos del sur del Ecuador. *Ecosistemas* 25(2): 46-58. Disponible en: 10.7818/ECOS.2016.25-2.06
9. Calvache, M., y Espinoza, J. (2016). Caracterización morfológica y dasométrica de las especies forestales existentes en el recinto San Gerardo, cantón Echeandía, provincia Bolívar. Disponible en: <http://dspace.ueb.edu.ec/handle/123456789/1681>
10. Checa, X., y Grijalva, J. (2012). Situación de los recursos genéticos forestales. informe país Ecuador. Iniap. Ecuador, pp. 79. Disponible en: <http://www.fao.org/3/i3825e/i3825e20.pdf>
11. Cornejo, X. (2011). Endemismo en la región litoral. En: Libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador, 2ª edición. León-Yáñez, S., Valencia, R., Pitman, N., Endara, L., Ulloa Ulloa, C., and Navarrete, H. (eds.). Publicaciones del Herbario QCA, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, 25-28. Disponible en: <https://bioweb.bio/floraweb/librorojo/litoral/>

12. Czabator, F. (1962). Germination Value: An index combining speed and completeness of pine seed germination. *Forest Science*, 8(4): 386–396.
13. Dresch, D., Scalón, S., Masetto T., and Mussury, R. (2014). Storage of *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg seeds: influence of water content and environmental temperature. *American Journal of Plant Sciences*, 5: 2555-2565. Disponible en: [10.4236/ajps.2014.517269](https://doi.org/10.4236/ajps.2014.517269)
14. Esquivel, M., Harvey, C., Finegan, B., Casanoves, F., Skarpe, C., y Nieuwenhuys, A. (2009). Regeneración natural de árboles y arbustos en potreros activos de Nicaragua. *Agroforestería en las Américas*, 47: 76-84.
15. FAO. (2015). Conjunto de herramientas para la gestión forestal sostenible (GFS). Restauración y Rehabilitación de bosques. Disponible en: <http://www.fao.org/sustainable-forest-management/toolbox/modules/forest-restoration-and-rehabilitation/basic-knowledge/es/>
16. FAO. (2016). Casos ejemplares de manejo forestal sostenible en Chile, Costa Rica, Guatemala y Uruguay. Santiago de Chile. Disponible en: <http://www.fao.org/3/i6003s/i6003s.pdf>
17. Gaibor, F. (2017). Evaluación agronómica de plántulas de pechiche (*Vitex gigantea*) empleando tres métodos pregerminativos y dos tipos de sustratos. Tesis grado, Universidad Estatal de Bolívar, Guaranda, Ecuador. pp 78.
18. García-Ávila, E., Mero-Jalca, O., Castro-Ponce S., y García-García, J. (2019). Caracterización de especies arbóreas para la conservación forestal en la comunidad rural de Chade. *Pol. Con.*, 35(7): 32-45. Disponible en: [10.23857/pc.v4i7.1020](https://doi.org/10.23857/pc.v4i7.1020)
19. Gómez, L. (2004). Avances en el conocimiento de la germinación de 30 especies forestales de importancia económica y ecológica en la jurisdicción de Corantioquia. En: Germinación y almacenamiento de semillas forestales, Gómez, M., and Toro, J. (eds.). Programa Biodiversidad para el desarrollo. Manejo y conservación de la flora. Medellín. 79 pp. Disponible en: https://www.corantioquia.gov.co/ciadoc/FLORA/AIRNR_CN_4958_2003_V.2.pdf
20. González-Zertuche, L., y Orozco-Segovia, A. (1996). Métodos de análisis de datos en la germinación de semillas, un ejemplo: *Manfreda brachystachya*. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 58:15-30.

21. Guevara, J. (2017). Determinación de la condición fisiológica de semillas de cuatro variedades de guayaba (*Psidium guajava*). Tesis de grado. Universidad Nacional de Colombia, Palmira. Colombia. pp 85. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Jorge_Guevara5/publication/318684870_Determinacion_de_la_Condicion_Fisiologica_de_Semillas_de_Cuatro_Variedades_de_Guayaba_Psidium_guajava/links/5977981b0f7e9b277721cca6/Determinacion-de-la-Condicion-Fisiologica-de-Sem
22. Hong, T., and Ellis, R. (1996). A protocol to determine seed storage behaviour. Technical Bulletin No. 1 International Plant Genetic Resource Institute. University of Reading, UK. pp 55. Disponible en: <http://www.cbd.int/doc/case-studies/ttc/SeedStorage.pdf>
23. Ibarra-Manríquez, G., Martínez-Ramos, M., and Oyama, K. (2001). Seedling functional types in a lowland rain forest in Mexico. *American Journal of Botany*, 88: 1801-1812.
24. InfoStat, 2010. Software estadístico. Universidad Nacional de Córdoba. Disponible en: <https://www.infostat.com.ar/>
25. Ibarra, J., y Huerta, F. (2016). Cambio climático y predicción de incendios al 2050 en el Bosque La Primavera, Jalisco. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 37(7): 39-50.
26. Padmalatha, K., Jayaram, K., Raju, N., Prasad, M., and Rajesh, A. (2009). Ethnopharmacological and biotechnological significance of *Vitex*. *Bioremediation, biodiversity and bioavailability*, 3 (1): 6-14. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/279917162>
27. Kuusela, O., and Amacher, G. (2016). A Review of performance bonding in forest policy settings. *Current Forestry Reports*, 2: 189-200.
28. Leython, S., y Ruiz-Zapata, T. (2006). Caracterización florística y estructural de un bosque estacional en el sector La Trilla, parque nacional Henri Pittier, Estado Aragua, Venezuela. *Acta Botánica Venezuelica*, 29(2): 303-314. Disponible <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=86229208>
29. MAGBMA y FAO. 2018. Estudio de las causas de la deforestación y degradación forestal en Guinea Ecuatorial 2004-2014. República de Guinea Ecuatorial. pp 110.
30. Ministerio del Ambiente. (2012). Especies forestales bosques secos del Ecuador [en línea] disponible en <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/10/Bosques-Secos4.pdf> [consulta: 04 julio 2018]

31. Ministerio del Ambiente. (2014). Reserva Ecológica Manglares Churute [en línea] disponible en <http://www.ambiente.gob.ec/reserva-ecologica-manglares-churute/> [consulta: 05 julio 2018]
32. Murdoch, A., and Ellis, R. (2000). Dormancy, viability and longevity. En: *Seeds: the ecology of regeneration in plant communities*. M. Fenner (ed.). CAB International, London, pp. 183-214.
33. Nieto, D. (2017). La comercialización del dulce de pechiche y su impacto en el desarrollo socioeconómico en el cantón de Jipijapa. Tesis de grado. Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. Manta, Ecuador, pp 61.
34. Niroumand, M., Heydarpour, F., and Farzaei, M. (2018). Pharmacological and therapeutic effects of *Vitex agnus-castus* L.: A review. *Phcog Rev*, 12:103-14. Disponible en: http://phcogrev.com/sites/default/files/PhcogRev_2018_12_23_103.pdf
35. Jørgensen, P., and León-Yáñez, S. (1999). Catalogue of the vascular plants of Ecuador. *Monogr. Syst. Bot. Missouri Botanical Garden Press*. 75: i – viii, 1–1182.
36. Pineda, F., Arredondo-Amezcuca, L., and Ibarra-Manríquez, G. (2007). Riqueza y diversidad de especies leñosas del bosque tropical caducifolio El Tarimo, Cuenca del Balsas, Guerrero. *Rev. Mex. Biodiv.*, 78(1):129-139. Disponible en http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-34532007000100013
37. Quijano, J. (2011). Aplicación de técnicas de germinación a semillas de especies leñosas nativas promisorias para la fitorremediación de suelos contaminados por hidrocarburos en Tabasco, México. Tesis de grado. Universidad de Quintana Roo. Quintana Roo. Mexico, pp 105.
38. Segovia, C. (2010). La desaparición de los bosques de papel en el Ecuador: la hibridización entre especies y su rol en la supervivencia de *Polylepis*. *Propuestas andinas Páramo*, 4(1): 1-4
39. Sierra, R., y Campos, J. (1999). Áreas prioritarias para la conservación de la biodiversidad en el Ecuador Continental: un estudio basado en la biodiversidad de ecosistemas y su ornitofauna. Ministerio de Medio Ambiente, Quito, Ecuador. pp. 162-169. Disponible en: https://biblio.flacsoandes.edu.ec/shared/biblio_view.php?bibid=107633&tab=opac
40. Soriano, D., Orozco-Segovia, A., Márquez-Guzmán, J., Kitajima, K., Gamboa-de Buen, A., and Huante, P. (2011). Seed reserve composition in 19 tree species of a tropical deciduous

- forest in Mexico and its relationship to seed germination and seedling growth. *Annals of Botany*, 107: 939-951. Disponible en: [10.1093/aob/mcr041](https://doi.org/10.1093/aob/mcr041)
41. Thompson, K. (2000). The functional ecology of soil seed banks. En: *Seeds: the ecology of regeneration in plant communities*. Fenner, M. (ed.). CAB International, London, pp. 215-235.
 42. Tropicos.org. (2021). Missouri Botanical Garden [en línea] <<http://www.tropicos.org/Name/33701048>> [consulta: 13 marzo 2021]
 43. Vargas, J., Duque, O., y Torres, A. (2015). Germinación de semillas de cuatro especies arbóreas del bosque seco tropical del Valle del Cauca, Colombia. *Rev. Biol. Trop.*, 63(1): 249-261. Disponible en: [//www.scielo.sa.cr/pdf/rbt/v63n1/a20v63n1.pdf](http://www.scielo.sa.cr/pdf/rbt/v63n1/a20v63n1.pdf)
 44. Vieira, D., and Scariot, A. (2006). Principles of natural regeneration of tropical dry forests for restoration. *Restoration Ecology*, 14(1), 11-20. Disponible en: <https://formad-environnement.org/RNA-vieira-principles-natural-regeneration.pdf>

© 2024 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).