

Fecha de recepción: 4-enero-2024

Fecha de aceptación: 28-marzo-2024

EVALUACIÓN DE LA GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE *Cordia dodecandra* A. DC. PROCEDENTES DE LA SELVA Y DE HUERTOS FAMILIARES DEL ORIENTE DE YUCATÁN, MÉXICO

Paola Gabriela Cetina Batún¹, María Camila Hurtado Torres^{1*}, María del Rocío Ruenes Morales¹, Patricia Irene Montañez Escalante¹

¹Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Autónoma de Yucatán, Km 15.5. Carretera Mérida-Xmatkuil, C.P. 97315. Mérida, Yucatán, México.

*Correo: maria.hurtado@correo.uady.mx

RESUMEN

Los huertos familiares son sistemas agroforestales tradicionales que presentan alta diversidad de especies vegetales y animales que, por su origen, pueden ser nativas o introducidas. La presencia de plantas nativas puede ser intencionada o no, ya que es común encontrar especies perennes representativas de la vegetación circundante que llegan por dispersión natural. *Cordia dodecandra* (siricote), es una especie nativa de las selvas bajas a medianas de la península de Yucatán, la cual ha disminuido sus poblaciones naturales por factores como la deforestación y el cambio de uso del suelo, también se ha observado que hay pocos individuos juveniles. Sin embargo, en los huertos familiares se ha reportado alta densidad de juveniles que después son eliminados para evitar que lleguen a adultos. Por ello, se evaluó el potencial de germinación de semillas de *Cordia dodecandra* (siricote) procedentes de huertos familiares y selva mediana subcaducifolia en Tizimín, Yucatán. Se colectaron semillas en la selva mediana subcaducifolia y en siete huertos familiares del oriente de Yucatán, se registró la tasa de germinación y sobrevivencia de plantas jóvenes. Se encontró que la velocidad de germinación de las semillas procedentes de la selva fue de 0.01 semillas germinadas/día, y las procedentes de huertos de 0.3 semillas germinadas/día. El porcentaje de germinación de las semillas de selva fue del 2% y de huertos 40%. Las semillas de huertos familiares germinaron en menor tiempo y en mayor porcentaje que las procedentes de la selva. Los huertos familiares están funcionando como reservorios de germoplasma nativo y son sitios ideales para considerarlos en programas de propagación y reforestación de especies como *Cordia dodecandra*.

Palabras clave: conservación, especies nativas, sistemas agroforestales tradicionales.

EVALUATION OF THE GERMINATION OF SEEDS OF *Cordia dodecandra* A. DC FROM TROPICAL FOREST AND HOMEGARDENS OF TIZIMIN, YUCATAN, MEXICO

ABSTRACT

Homegardens are traditional agroforestry systems with a high diversity of plants and animals, due to their origin, which may be native or introduced. The presence of native plants can be intentional or not because some are perennial species representative of the surrounding vegetation that arrives by natural dispersal. *Cordia dodecandra*, a species native to the low to medium tropical forests of the Yucatan Peninsula, has decreased its wild populations due to factors such as deforestation and land use change, and it has been observed that there are few juvenile individuals. However, a high density of juveniles has been reported in homegardens, which are then eliminated to prevent them from reaching adulthood. Therefore, we evaluated the germination potential of *Cordia dodecandra* (siricote) seeds from homegardens and medium subcaducifolia forest in Tizimin, Yucatan. Seeds were collected in the medium subcaducifolia forest and seven homegardens in eastern Yucatan, and the germination rate and survival of young plants were recorded. The germination rate of seeds from the forest was 0.01 seeds germinated/day, and those from homegardens were 0.3 seeds germinated/day. The germination percentage of the dry forest seeds was 2% and 40% of the homegardens seeds. Seeds from homegardens germinated in less time and a higher percentage than those from the forest. Homegardens function as reservoirs of native germplasm and are ideal sites to consider for propagation and reforestation programs of species such as *Cordia dodecandra*.

KEYWORDS: conservation, native species, traditional agroforestry systems.

INTRODUCCIÓN

En la península de Yucatán convergen diversos agroecosistemas tradicionales que proveen de productos alimenticios, ornamentales, medicinales y combustibles a las familias (Montañez-Escalante *et al.*, 2012). El huerto familiar o solar, como son conocidos en Yucatán, es uno de los sistemas de producción agrícola tradicional donde se encuentra alta diversidad de especies vegetales perennes con uso alimenticio, maderable, forraje, medicinal, entre otros, y también puede presentar cultivos anuales y animales de traspatio (Fernández y Nair, 1986; Caballero, 1992; Mariaca-Méndez, 2012; Wyatt, 2023). Estos sistemas proporcionan diversas contribuciones ambientales como son, el control de plagas, la regulación climática, el almacenamiento y secuestro de carbono, el control de la erosión, la captación de agua, la polinización, así como la preservación de la cultura y los saberes locales (Arcos-Severo *et al.*, 2020).

Debido a la cercanía con los diferentes tipos de vegetación circundante, se estima que ambos sistemas (selvas y huertos) comparten especies, algunas de las cuales se consideran estructurales (Jiménez-Osornio *et al.*, 1999; Hurtado-Torres *et al.*, 2020; Villicaña-Hernández *et al.*, 2020). Las especies estructurales, se definen como aquellas plantas leñosas o con hábitos arbóreos que son frecuentes, dan forma y estructura al sistema de producción tradicional (Ruenes *et al.*, 1999; Montañez-Escalante *et al.*, 2012). Estas especies garantizan una producción de flores y frutos durante todo el año, lo que permite disponer de alimentos para el beneficio humano, para los polinizadores y dispersores del componente florístico, además de mantener la dinámica del sistema (Jiménez-Osornio *et al.*, 1999).

En Yucatán se observa un aumento de desmontes, colonización y desarrollo agropecuario, propiciando un acelerado proceso de cambio de uso del suelo y deforestación (Ellis *et al.*, 2017). Esto ocasiona que las poblaciones naturales de especies como el Siricote o

K'oopte (nombre maya) (*Cordia dodecandra* A. DC. Cordiaceae) estén siendo afectadas (Martínez-Day y Aguilar-Zepeda, 1989; Rico-Gray, 1992; CONAFOR, 2009; Cámara-Romero *et al.*, 2021). El siricote es considerado como un árbol estructural de los huertos familiares, multipropósito y con usos como alimento, forraje, medicinal, madera, entre otros (Montañez-Escalante *et al.*, 2014; Hurtado-Torres *et al.*, 2020). Desde el 2010, se reportó que sus poblaciones silvestres están disminuyendo y la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR, 2009) lo definió como especie *prioritaria*, con el objetivo de identificar, conservar y manejar su germoplasma. Hurtado-Torres *et al.* (2020), mencionan que los pobladores locales del oriente de Yucatán consideran que esta especie ha disminuido su distribución, quedando aislado en pequeñas porciones de las selvas. Es posible que esto sea consecuencia de la competencia por recursos, generado por la reducción del hábitat y cambio de temperatura, las cuales se han comprobado que son factores limitantes para la distribución de la especie (Cámara-Romero *et al.*, 2021). Así mismo, el siricote presenta distilia lo que podría estar generando incompatibilidad entre individuos (Canché-Colli y Canto, 2014; Ferrer *et al.*, 2020, Vázquez-Solís *et al.*, 2024). Por su parte, Núñez-Piedra *et al.*, (2023) afirman que, en una proyección a 20 años, esta especie podría disminuir sus poblaciones y por ende su germoplasma en la península de Yucatán.

La propagación por semillas genera una mayor diversidad en la naturaleza debido a su composición genética única (Schmidt, 2000). Por ello, la siembra directa de semillas es una opción para diversificar y restaurar las áreas forestales degradadas (Vázquez-Yanes *et al.*, 1997). Otra estrategia para la reintroducción de especies de manera artificial a su ambiente es a través de las plántulas, ya que facilita la regeneración natural, acelerando la acumulación de biomasa y diversidad (Omeja *et al.*, 2011; Ferreira y Santos, 2012). Debido a ello, se requiere evaluar la tasa de germinación de *C. dodecandra* de distintas procedencias, selva y huertos familiares, para facilitar su reintroducción y permanencia en áreas naturales. El objetivo de esta investigación fue evaluar el potencial de germinación de semillas de

Cordia dodecandra (siricote) procedentes de huertos familiares y selva mediana subcaducifolia en Tizimín, un municipio al oriente del estado de Yucatán.

MATERIAL Y MÉTODOS

Área de estudio. La colecta de semillas de *C. dodecandra* se realizó en selva y en huertos familiares del municipio de Tizimín, Yucatán (Figura 1) durante septiembre de 2017 y de 2018. Esta localidad presenta un clima cálido subhúmedo con lluvias en verano, precipitación media de 800 mm a 1 500 mm anuales y temperatura promedio entre 24°-26°C. Tiene una altitud no mayor a los 20 msnm y predominan suelos Leptosoles (INEGI, 2009; INEGI, 2016). Presenta vegetación de selva mediana subcaducifolia, con marcadas temporadas de sequía (marzo-junio) y de lluvia (julio-octubre) (Martínez y Aguilar 1989). Entre las especies características de esta selva se encuentran *Acacia cornigera* (L.) Willd., *Acacia pennatula* (Schltdl. & Cham.) Benth., *Annona reticulata* L., *Bursera simaruba* (L.) Sarg., *Brosimum alicastrum* Sw., *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn., *Cedrela odorata* L., *Cordia dodecandra* A.DC., *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb., *Caesalpinia gaumeri* Greenm., *Gymnopodium floribundum* Rolfe., *Havardia albicans* (Kunth) Britton & Rose., *Lysiloma latisiliquum* (L.) Benth., *Piscidia piscipula* (L.) Sarg., *Spondias mombin* L., entre otras (Flores *et al.*, 2010).

Para la colecta y tratamiento de los frutos y semillas se consideró lo propuesto por CONAFOR (2009). En la selva mediana subcaducifolia de la comunidad de Santa Rosa y Anexas, Tizimín, se seleccionaron 15 árboles maduros con diámetro a la altura del pecho (DAP) mayor a 10 cm. En un radio de 10 metros alrededor de cada árbol, se colectaron todos los frutos de siricote que se encontraban sobre el suelo (que correspondían a la última fructificación) y se colocaron en bolsas etiquetadas. Se seleccionaron siete huertos familiares en las comunidades de Yaxchekú, Tixcanal, Francisco Villa, San Juan, Teapa, Kabichén y San Pedro Bacab y se seleccionaron 20 individuos de siricote con DAP mayor a 10 cm colectando todos los frutos que se encontraron sobre el suelo en forma similar a lo realizado en la selva.

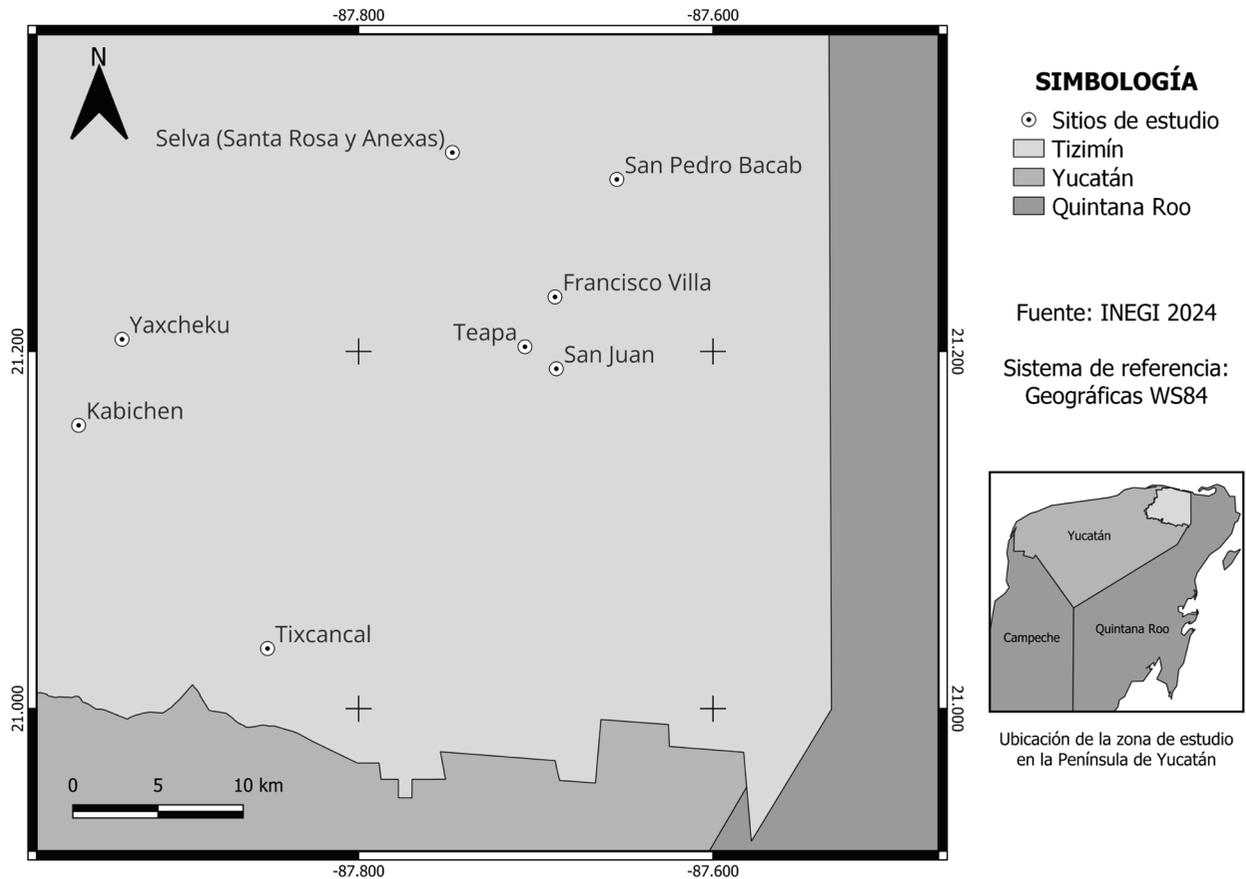


Figura 1. Ubicación del área de estudio. Realizado con el programa QGIS. Fuente INEGI 2010. Elaboración propia.

Siembra de semillas en invernadero. Todos los frutos colectados se llevaron a un vivero ubicado en el Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Yucatán, ubicado en Xmatkuil. Se limpió la pulpa y las semillas fueron colocadas en macetas de plástico de 18 x 12 x 28 cm con 1.5 kg de sustrato de tierra negra tipo *Boox lu'um* (Vertisol) y tierra roja tipo *K'aan K'aab* (Luvisol), proporción 1:1. En cada maceta se sembraron 28 semillas procedentes de la misma comunidad, distinguiendo entre selva y huertos familiares. Cada maceta se marcó con la procedencia y se distribuyeron sobre mesas de 80 x 100 x 60 cm. El riego se realizó cada segundo día y cada semana se registró el número de semillas germinadas, durante 3 meses. Se consideraron semillas germinadas cuando emerge la radícula (López, 2009) (Figura 2). Al observarse la presencia de hojas verdaderas se realizó el trasplante a bolsas con 0.5 kg de tierra negra.

Análisis de datos. Para evaluar la tasa de germinación de las semillas, se utilizó la ecuación propuesta por

Maguire (1962), a través de la relación del número de semillas germinadas entre el tiempo de germinación:

$$M = \sum \left(\frac{n_i}{t} \right)$$

Donde:

M= Tasa de germinación

n_i = Número de semillas germinadas en el día i

t = Tiempo de germinación, desde la siembra hasta la germinación de la última semilla

El porcentaje de germinación (Landa-Moreno *et al.*, 2013) se obtuvo a través de la relación de total de semillas germinadas (TG) entre el total de semillas sembradas (TS) por 100.

Se realizó una prueba de t de Student para comprar la velocidad y porcentaje de germinación entre 2017 y 2018 para las semillas provenientes de los huertos utilizando el Software Estadístico R versión 4.1.1.

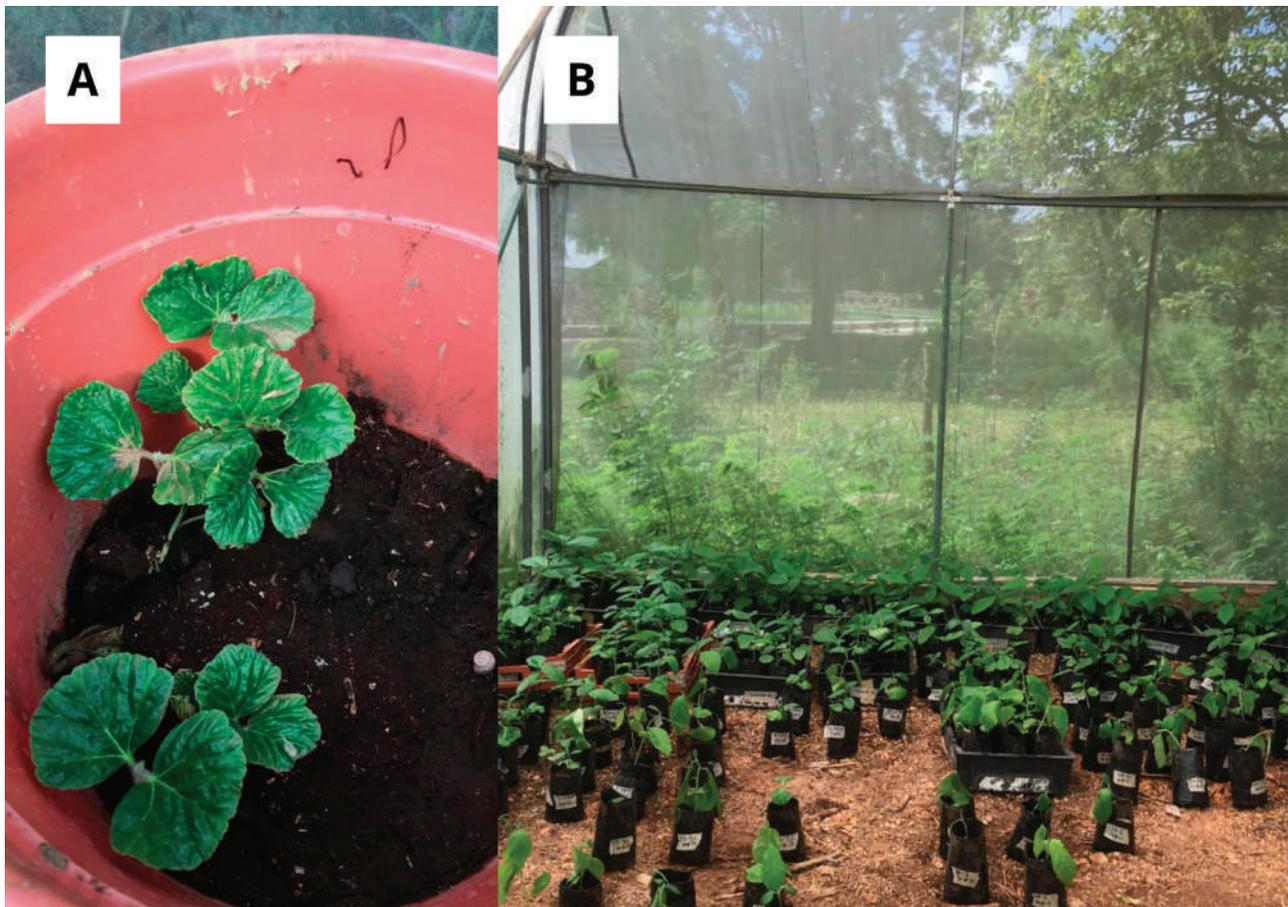


Figura 2. A. Germinación de semillas de *C. dodecandra*. B. Trasplantes de individuos de 2 meses. Imágenes propias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Colecta de semillas. En 2017 se colectaron 582 semillas en total, de las cuales 49 provenían de la selva y 533 de los huertos familiares. En 2018 se colectaron 659 semillas, donde solo nueve fueron de selva y 650 de huertos familiares. En la selva de Tizimín son pocas las semillas de *C. dodecandra* que llegan al suelo, mientras que los huertos familiares son reservorios importantes para sus semillas, ya que el 95% se colectaron en este agroecosistema.

Sumando los dos años de colecta se tuvo un total de 55 semillas de *C. dodecandra* procedentes de la selva, en promedio 3.6 semillas por árbol, lo cual es muy bajo comparado con las 1183 encontradas en huertos familiares (en promedio 59 semillas por árbol). De acuerdo con Grajales (2018), la baja producción de semillas en selvas se puede deber a la poca cantidad de individuos que las generan, en su mayoría son árboles juveniles y solo

producen el 30%. En la zona de estudio se presenta un marcado cambio en el uso del suelo hacia la producción ganadera, esto ha generado la fragmentación de la selva y, en consecuencia, el aislamiento o eliminación de las poblaciones de *C. dodecandra* (Ellis *et al.*, 2017). A pesar de esto y de la sobreexplotación y extracción de esta especie y su lento crecimiento, aún hay árboles juveniles en la zona (CONAFOR, 2009).

La variación en la proporción de semillas también puede estar influenciada por el fenómeno de distilia, el cual puede llegar a ocasionar desórdenes morfológicos o fisiológicos, que limitan la obtención de semillas completas (Santacruz-Ruvalcaba *et al.*, 2014; Ferrer *et al.*, 2020). Esto también puede generar incompatibilidad entre individuos con el mismo morfo floral que impiden la germinación y el desarrollo del polen propio en el pistilo (Canché-Collí y Canto, 2014). Es posible que en los huertos habiten individuos de *C. dodecandra* con similitud en sus morfos florales gracias al manejo

selectivo, el cual promueve la presencia de individuos con características fenotípicas favorables y que produzcan gran cantidad de frutos.

Las prácticas de manejo que se realizan en los huertos familiares como la poda, la adición de fertilizantes orgánicos y el riego, disminuyen los factores de estrés (hídrico o competencia de recursos) de los árboles adultos de *C. dodecandra* y esto puede favorecer la producción de semillas (Ferrer et al., 2020; López-Ramírez et al., 2023).

Porcentaje y velocidad de germinación. El porcentaje de germinación para las semillas provenientes de selva fue bajo, solo germinaron las colectadas en 2017. El porcentaje de germinación de las semillas colectadas en 2017 en los huertos familiares fue 40% mayor que las de 2018. La velocidad de germinación de las semillas provenientes de las selvas fue menor con respecto a los huertos (Figura 3).

El porcentaje de germinación de las semillas de huertos familiares en 2017 y 2018, fue estadísticamente diferente ($p = 0.004304$), mientras que la velocidad de germinación no presentó diferencias estadísticas ($p > 0.05$) (Figura 4).

Las diferencias en el porcentaje y velocidad de germinación de las semillas de selva y huertos familiares pueden atribuirse a factores como la calidad de las semillas, que dependen de la madurez del árbol madre y el manejo que reciben los árboles en los huertos familiares.

Otro factor que puede afectar la producción y germinación de semillas es la competencia, ya que al ser una planta heliófila requiere de mayores cantidades de luz para su desarrollo. En un estudio realizado por Hurtado-Torres y colaboradores (2020), se encontró menor cantidad de individuos de *C. dodecandra* en

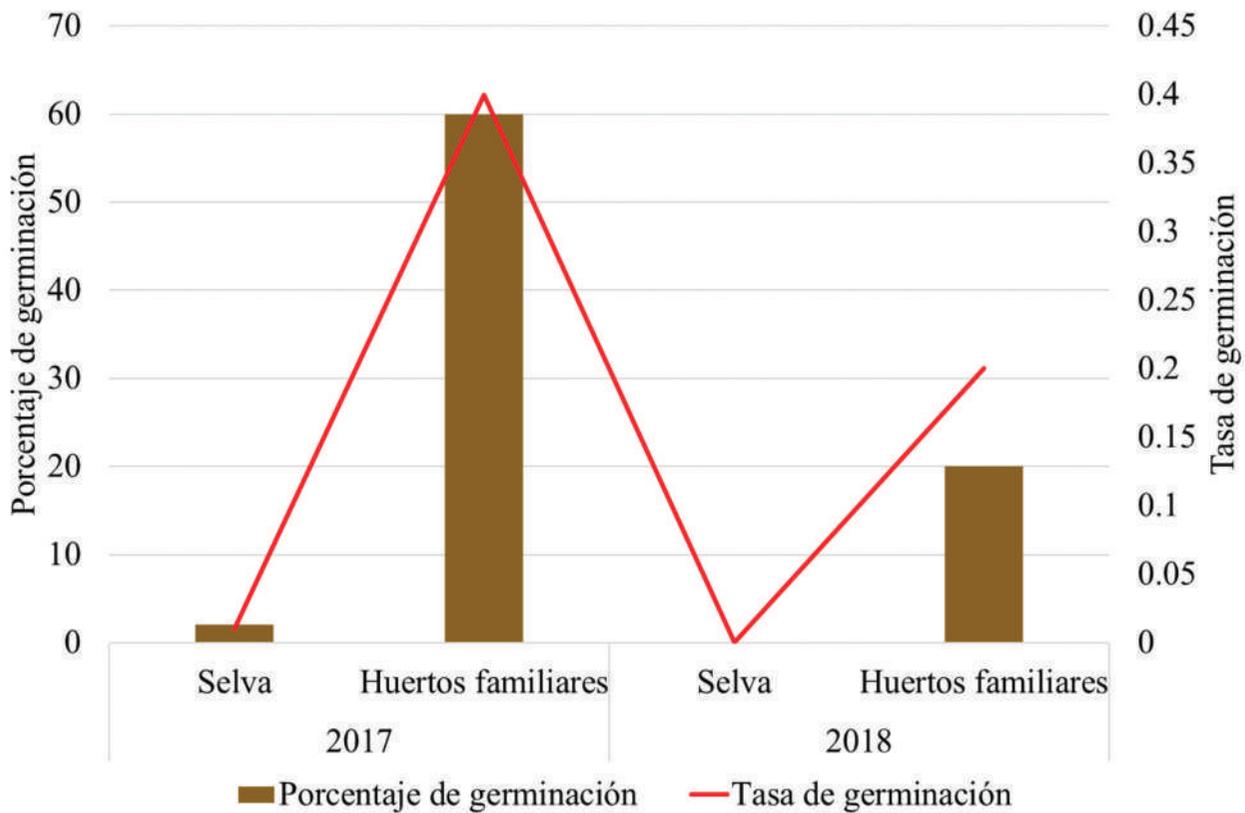


Figura 3. Porcentaje y velocidad de germinación de las semillas de *C. dodecandra* provenientes de selva y huertos familiares en 2017 y 2018. Elaboración propia.

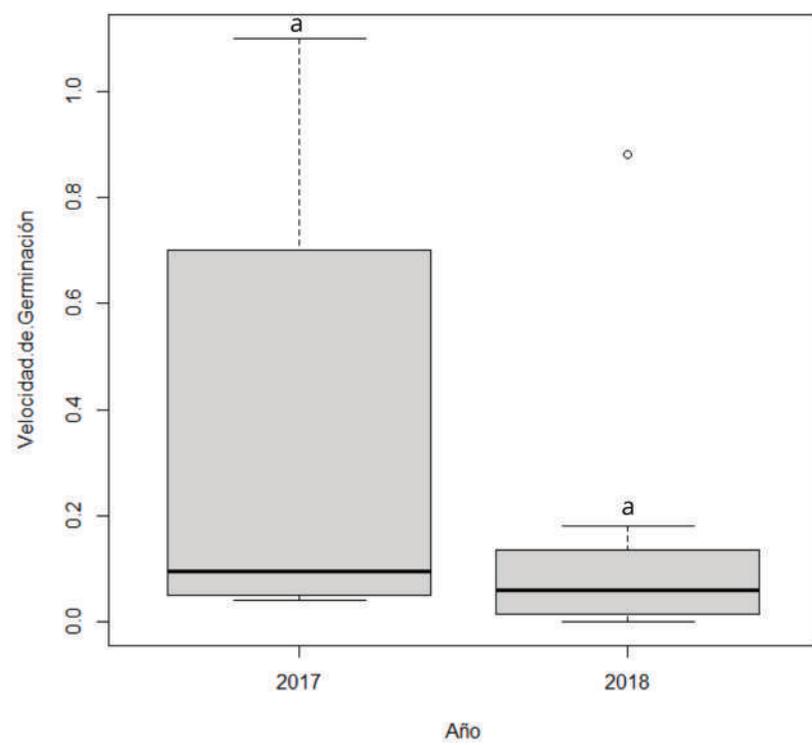
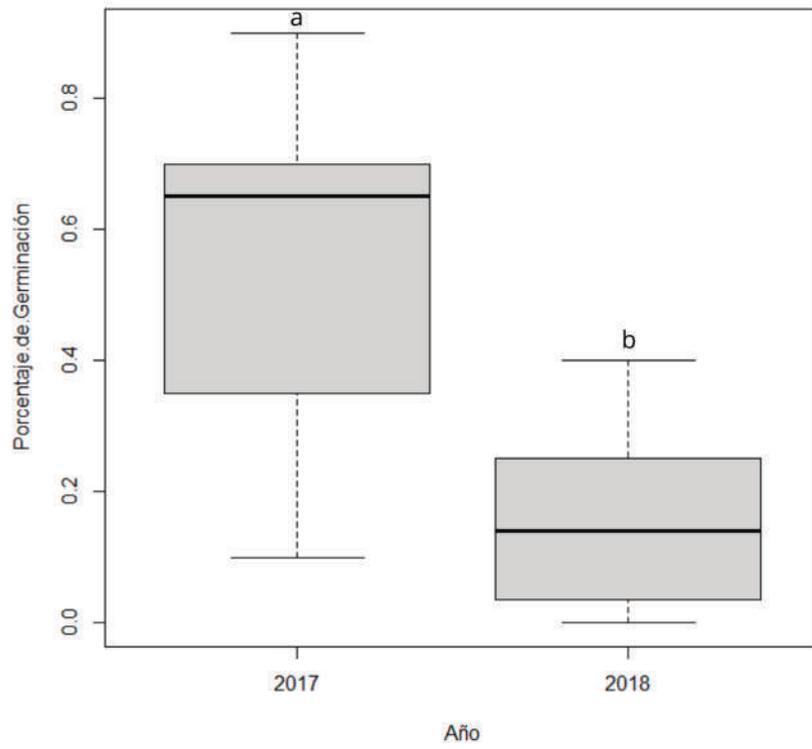


Figura 4. Porcentaje y velocidad de germinación de las semillas de *C. dodecandra* provenientes de los huertos familiares en 2017 y 2018. Los datos representan las medias y los intervalos de confianza al 95%. Elaboración propia.

selva (40) con respecto a los huertos familiares (289). Además, los individuos presentaban alturas menores a 10 m lo que obliga a *C. dodecandra* a competir con otras especies de mayor altura por factores ambientales, como es la luz. La diversidad de microbiota presente en los ambientes pudo influir en la velocidad de germinación de las semillas, ya que, de acuerdo con Wright y colaboradores (2003) y Cano (2011), los organismos presentes en el suelo pueden contribuir a la resistencia, vigor y establecimiento de las plántulas. En un trabajo realizado por May-Mutul y colaboradores (2022), se encontró mayor diversidad de microorganismos benéficos en la rizosfera de *C. dodecandra* en huertos, lo que puede estar generando efectos positivos en el crecimiento de esta especie y posiblemente en la germinación de sus semillas

Al obtener la germinación acumulada en el año 2017, las pocas semillas provenientes de selva germinaron

en la semana tres, después de la siembra. Las semillas colectadas en los huertos familiares iniciaron la germinación en la semana uno después de la siembra y se mantuvo ascendente hasta la semana nueve para ambos años (Figura 5).

Los umbrales de germinación en los huertos familiares coinciden con datos propuestos por Cordero y Boshier (2003) y Orantes-García et al., (2013), donde la germinación de *C. dodecandra* inicia a partir del día 12 hasta los 47 días después de la siembra, siendo el tiempo promedio de germinación 26 días.

Es posible que, en los huertos familiares, las prácticas de manejo que se le dan a otras especies como las podas selectivas, el riego y el abono, así como las condiciones microclimáticas que se crean por la diversidad vegetal presente, favorezcan también a *C. dodecandra*. Estudios como este, donde se compara la germinación

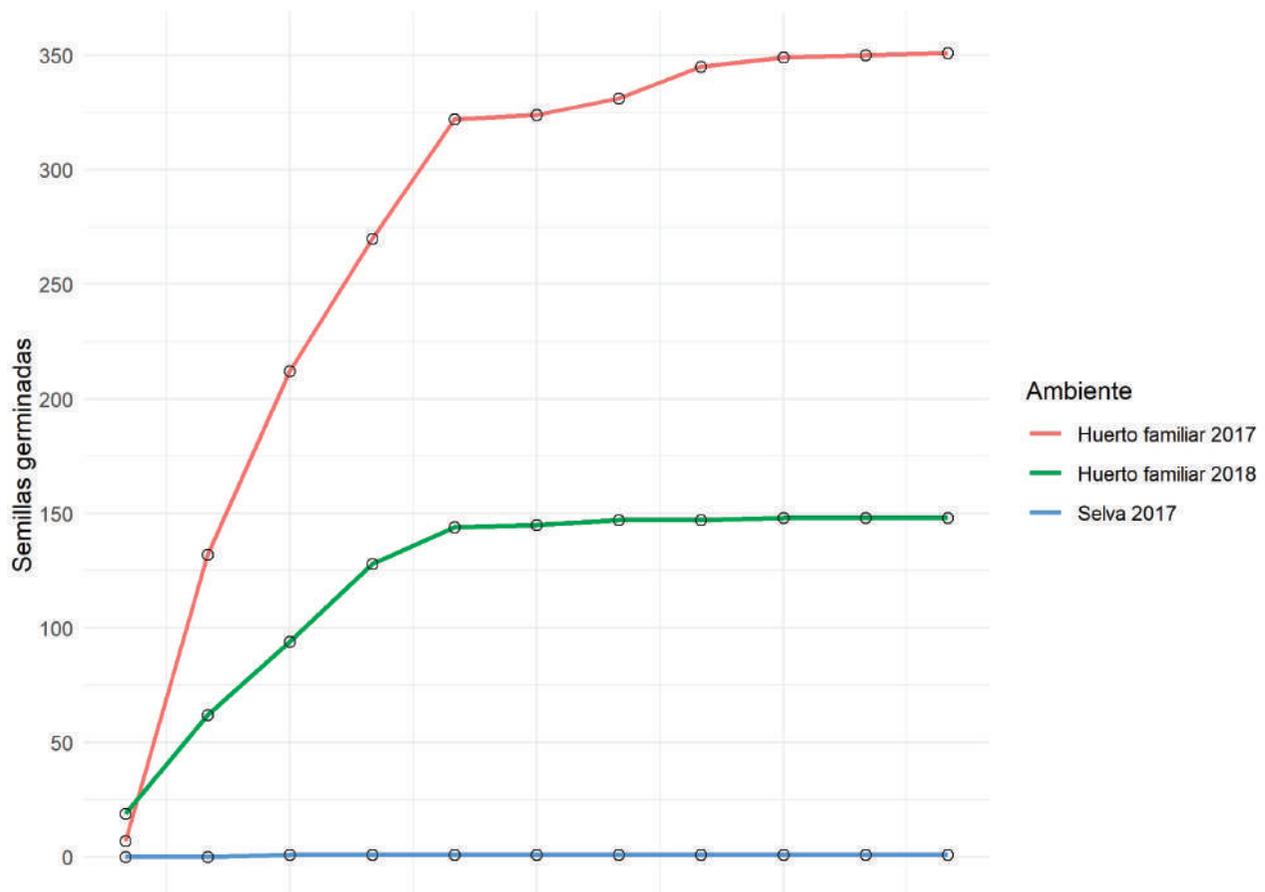


Figura 5. Germinación acumulada de *C. dodecandra* de las semillas colectadas en selva y huertos familiares en 2017 y 2018. Los datos corresponden a las semillas germinadas durante un período de 11 semanas. Elaboración propia.



Figura 6. Árbol, semilla y proceso de germinación de *C. dodecandra*. Elaboración propia.

de árboles nativos en ambientes silvestres y manejados, resaltan la importancia de sistemas agroforestales como los huertos familiares, para la propagación, sobrevivencia y conservación de especies que son vulnerables al cambio de uso de suelo de su ambiente natural (Figura 6).

CONCLUSIONES

Las poblaciones silvestres de *C. dodecandra* tienen bajo aporte al banco de semillas, en comparación con las poblaciones de huertos familiares. El porcentaje y velocidad de germinación de las semillas de *C. dodecandra* en los huertos familiares sugiere que son sistemas idóneos para establecer bancos de semillas y propagar especies nativas como el siricote, ya que son una estrategia de conservación *in circa situm*. Se recomienda incluir a *C. dodecandra* en programas de reintroducción en su hábitat natural.

AGRADECIMIENTOS

A las familias de las comunidades de Francisco Villa, San Juan, Tixcancal, Kabichén, Teapa, San Pedro Juárez, y Yaxchekú del oriente del estado de Yucatán por abrirnos las puertas de sus hogares y compartirnos sus saberes. Al CONACYT a través del proyecto “Efecto de la domesticación en la diversidad biológica e interacción planta-suelo de árboles nativos de la Península de Yucatán” (No. CB 236428).

LITERATURA CITADA

Arcos-Severo, M., J.G. Gutiérrez-Cedillo, M.A. Balderas-Plata y C.G. Martínez García. 2020. Percepción social de los servicios ecosistémicos proporcionados por los huertos familiares en el Altiplano Central de México. *Ecosistemas* 29(3): 1959. <https://doi.org/10.7818/ECOS.1959>

- Caballero, J. 1992. Maya homegardens: past, present and future. *Etnoecologica* 1: 35–54.
- Cámara Romero, J., J.J. Jiménez Osornio, H. Estrada Medina y F. Hernández García. 2021. Distribución potencial de *Cordia dodecandra* A.DC. y su variación relacionada al cambio de uso del suelo en la península de Yucatán, México. *Tropical and Sub-tropical Agroecosystems* 24(1).
- Canché-Colli, C. y A. Canto. 2014. Distylous traits in *Cordia dodecandra* and *Cordia sebestena* (Boraginaceae) from the Yucatan Peninsula. *Botanical Sciences* 92 (2): 289-297.
- Cano, M.A. 2011. Interacción de microorganismos benéficos en plantas: micorrizas, *Trichoderma* spp. y *Pseudomonas* spp. una revisión. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica* 14(2): 15-31.
- CONAFOR. 2009. Ciricote (*Cordia dodecandra*) protocolo para su colecta, beneficio y almacenaje. Departamento de conservación y restauración de ecosistemas forestales. Programa de germoplasma forestal. Estado de Yucatán. Disponible en: <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/19/1300Ciricote%20Yucat%C3%A1n.pdf> (verificado 29 de marzo de 2024).
- Cordero, J. y D. Boshier. 2003. Árboles de Centroamérica: Un manual para extensionistas. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Oxford Forestry Institute.
- Ellis, E.A., I.U. Hernández y J.A. Romero-Montero. 2017. Los procesos y causas del cambio en la cobertura forestal de la Península Yucatán, México. *Revista Ecosistemas* 26(1): 101-111.
- Fernández, E.C.M. y P.K.R. Nair. 1986. An evaluation of the structure and function of tropical homegardens. *Agricultural Systems* 21: 279-310. [https://doi.org/10.1016/0308-521X\(86\)90104-6](https://doi.org/10.1016/0308-521X(86)90104-6)
- Ferreira, R.A. y P.L. Santos. 2012. Direct sowing: an alternative to the restoration of ecosystems of tropical forests. *Tropical Forests* 333-348. <https://doi.org/10.5772/30771>
- Ferrer, M.M., P.I. Montañez-Escalante, M. del R. Ruenes-Morales, H. Estrada-Medina y J.J. Jiménez-Osornio. 2020. Growing out of the tropical forests: domestication syndrome of native Mesoamerican trees in Mayan homegardens. *Genetic Resources and Crop Evolution* 67: 587–604. <https://doi.org/10.1007/s10722-019-00833-2>
- Flores, S., R. Duran y J. Ortiz. 2010. Comunidades vegetales terrestres. Biodiversidad y desarrollo humano en Yucatán. CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA.
- Grajales, A. 2018. Fenología de *Spondias purpurea* L. (Anacardiaceae) y *Cordia dodecandra* DC. (Boraginaceae) en poblaciones silvestres y cultivadas. Tesis de Licenciatura, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán, México.
- Hurtado-Torres, M.C., P.I. Montañez-Escalante, M. del R. Ruenes-Morales, J.J. Jiménez-Osornio y H. Estrada-Medina. 2020. Assessment of population structure and management of *Cordia dodecandra* A. DC. in homegardens and tropical forest in Yucatan, Mexico. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias* 52(2): 140-152.
- INEGI. 2009. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México. Disponible en: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/datos-geograficos/31/31096.pdf> (verificado 29 de marzo de 2024).
- INEGI. 2010. Tizimín. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México. Disponible en: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx?e=31> (verificado 29 de marzo de 2024).
- INEGI. 2016. Anuario estadístico y geográfico de Yucatán 2016. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México. Disponible en: www.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/datos-geograficos/31/31096.pdf (verificado 29 de marzo de 2024).
- Jiménez-Osornio J.J., M. del R. Ruenes y P.I. Montañez-Escalante. 1999. Agrodiversidad de los solares de la Península de Yucatán. Red Gestión de Recursos Naturales. Fundación Rockefeller. 4: 30-40.
- Landa-Moreno, L.A., J. Alba-Landa, L.D.C. Mendizábal-Hernández, J. Márquez Ramírez y M. C. Rodríguez-Juárez. 2014. Potencial de producción de semillas y germinación de *Casuarina equisetifolia* L. *Foresta veracruzana* 16(1): 41-46.

- López, G.F. 2009. Ecofisiología de los árboles. Segunda edición. Universidad de Chapingo. México.
- López-Ramírez, T.M., H. Estrada-Medina, M.M. Ferrer y A. O'Connor-Sánchez. 2023. Divergence in the soil and rhizosphere microbial communities of monoculture and silvopastoral traditional *C. dodecandra* agroforestry systems in Yucatan, Mexico. *Soil Use and Management* 39: 1205–1218. <https://doi.org/10.1111/sum.12889>
- 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>
- Mariaca-Méndez, R. 2012. La complejidad del huerto familiar maya del sureste de México. Secretaría de Recursos Naturales y Protección Ambiental del Estado de Tabasco. ECOSUR, México.
- Martínez-Day D. y J. Aguilar-Zepeda. 1989. La flora más representativa del oriente de Yucatán; sus usos e importancia. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Yucatán, México.
- May-Mutul, C.G., M. A. López-Garrido, A. O'Connor-Sánchez, Y.J. Peña-Ramírez, N.Y. Labrín-Sotomayor, H. Estrada-Medina y M.M. Ferrer. 2022. Hidden tenants: microbiota of the rhizosphere and phyllosphere of *Cordia dodecandra* trees in mayan forests and homegardens. *Plants* 11(22): 3098. <https://doi.org/10.3390/plants11223098>
- Montañez-Escalante, P., M. del R. Ruenes, M.M. Ferrer y H. Estrada. 2014. Los huertos familiares Maya-Yucatecos: situación actual y perspectivas en México. *Ambienta* (107): 100-109.
- Montañez-Escalante P., M. del R. Ruenes-Morales, J.J. Jiménez-Osornio, P. Chimal-Chan y L. López-Burgos. 2012. Los huertos familiares o solares en Yucatán. En: Mariaca M.R (Editor) El Huerto Familiar en el Sureste de México. Secretaría de Recursos Naturales y Protección Ambiental del Estado de Tabasco, ECOSUR, México.
- Núñez-Piedra, M.L., P. Martínez-Zurimendi, M. Domínguez-Domínguez, M.J. Cach-Pérez y R. Sierra de Grado. 2023. Germplasm movement zones of eight forest species and future projections in the face of climate change in the Southeast of Mexico. *New Forests* 55:119-141. <https://doi.org/10.1007/s11056-023-09968-8>
- Omeja, P., C. Chapman, J. Obua, J.Lwanga, A. Jacob, F. Wanyama and R. Mugenyi. 2011. Intensive tree planting facilitates tropical forest biodiversity and biomass accumulation in Kibale National Park, Uganda. *Forest Ecology and Management* 261(3):703-709. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2010.11.029>
- Orantes-García, C., M.Á. Pérez-Farrera, T.M. Rioja-Paradela y E.R. Garrido-Ramírez. 2013. Viabilidad y germinación de semillas de tres especies arbóreas nativas de la selva tropical, Chiapas, México. *Polibotánica* (36):117-127.
- R Core Team. 2021. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Version 4.1.1. Disponible en: <https://www.R-project.org/>
- Rico-Gray, V. 1992. Los mayas y el manejo de las selvas. *Revista de ciencias Universidad Autónoma de México* 28: 23-26.
- Ruenes, M. del R., A. Aké y J.J. Jiménez-Osornio. 1999. El solar Maya. Atlas de procesos territoriales de Yucatán. Universidad Autónoma de Yucatán. México.
- Santacruz-Ruvalcaba, F., J.J. Castañeda-Nava, A.M. Gaspar-Peralta, N. Núñez-Sandoval y A. Mora-Santacruz. 2014. Rompimiento de la dormancia en semillas y propagación in vitro de *Cordia elaeagnoides* A. DC. *Revista mexicana de ciencias forestales* 5(25): 84-97.
- Schmidt, H.L. 2000. Guide to handling of tropical and subtropical forest seed. Danida Forest Seed Centre.
- Vázquez-Solís, E.E., E.B. Góngora-Castillo, N.M. Fortuny-Fernández, P.I. Montañez-Escalante y M.M. Ferrer-Ortega. 2024. Explorando el misterio del desarrollo floral: la distilia en ciricote (*Cordia dodecandra* A. DC.). Desde el Herbario CICY, 16: 24-29. Disponible en: https://www.cicy.mx/Documentos/CICY/Desde_Herbario/2024/2024-02-08-EVazquez-Explorando-el-misterio-del-desarrollo-floral.pdf (verificado 04 de abril de 2024)

- Vázquez-Yanes, C., A. Orozco, M. Rojas, M.E. Sánchez y V. Cervantes. 1997. La reproducción de las plantas: semillas y meristemas. Fondo de Cultura Económica, México.
- Villicaña-Hernández G.J., D.A. Martínez-Natarén, R.X. Álvarez-Espino y M.A. Munguía-Rosas. 2020. Seed rain in a tropical dry forest and adjacent home gardens in the Yucatan. *Tropical Conservation Science* 13. doi:[10.1177/1940082920974599](https://doi.org/10.1177/1940082920974599)
- Wright, B., H.R. Rowse y J.M. Whipps. 2003. Application of beneficial microorganisms to seeds during drum priming. *Biocontrol Science and Technology* 13(6): 599-614. <https://doi.org/10.1080/09583150310001517992>
- Wyatt, A.R. 2023. An instrument of grace: Archaeological and ethnographic studies of homegardens in the American Neotropics. *Journal of Anthropological Archaeology* 69: 101469. <https://doi.org/10.1016/j.jaa.2022.101469>