



Acta Universitaria
ISSN: 0188-6266
actauniversitaria@gmail.com
Universidad de Guanajuato
México

Efecto de la sombra sobre la emergencia de plántulas de especies maderables nativas de la Península de Yucatán

Haas-Tzuc, Jaime Esteban; Dzib-Castillo, Benito; Poot-Pool, Wilbert Santiago; Chiquini-Medina, Ricardo
Efecto de la sombra sobre la emergencia de plántulas de especies maderables nativas de la Península de Yucatán

Acta Universitaria, vol. 29, 2019
Universidad de Guanajuato, México

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41659210011>

DOI: <https://doi.org/10.15174/au.2019.1832>

Efecto de la sombra sobre la emergencia de plántulas de especies maderables nativas de la Península de Yucatán

Effect of shade on the emergence of seedlings of native timber species from the Yucatan Peninsula

Jaime Esteban Haas-Tzuc

Instituto Tecnológico de Chiná, México

Benito Dzib-Castillo bernadzib@yahoo.es

Instituto Tecnológico de Chiná, México

Wilbert Santiago Poot-Pool

Instituto Tecnológico de Chiná, México

Ricardo Chiquini-Medina

Instituto Tecnológico de Chiná, México

Acta Universitaria, vol. 29, 2019

Universidad de Guanajuato, México

Recepción: 09 Marzo 2017

Aprobación: 15 Octubre 2018

Publicación: 08 Abril 2019

DOI: <https://doi.org/10.15174/au.2019.1832>

Redalyc: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41659210011>

Resumen: La influencia que tiene la radiación solar sobre la germinación y emergencia de plántulas no ha sido descrita para muchas de las especies tropicales de importancia maderable. La presente investigación se enfoca en la emergencia de plántulas de taxa maderables nativas de la Península de Yucatán bajo diferentes grados de sombra (0%, 35%, 60% y 90%). Para ello, se realizó la evaluación de las especies de *Caesalpinia mollis* (chakté), (*Piscidia piscipula*) (jabín) y jujuché (*Albizia tomentosa*). *C. mollis* y *A. tomentosa* presentaron diferencias entre tratamientos ($p < 0.0001$ y $p < 0.01$ respectivamente), ambas tuvieron mayor emergencia de plántulas con la luminosidad más elevada (0% de sombra). El tiempo de inicio de emergencia de las plántulas fue de cuatro a cinco días y la emergencia del 100% se logró en menos días con el 90% de sombra para las tres especies. Los resultados expresan que el porcentaje de sombra influye en la emergencia total de las plántulas.

Palabras clave: Emergencia, sombra, nativas, plántulas.

Abstract: The influence of solar radiation on the germination and emergence of seedlings has not been described for many of the timber species present in the tropics. The present research focuses on the emergence of native timber taxa seedlings of the Yucatan Peninsula under different degrees of shade (0%, 35%, 60% and 90%). For this, the evaluation of chakté (*Caesalpinia mollis*), jabín (*Piscidia piscipula*), and jujuché (*Albizia tomentosa*) was carried out. *C. mollis* and *A. tomentosa* presented differences between treatments ($p < 0.0001$ and $p < 0.01$, respectively), both of which had the highest emergence of seedlings with the highest luminosity (0% of shade). The emergence time of the seedlings was four to five days, and the emergence of 100% was achieved in less days with 90% of shade for the three species.

Keywords: Emergency, shade, native, seedlings.

INTRODUCCIÓN

La germinación de una semilla es un proceso complejo controlado y afectado por sus propiedades internas, factores ambientales que interactúan en el medio como la humedad relativa, temperatura, precipitación, la calidad de la luz, tipo de suelo, humedad en el suelo y la química del suelo (Koornneef, Bentsink & Hilhorst, 2002; Nonogaki, Bassel & Bewley, 2010). En el caso de la luminosidad, esta puede influir

en la necesidad de luz que tienen algunas semillas para germinar, a diferencia de otros que necesitan de oscuridad (Fenner & Thompson, 2005; Shinomura, 1997).

Camacho-Cruz, González-Espinosa, Wolf & de Jong (2000) y Harms & Paine (2003) mencionan que los factores bióticos que pueden afectar la germinación son la densidad de la vegetación aledaña, depredadores y patógenos (especialmente hongos).

El proceso de germinación se inicia con la imbibición y se considera concluida por la protrusión de la radícula y la ampliación del embrión (Bentsink & Koornneef, 2008). El término germinación de plántulas algunas veces es errónea, ya que los analistas de semillas suelen referirse a la germinación como la emergencia del suelo, debido a que sus intereses están en el monitoreo del establecimiento y desarrollo de plantas con valor agronómico, para tal caso un mejor término es “emergencia de plántulas” (Bewley, Bradford, Hilhorst & Nonogaki, 2013). Sin embargo, aún se sabe muy poco sobre el proceso por el cual el embrión emerge de la semilla para completar la germinación y cómo la emergencia se bloquea en las semillas inactivas (Bewley, 1997).

En consecuencia, un factor que puede influir en la emergencia de las plántulas es el porcentaje de sombra (Dzib-Castillo, Van der Wal, Chantásig-Vaca, Macario-Mendoza & Pat, 2012; Pérez-Hernández, Ochoa-Gaona, Vargas-Simón, Mendoza-Carranza, & González-Valdivia, 2011). Considerando que algunas especies regeneran mejor bajo el dosel para las cuales la exposición a la luz solar, el calor y la desecación pueden resultar mortales (Figueroa, Armesto & Hernández, 1996). Por ejemplo, según Vester & Navarro (2007) la especie *Croton lucida* puede crecer bajo dosel.

Para entender lo anterior es necesario definir el concepto de “especie tolerante a la sombra” como el grado en que una planta puede sobrevivir y crecer en condiciones de poca luz (Kobe, Pacala, Silander & Canham, 1995), no obstante la supervivencia, desarrollo y reproducción de una especie de planta a un nivel de luz particular no significa o implica que esta especie se encuentra en su óptimo fisiológico (Humbert, Gagnon, Kneeshaw & Messier, 2007).

Es importante tomar en cuenta que el manejo de la sombra en la producción de plántulas es un elemento que ayuda a proteger a las semillas y las plantas jóvenes de la luz solar, las fluctuaciones de temperatura, la desecación, las fuertes lluvias, heladas y granizo en algunas áreas (Napier & Robbins, 1989). Por ejemplo, *Abies religiosa* prospera en condiciones de dosel cerrado y bajo su propio dosel y genera un banco de plántulas (Arriola *et al.*, 2015; Lagunes & Hernández, 1994).

El manejo de la sombra implica ajustarla de acuerdo a la especie de planta, por ejemplo, la sombra demasiado densa puede resultar en etiolación (plántulas pálidas y débiles) de especies que exigen mucha luz como *Thevetia gaumeri* y *Cecropia peltata* (Vester & Navarro, 2007), mientras que poca sombra podría proporcionar inadecuada protección ante los factores antes mencionados; esto implica que el manejo de la

sombra debe ser reducido gradualmente conforme las plántulas crecen, considerando las características de las especies (Napier & Robbins, 1989).

En condiciones naturales dentro de la selva, la luz del sol que pasa a través de hojas verdes, las cuales tienen una relación lumínica R/FR (Red/Far-Red) muy baja y tomando en cuenta que la distribución de energía espectral de la luz de la copa está determinada por el grosor de la copa a través de la cual pasa la luz, la respuesta de germinación de las semillas y por ende la emergencia de las plántulas bajo el dosel variará según la densidad de la cubierta foliar (Schmidt, 2007). Esta influencia que tiene la radiación solar sobre la germinación y emergencia de plántulas no ha sido descrita para muchas de las especies maderables de los bosques tropicales, dejando muchos vacíos de información respecto a su reproducción en condiciones naturales y en consecuencia en los viveros forestales (Vester & Navarro, 2007).

Los planes de reforestación implementados en los trópicos americanos aún son limitados en el uso de especies nativas, y con mayor frecuencia usan especies exóticas como eucaliptos (*Eucalyptus sp.*), teca (*Tectona grandis*) o melina (*Gmelina arborea*), promoviendo la creación de bosques monoespecíficos de rápido crecimiento para la producción de madera y celulosa (Arriaga, Cervantes & Vargas-Mena, 1994; Pérez-Hernández et al., 2011; Vázquez-Yanes & Orozco-Segovia, 1992).

El empleo de especies nativas tiene muchas ventajas, están adaptadas al ambiente de la región, son más valiosas ecológicamente que las especies exóticas, conservan la flora nativa, son más resistentes contra enfermedades, son fuente de germoplasma inmediato, de buena calidad y de menor costo (Vázquez-Yanes & Batis, 1996).

No obstante, para su aprovechamiento es necesario generar información sobre la germinación y emergencia de plántulas en diferentes ambientes (Niembro, 2001), así como del establecimiento en campo, considerando que estas etapas son críticas en el ciclo de vida de una planta (Angevine & Chabot, 1979); lo cual requiere realizar más estudios sobre los factores que intervienen en la emergencia y supervivencia de plántulas en campo y en vivero (Dzib-Castillo et al., 2012); y la exposición a la luz solar es de los factores más importantes en la reproducción de especies forestales, sin embargo, hasta ahora han sido escasos los estudios sobre la emergencia de las plantas en diferentes niveles de sombra y de luz. Por ello en esta investigación se evaluó la emergencia de plántulas de tres especies maderables nativas de la Península de Yucatán en diferentes niveles de sombra.

Se optó por tres especies *Piscidia piscipula*, *Caesalpinia mollis* y *Albizia tomentosa* por ser nativas, leguminosas y por el número de usos que tienen (Duno & Cetzal-Ix, 2017; Flores-Guido, 2002).

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El experimento se realizó en las instalaciones del vivero forestal del Instituto Tecnológico de Chiná, ubicado en el estado de Campeche a 5 km de la capital, a una altura de 20 m (figura 1). El clima predominante cálido sub-húmedo con lluvias en verano de junio a octubre (Aw). La temperatura anual promedio supera los 26 °C y la precipitación varía entre 1100 mm y 2000 mm (García, 2004).

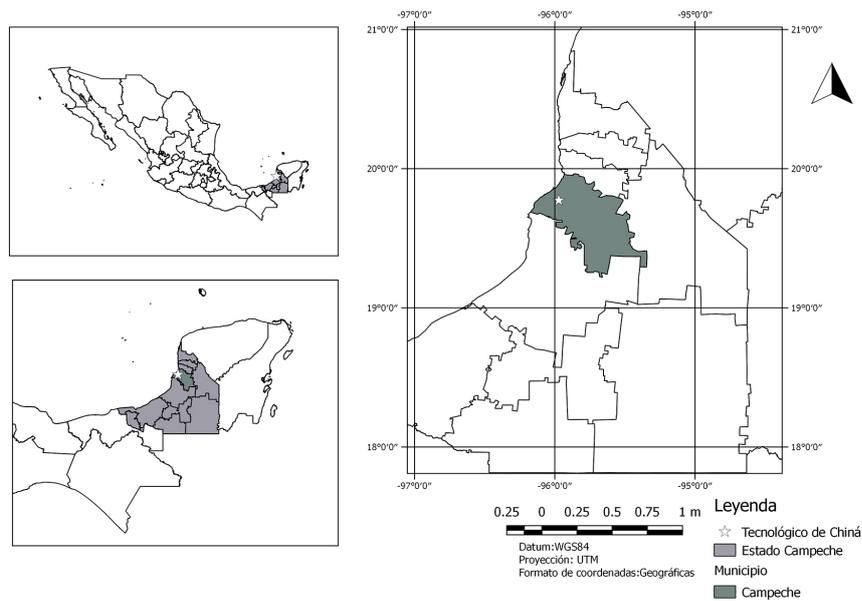


Figura 1

Figura 1

Ubicación del Instituto Tecnológico de Chiná, Campeche, México.

Fuente: Elaboración propia.

Metodología

Selección de especies

Las especies que se consideraron para esta investigación fueron especies nativas de la Península de Yucatán, pertenecientes a la familia de las leguminosas, las cuales son representativas del paisaje de la región (Duno & Cetzal, 2017) y son utilizadas ampliamente por los productores locales (Flores-Guido, 2002) (tabla 1).

Tabla 1

Especies maderables nativas de la Península de Yucatán estudiadas y sus principales usos

Tabla 1	
Especies maderables nativas de la Península de Yucatán estudiadas y sus principales usos	
Nombre científico	Usos
<i>C. mollis</i>	Maderable, medicinal y melífera
<i>P. pispicula</i>	Maderable, Melífera, medicinal, forraje, combustible, construcción, religioso, cercas, ornamental (Flores-Guido, 2002).
<i>A. tomentosa</i>	Maderable, melífera, forrajera, medicinal, leña (Rico-Arce, Gale & Maxted, 2008)

Fuente: Elaboración propia.

Diseño experimental

Por las características del experimento, el diseño experimental que se utilizó fue completamente al azar, donde las diferentes condiciones de sombra fueron iguales para cada una de las especies estudiadas (Pérez-Hernández *et al.*, 2011).

Tratamientos

Los tratamientos consistieron en diferentes porcentajes de sombra (0%, 35%, 60% y 90%), se utilizó malla sombra de poliestireno negro. Para esto se armaron tres estructuras de metal las cuales se cubrieron totalmente con malla sombra. Cada repetición constó de 30 semillas, con cuatro repeticiones por tratamiento, las semillas se distribuyeron equitativamente en los cuatro niveles de sombra y se sembraron a un centímetro de profundidad (Dzib-Castillo *et al.*, 2012). El sustrato que se utilizó para la siembra fue tierra de monte conocido como Kankab (Luvisol férrico), antes de la siembra las semillas se remojaron en agua durante 10 min, una vez realizada la siembra se mantuvo humedad constante mediante riegos (tabla 2).

Tabla 2

Tratamientos de sombra aplicados a diferentes especies maderables nativas de la Península de Yucatán

Tabla 2			
Tratamientos de sombra aplicados a diferentes especies maderables nativas de la Península de Yucatán			
Tratamiento	Repeticiones	Semillas/repetición	Semillas/tratamiento
1	4	30	120
2	4	30	120
3	4	30	120
4	4	30	120

Tratamientos: 1=0%; 2=35%; 3=60%; 4=90% de sombra.

Fuente: Elaboración propia.

Después de la siembra de cada especie se registraron datos diariamente durante los primeros 20 días, posteriormente cada ocho días y los últimos cuatro registros se realizaron cada 15 días.

Variables evaluadas

Las variables evaluadas en cada tratamiento fueron: a) tiempo de latencia de semillas (número de días transcurridos a partir de la siembra hasta el registro de la emergencia de la primera plántula (Arriaga *et al.*, 1994); b) capacidad de germinación (porcentaje total de plántulas que emergen, (Arriaga *et al.*, 1994) y la velocidad de la emergencia (número de plántulas que emergieron por día) (Martínez-Sánchez, 2004).

Análisis estadístico

Se empleó el paquete Infostat (Di Rienzo *et al.*, 2016) para los análisis estadísticos. Al no existir normalidad en la distribución de los datos (prueba de Shapiro-Wilks), estos se procesaron mediante un análisis de varianza, utilizando la prueba no paramétrica de Kruskal–Wallis (Kuehl, 2001), con el fin de determinar si existen diferencias significativas entre los diferentes grados de sombra sobre los porcentajes y velocidad de emergencia para cada especie.

RESULTADOS

Emergencia de plántulas en diferentes tratamientos de sombra

C. molli y *A. tomentosa* presentaron diferencias entre tratamientos ($p < 0.5$), ya que ambos tuvieron la mayor emergencia (con la luminosidad más elevada (0% de sombra), la primera con el 66% de emergencia y la segunda con el 41% (figura 2). No se encontraron diferencias significativas entre tratamientos para *P. piscipula*, sin embargo tuvo la mayor emergencia (53%) con el 35% de sombra.

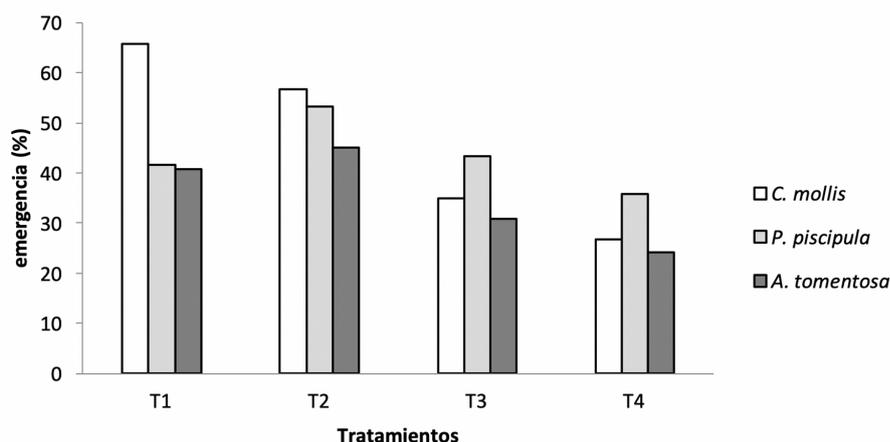


Figura 2

Figura 2

Porcentaje de emergencia de plántulas en diferentes tratamientos de sombra (1 = 0%, 2 = 35%, 3 = 60%, 4 = 90% de sombra).

Fuente: Elaboración propia.

Tiempo de inicio y tiempo requerido para la emergencia de plántulas

El tiempo de inicio de emergencia de las tres especies estudiadas pertenecientes a la familia fabaceae fue de 4 a 5 días. El número de días para lograr el total de plántulas emergidas varió de manera significativa para *C. mollis* ($p < 0.5$), siendo en el tratamiento de 90% de sombra donde se obtuvo el total de plántulas emergidas en menos días (figura 3). No se encontraron diferencias estadísticas para *P. piscipula* y *A. Tomentosa* entre los tratamientos, sin embargo, la emergencia del 100% se logró en menos días con el tratamiento de 90% de sombra para ambas especies.

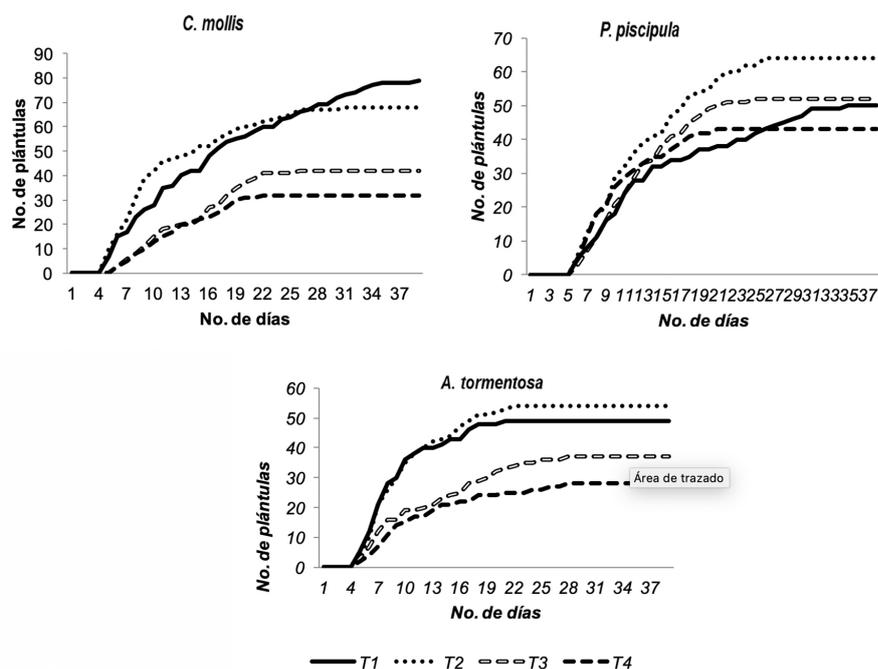


Figura 3

Figura 3

Ubicación del Instituto Tecnológico de Chiná, Campeche, México.

Fuente: Elaboración propia.

DISCUSIÓN

Las tres especies estudiadas *C. mollis*, *P. piscipula* y *A. tomentosa* muestran diferentes respuestas de emergencia ante los distintos gradientes de luz, tal como lo menciona Ricker *et al.* (2000), quien argumenta que las especies varían en sus requerimientos de luz, lo que para algunas puede ser excesivo para otras puede ser la cantidad necesaria. En este sentido, chakté (*C. mollis*) y jujuche (*A. tomentosa*) mostraron mayor emergencia de plántulas a mayor exposición solar, esto indica un fotoblastismo positivo para estas especies, es decir, requiere de la luz para germinación propiciando una mayor emergencia de plántulas (Bustos, 2009; Figueroa & Vásquez-Yanes, 2002). Estos resultados coinciden con los encontrados por Dzib-Castillo *et al.* (2012) en donde *C. mollis* tuvo la mayor emergencia con 0% y 35% de sombra. Lo anterior indica que esta planta requiere de la luz para germinar, tal como lo expresan Vester & Navarro (2007), quienes mencionan que esta especie requiere de luz abundante en su establecimiento en selvas bajas y medianas subcaducifolias y a veces en selvas medianas subperennifolia. Estos conocimientos son muy importantes a la hora de reforestar con estas especies, ya que esto puede determinar su sobrevivencia y desarrollo.

En lo que respecta a jabín (*P. piscipula*) no hubo diferencias estadísticas en la emergencia de plántulas entre tratamientos, aunque visualmente tuvo la mayor emergencia con el tratamiento de 35% de sombra. Estos resultados son similares con los resultados de Dzib-Castillo *et al.* (2012)

quien menciona que no hubo diferencia entre tratamientos de luz y sombra. En diversos estudios se ha mencionado que jabín (*P. piscipula*) es intolerante a la sombra (Pascarella, 1997; Pennington & Sarukhan 1998; Snook, 1993), es una especie de rápido crecimiento que domina la regeneración en áreas perturbadas y que regenera bien en claros dentro de las selvas y sobrevive poco en espacios reducidos en el dosel (Vester & Navarro, 2007), lo cual demuestra que es una especie que requiere de luz para crecer (Allen, Allen & Gómez-Pompa, 2005; Pennington & Sarukhan 1998).

El tiempo de inicio de emergencia de las tres especies estudiadas pertenecientes a la familia fabaceae fueron similares entre sí, esto coincide con lo encontrado por Pérez-Hernández *et al.* (2011), quienes reportan para especies de esta misma familia el mismo tiempo de inicio de germinación. Nellis (1994) menciona que jabín (*P. piscipula*) germina de 8 a 10 días, lo cual es similar a este estudio.

El número de días para lograr el total de plántulas emergidas varió de manera significativa entre tratamientos para chakté (*C. mollis*), donde el tratamiento con el 90% de sombra permitió obtener en menos días el total de plántulas emergidas. En los casos de jabín (*P. piscipula*) y jujuche (*A. tomentosa*) no hubo diferencias estadísticas, sin embargo, al igual que en el caso de chakté (*C. mollis*) la emergencia del 100% de plántulas se logró en menos días con el tratamiento de 90% de sombra. Para las dos primeras especies estos resultados encajan con un estudio que realizó Dzib-Castillo *et al.* (2012) en donde se obtuvo la germinación en menos días en condiciones de mayor sombra. Lo anterior indica que cada especie reacciona diferente a las condiciones de sombra, ya que mientras unas especies prefieren mayor sombra otras no les afecta ya que pueden germinar y emerger en cualquier condición de luminosidad.

CONCLUSIÓN

En las tres especies estudiadas se encontró que el uso de la sombra disminuye el tiempo de germinación y por ende de la emergencia de plántulas, solo *C. mollis* y *A. tomentosa* presentaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, ambas especies tuvieron la mayor emergencia en condiciones de alta luminosidad.

El inicio de la emergencia fue de 4 a 5 días para las tres especies lo cual está dentro del rango de otras especies de la misma familia.

C. mollis fue la especie que presentó preferencia por la mayor sombra en la velocidad de emergencia de plántulas, obteniendo en menos tiempo el total de plántulas en la sombra del 90%.

Agradecimientos

Al Instituto Tecnológico de Chiná, Campeche, México y a sus estudiantes por su apoyo en la realización de este trabajo, y al Tecnológico Nacional de México por el financiamiento del proyecto "Germinación y sobrevivencia

de especies maderables nativas de la Península de Yucatán, clave 3360.10-P” que permitió realizar el trabajo de campo.

REFERENCIAS

- Allen, M. F., Allen, E. B., & Gómez-Pompa, A. (2005). Effects of mycorrhizae and nontarget organisms on restoration of a seasonal tropical forest in Quintana Roo, Mexico: factors limiting tree establishment. *Restoration Ecology*, 13(2), 325-333. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1526-100X.2005.00041.x>
- Angevine, M. V., & Chabot, B. F. (1979). Seed germination syndromes in higherplants. En: O. Solbrig, S. Jain., G. Johnson., & P. Raven. (Eds.). *Topics in plant population biology* (pp.188-206). New York, USA: Columbia University Press. doi: https://doi.org/10.1007/978-1-349-04627-0_9
- Arriaga, M. V., Cervantes, V. G., & Vargas-Mena, A. (1994). Manual de reforestación con especies nativas: colecta y preservación de semillas, propagación y manejo de plantas. México, D.F.: Instituto Nacional de Ecología, Secretaría de Desarrollo Social, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Arriola P., V. J., A. Flores G., A. R. Gijón H., T. Pineda O., V. Jacob C. y C. Nieto de Pascual P. 2015. Producción de planta de *Abies religiosa* (Kunth) Schltld. & Cham. en vivero. Folleto Técnico Núm. 19. México, D.F: Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales (Cenid-Comef), Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP).
- Bentsink, L., & Koornneef, M. (2008). Seed dormancy and germination. *The Arabidopsis Book*, (6). doi: <https://doi.org/10.1199/tab.0119>
- Bewley, J. D. (1997). Seed germination and dormancy. *Plant Cell*, 9(1), 1055–1066. doi: <https://doi.org/10.1105/tpc.9.7.1055>
- Bewley, J. D., Bradford, K. J., Hilhorst, H. W. M., & Nonogaki, H. (2013). *Physiology of Development, Germination and Dormancy*. Dordrecht London: Springer New York Heidelberg. doi: <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-4693-4>
- Bustos, S. A. (2009). Ensayo de calidad lumínica en plantas de *Eucalyptus globulus*, *Eucalyptus nitens* y *Pinus radiata* bajo cobertura de malla raschel y papel celofán de colores. Tesis de licenciatura. Universidad Austral de Chile, Chile.
- Camacho-Cruz, A., González-Espinosa, M., Wolf, J. H. D., & de Jong, B. H. J. (2000). Germination and survival of tree species in disturbed forests of the highlands of Chiapas, Mexico. *Canadian Journal of Botany*, 78(10), 1309-1318. doi: <https://doi.org/10.1139/b00-103>
- Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M. G., Gonzalez, L., Tablada, M., & Robledo, C. W. (2016). *InfoStat versión 2016*. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Dzib-Castillo, B. B., Van der Wal, H., Chantásig-Vaca, C., Macario Mendoza, P., & Pat Fernández, J. M. (2012). Emergencia de plántulas de especies maderables nativas de la Península de Yucatán. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 3(10), 77-87.

- Duno de Stefano, R., & Cetzal-Ix, W. (2017). Fabaceae (Leguminosae) en la Península de Yucatán, México. *Herbario CICY*, 8, 111-116.
- Fenner, M., & Thompson, K. (2005). The ecology of seeds. Fenner M, Thompson K. 2005. Cambridge: Cambridge University Press. £26 (softback) £55 (hardback) 260 pp. *Annals of Botany*, 97(1), 151-152. doi: <https://doi.org/10.1093/aob/mcj016>
- Figueroa, J., Armesto, J. J., & Hernández, J. F. (1996). Estrategias de germinación y latencia de semillas en especies del bosque templado de Chiloé, Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, 69, 243-251.
- Figueroa, J. A., & Vásquez-Yanes, C. (2002). Efecto de la calidad de luz sobre la germinación de semillas en el árbol pionero tropical *Heliocarpus appendiculatus* (Tiliaceae). *Revista de Biología Tropical*, 50(1), 31-36.
- Flores Guido, J. S. (2002). Diferentes usos de las leguminosas en la Península de Yucatán. *Sociedades rurales, producción y medio ambiente*, 3(1), 59-63.
- García, E. (2004). Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen, Serie Libros, núm. 6, Instituto de Geografía, UNAM, México.
- Harms, K. E., & Paine, C. E. T. (2003). Regeneración de árboles tropicales e implicaciones para el manejo de bosques naturales. *Ecosistemas Revista científica de ecología y medio ambiente*, 12(3), 1-16.
- Humbert, L., Gagnon, D., Kneeshaw, D., & Messier, C. (2007). A shade tolerance index for common understory species of northeastern North America. *Ecological Indicators*, 7, 195-207.
- Kobe, R. K., Pacala, S. W., Silander, J. A., & Canham, C. D. (1995). Juvenile tree survivorship as a component of shade tolerance. *Ecological Application*, (5), 517-532. doi: <https://doi.org/10.2307/1942040>
- Koornneef, M., Bentsink L., & Hilhorst, H. (2002). Seed dormancy and germination. *Current Opinion in Plant Biology*, 5, 33-36.
- Kuehl, R. 2001. Diseño de experimentos. Tomson Editores S.A. México.
- Lagunes, M., & Hernández, R. D. (1994). Análisis estructural de dos bosques naturales de *Abies religiosa* y *Pinus montezumae* - *Pinus teocote* en el ejido Rancho Nuevo, Municipio de Perote Veracruz, México. (Tesis de licenciatura). Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, México.
- Martínez-Sánchez, J. L. (2004). Fragmentación y remoción de semillas en el piso de la selva húmeda tropical: el caso de la reserva natural de Los Tuxtlas, sureste de México. *Universidad y Ciencia*, 20(39), 7-14.
- Napier, I., & Robbins, M. (1989). Forest seed and nursery practice in Nepal. En: K. Babar Mahal (Ed.). Forestry Research Project. *Department of Forestry and Plant research* (157). Nepal, UK, Sayogi epress.
- Nellis, D. N. (1994). *Seashore plants of South Florida and the Caribbean: A guide to identification and propagation of xeriscape plants*. Florida, Estados Unidos: Pineapple Press Inc.
- Niembro Rocas, A. (2001). Las diásporas de los árboles y arbustos nativos de México: posibilidades y limitaciones de uso en programas de reforestación y desarrollo agroforestal. *Madera y Bosques*, 7(2), 3-11. doi: <https://doi.org/10.21829/myb.2001.721308>
- Nonogaki, H., Bassel, G. W., & Bewley, J. D. (2010). Germination-Still a mystery. *Plant Science*, 179(6), 574-581. doi: <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2010.02.010>

- Pascarella, J. B. (1997). Hurricane disturbance and the regeneration of *Lysiloma latisiliquum* (Fabaceae): a tropical tree in south Florida. *Forest Ecology and Management*, 92(1-3),97-106. doi: [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(96\)03918-7](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(96)03918-7)
- Pennington, T. D., & Sarukhán, J. (1998) *Árboles tropicales de México*. D.F, México: Universidad Nacional Autónoma de México y Fondo de Cultura Económica.
- Pérez-Hernández, I., Ochoa-Gaona, S., Vargas-Simón, G., Mendoza-Carranza, M., & González-Valdivia., N. A. (2011). Germinación y supervivencia de seis especies nativas de un bosque tropical de Tabasco, México. *Madera y Bosques*, 17(1), 71-91. doi:<https://doi.org/10.21829/myb.2011.1711155>
- Rico Arce, M. L., Gale, S.L., & Maxted, N. (2008). Taxonomic study of *Albizia* (Leguminosae: Mimosoideae: Ingeae) in México and Central América. *Anales del Jardín Botánico de Madrid*, 65(2), 255-305.
- Ricker, M., Siebe, C., Sánchez, S. B., Shimada, K., Larson, B. C., Martínez-Ramos, M., & Monagnini, F. (2000). Optimising seedling management: *Pouteria sapota*, *Diospyros digyna*, and *Cedrela odorata* in a Mexican rainforest. *Forest Ecology and Management*, 139(1),63-77. doi: [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(99\)00335-7](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(99)00335-7)
- Schmidt, L. (2007). *Tropical Forest Seed*. New York, Estados Unidos Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Snook, L. K. (1993). *Stand dynamics of Mahogany (Swietenia macrophylla King) and associated species after fire and hurricane in the tropical forests of the Yucatan Peninsula, Mexico*. (PhD Dissertation). Yale University, New Haven, Conn, EUA.
- Shinomura, T. (1997). Phytochrome regulation of seed germination. *Journal of Plant Research*, 110(1),151-161.
- Vázquez-Yanes, C., & A. Orozco-Segovia. (1992). El bosque lluvioso en América Tropical: Dinámica forestal, reforestación, manipulación de las semillas y problemas de manejo. *Tree Planters' Notes*, 43(4),119-124.
- Vázquez-Yanes, C., & Batis, A. I. (1996). Adopción de árboles nativos valiosos para la restauración ecológica y la reforestación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, (58),75-84. doi: <https://doi.org/10.17129/botsci.1488>
- Vester, H. F. M., & Navarro Martínez, A. (2007). *Fichas ecológicas: Árboles maderables de Quintana Roo*. Quintana Roo, México: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología-Quintana Roo, Ecosur.

Notas de autor

bernadzib@yahoo.es

Información adicional

Cómo citar: Haas-Tzu, J. E., Dzib-Castillo, B., Poot-Pool, W. S., & Chiquini-Medina, R. (2019). Efecto de la sombra sobre la emergencia de plántulas de especies maderables nativas de la Península de Yucatán. *Acta Universitaria*, 29, e1832. doi: 10.15174/au.2019.1832