

# Revista Cubana de Ciencias Forestales

Volumen 13, número 2; 2025, mayo-agosto



*Crecimiento de guayacán (Guaiacum sanctum L., Zygophyllaceae)  
bajo diferentes niveles de sombra*

*Growth of guaiacum (Guaiacum sanctum L., Zygophyllaceae) under  
different levels of shade*

*Crescimento de guaiacum (Guaiacum sanctum L., Zygophyllaceae) sob diferentes níveis  
de sombreamento*

Benito Bernardo Dzib-Castillo<sup>1\*</sup> , María Margarita Mex-Villalobos<sup>1</sup> ,  
Edith González-Lazo<sup>2</sup> , Gustavo Enrique Mendoza-Arroyo<sup>1</sup> ,  
Noel Antonio González-Valdivia<sup>1</sup> , Gerardo Raúl Rodríguez-Uc<sup>1</sup> ,  
Francisco Manuel Tomás Arriola-Escalante<sup>3</sup> , Maximiliano Vanoye-Eligio<sup>\*1,2</sup> 

<sup>1</sup>Tecnológico Nacional de México, Tecnológico de Chiná. Calle 11 s/n entre 22 Y 28, Chiná, Campeche. México. C.P. 24520.

<sup>2</sup>Tecnológico Nacional de México, Tecnológico Superior de Escárcega. 85 S/N, Unidad Esfuerzo y Trabajo 1, C.P. 24350, Escárcega, Campeche, México.

<sup>3</sup>Tecnológico Nacional de México, Tecnológico de Campeche. Carretera Campeche – Escárcega, km. 9 C.P. 24500, Lerma, Campeche, México.

\*Autor de correspondencia: maxvanoye@itsescarcega.edu.mx

**Recibido:**16/01/2024.

**Aprobado:** 24/04/2025

**Publicado:**26/04/2025



## RESUMEN

Debido al valor económico de su madera, *Guaiacum sanctum* L. ha sido sobreexplotada, colocándola en riesgo de extinción. Debido a su lento crecimiento, ocasiona una recuperación lenta en su población. El objetivo de este trabajo fue evaluar el crecimiento de plantas de *G. sanctum* bajo diferentes intensidades de sombra. Se utilizó un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos. Las variables evaluadas fueron altura, diámetro basal y la supervivencia en un periodo de 153 días. Se realizó un análisis de varianza para detectar si hay diferencias entre los tratamientos utilizando software Infostat 2020. La supervivencia si mostró diferencias entre tratamientos, mientras que al final del periodo de evaluación se observaron diferencias estadísticas entre tratamientos en el incremento total de la altura ( $p=0.0196$ ), donde el tratamiento a pleno sol obtuvo el mayor incremento ( $17.07 \pm 14.95$  cm); en el caso del diámetro, solo se observaron diferencias estadísticas en el incremento promedio ( $p<0.001$ ) entre tratamientos, siendo la sombra del 35 % en donde se obtuvo el mayor incremento promedio (5.21 mm). Los resultados indican que el incremento en altura y diámetro de *G. sanctum* se da en condiciones de mayor luminosidad, considerando la sombra de las copas de los árboles que influyen en la búsqueda de la luz en el incremento de la altura y la sombra que se puede tener permite el incremento en el diámetro.

**Palabras clave:** flora nativa, amenazada, reforestación, sobreexplotación, supervivencia.

## ABSTRACT

Due to the economic value of its wood, *Guaiacum G. sanctum* L. has been overexploited, placing it at risk of extinction. Due to its slow growth, it causes a slow recovery in its population. The objective of this study was to evaluate the growth of *G. sanctum* plants under different shade intensities. A completely randomized design with four treatments was used. The variables evaluated were height, basal diameter, and survival over a period of 153 days. An analysis of variance was performed to detect differences between treatments using Infostat 2020 software. Survival did show differences between treatments, while at the end of the evaluation period, statistical differences were observed between treatments in the total increase in height ( $p = 0.0196$ ), with the full sun treatment obtaining the greatest increase ( $17.07 \pm 14.95$  cm); in the case of diameter,



statistical differences were only observed in the average increase ( $p < 0.001$ ) between treatments, with the 35% shade treatment obtaining the greatest average increase (5.21 mm). The results indicate that the increase in height and diameter of *G. sanctum* occurs under conditions of greater luminosity, considering the shade of the treetops that influences the search for light in the increase in height and the shade that can be had allows the increase in diameter.

**Keywords:** native flora, threatened, reforestation, overexploitation, survival.

---

## RESUMO

Devido ao valor econômico de sua madeira, o *Guaiacum sanctum* L. tem sido sobreexplorado, colocando-o em risco de extinção. Devido ao seu crescimento lento, isso resulta em uma recuperação lenta de sua população. O objetivo deste estudo foi avaliar o crescimento de plantas de *G. sanctum* sob diferentes intensidades de sombreamento. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos. As variáveis avaliadas foram altura, diâmetro basal e sobrevivência ao longo de um período de 153 dias. Uma análise de variância foi realizada para detectar diferenças entre os tratamentos utilizando o software Infostat 2020. A sobrevivência apresentou diferenças entre os tratamentos, enquanto ao final do período de avaliação, foram observadas diferenças estatísticas entre os tratamentos no aumento total da altura ( $p = 0,0196$ ), com o tratamento a pleno sol obtendo o maior aumento ( $17,07 \pm 14,95$  cm); No caso do diâmetro, diferenças estatísticas foram observadas apenas no aumento médio ( $p < 0,001$ ) entre os tratamentos, sendo o maior aumento médio (5,21 mm) observado na área sombreada a 35%. Os resultados indicam que o aumento da altura e do diâmetro de *G. sanctum* ocorre em condições de maior luminosidade. Considerando a sombra das copas das árvores, que influencia a busca por luz e aumenta a altura, a sombra disponível permite o aumento do diâmetro.



**Palabras-chave:** flora nativa, amenazada, reforestamiento, sobreexplotación, sobrevivencia.

## INTRODUCCIÓN

México es uno de los países megadiversos del mundo, que en la actualidad enfrenta problemas ambientales como la sobreexplotación de sus recursos naturales, la fragmentación y pérdida de hábitat y biodiversidad, extinción de especies, y la degradación de suelos, entre otros (Boyer y Cariño, 2013; Morales *et al.*, 2014; Navarro-Sigüenza *et al.*, 2014; Morrone, 2019). *G. sanctum*, es un árbol maderable en riesgo de extinción debido a la deforestación para la agricultura y la ganadería (Mendoza-Arroyo *et al.*, 2011; López *et al.*, 2012; Zúñiga-Ortiz, 2015). El hábitat de *G. sanctum* se encuentra en disminución, debido principalmente a la deforestación asociada con el aumento de las poblaciones humanas y la conversión de bosques en áreas de usos múltiples por el ser humano; por lo cual se encuentra dentro de la lista roja de especies amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 2025) y también está catalogada en el apéndice II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES, 2024; CONABIO, 2021). Esta situación se agrava debido a que *G. sanctum* es una especie de lento crecimiento (Fumero, 2021); por lo cual, es necesario entender los factores que afectan su crecimiento, influenciado por sus características genéticas y su interacción con el medio ambiente, como el clima, el suelo y la topografía que en conjunto se refieren a la calidad del sitio (Prodan, 1997). Esta especie se clasifica como tolerante a la sombra, debido posiblemente a su característica de crecimiento lento y su resistencia a la sequía (Daley y Zimmerman, 2008). Dado su lento crecimiento, *G. sanctum* puede llegar a tener edades mayores de 1000 años (Wendelken y Martín, 1987). Vester y Navarro (2007) mencionan que a nivel de planta su tasa de crecimiento relativa es más alta en áreas abiertas que bajo sombra, y en observaciones realizadas en el jardín botánico “Dr. Alfredo Barrera Marín” en Puerto Morelos, Quintana Roo, México, se demostró que individuos de más de 15 años no tienen tamaños mayores a 1.5 m de altura y 1 cm de diámetro.

Por otro lado, Cordero y Boshier (2003) mencionan que *G. sanctum* se ramifica mucho a plena exposición solar, por lo que pueden llegar a formar varios ejes principales, en



consecuencia, no es recomendada para plantaciones puras en monocultivos, sin embargo, se recomienda en plantaciones mezcladas bajo cierta sombra lateral para lograr un desarrollo óptimo del fuste; por ejemplo, mezclada con especies de crecimiento medio y rápido, que le proporcionen la sombra necesaria durante su establecimiento y desarrollo. Esto se ha observado en áreas naturales, donde *G. sanctum* es típica del bosque seco, donde crece asociada con otras especies como *Astronium graveolens* Jacq (ron ron), *Tabebuia ochracea* (Cham.) Standl (cortez amarillo), *Sideroxylon capiri* Pittier (tempisque), entre otras. En Nicaragua es un árbol representativo de las zonas muy secas y calientes, asociado a *Caesalpinia coriaria* (Jacq.) Willd y *Haematoxylon brasiletto* H. Karst; crece en elevaciones bajas desde los cinco m.s.n.m. muy cerca de la costa hasta los 700 m.s.n.m., con climas secos a semiáridos, y precipitación inferior a los 1500 mm anuales; se desarrolla en terrenos rocosos y calizos, en especial en pendientes moderadas a fuertes (Cordero y Boshier, 2003).

Por su parte, Ferrufino *et al.* (2016) mencionan que esta especie, durante sus primeros estadios o años de crecimiento, se establece en altas densidades, por lo que presenta un patrón de distribución espacial agrupado. Sin embargo, no se tiene mucha información sobre su crecimiento en diferentes condiciones de sombra, por lo cual el objetivo del presente estudio fue evaluar la respuesta del crecimiento de plantas de *G. sanctum* establecidas bajo diferentes intensidades de sombra. Se plantea como hipótesis que el crecimiento de las plantas en diámetro y altura no serán iguales en los diferentes niveles de sombra.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en el área de investigación agroforestal del Instituto Tecnológico de Chiná, ubicado en el poblado de Chiná, Campeche, México, en las coordenadas 19°46'13"N 90°30'12"W, el clima predominante es cálido subhúmedo con temperatura media anual de 27 °C (García, 2004). Dicho experimento se estableció en noviembre de 2017 y el periodo de evaluación fue de 153 días.

### Tratamientos



En la investigación se utilizó un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos: pleno sol (0% T1), 35%, (T2), 60% (T3) y 90% (T4) de sombra, con cinco repeticiones. Para la sombra se utilizó malla sombra de polietileno, la cual se colocó sobre una estructura metálica con dimensiones de 1x1 m, que cubrió el techo y los cuatro costados de dicha estructura para evitar la entrada de luz directa. Para cada tratamiento se utilizaron cinco plantas (cada planta se considera una repetición) de *G. sanctum*, tomando como unidad experimental cada una de las plantas, estas tenían una edad de 3 meses, las cuales se obtuvieron de un trabajo anterior de tratamientos pregerminativos (Mex-Villalobos *et al.*, 2021), las cuales fueron trasplantadas en bolsas de polietileno negro con capacidad de 2 kg. El sustrato fue suelo del tipo Tzequel (Leptosol lítico); mediante riegos constantes se evitó la pérdida de humedad en el sustrato.

#### *Variables evaluadas*

Una vez colocadas las plantas dentro de las diferentes estructuras con sombra, se midió el diámetro basal del tallo al nivel del sustrato (mm), utilizando un vernier digital marca Cadena® modelo A020. La altura total (cm) se midió con una regla graduada desde el nivel del sustrato hasta el ápice de la planta. Estas mediciones se realizaron cada siete días tomando 12 datos en un periodo de 153 días. Con los datos de altura y diámetro se calcularon los incrementos para cada periodo de siete días, promedio y el incremento total. El porcentaje de supervivencia de las plantas establecidas para cada tratamiento se registró mediante conteo de plantas vivas y muertas.

Se observó que los datos no cumplen el supuesto de normalidad según la prueba de Shapiro – Will,  $p < 0,05$ , por lo que para determinar el efecto de los tratamientos sobre las variables evaluadas se empleó la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis, la cual permite contrastar las medias para identificar diferencias entre tratamientos en el software estadístico INFOSTAT 2020 (Di Rienzo *et al.*, 2020).

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

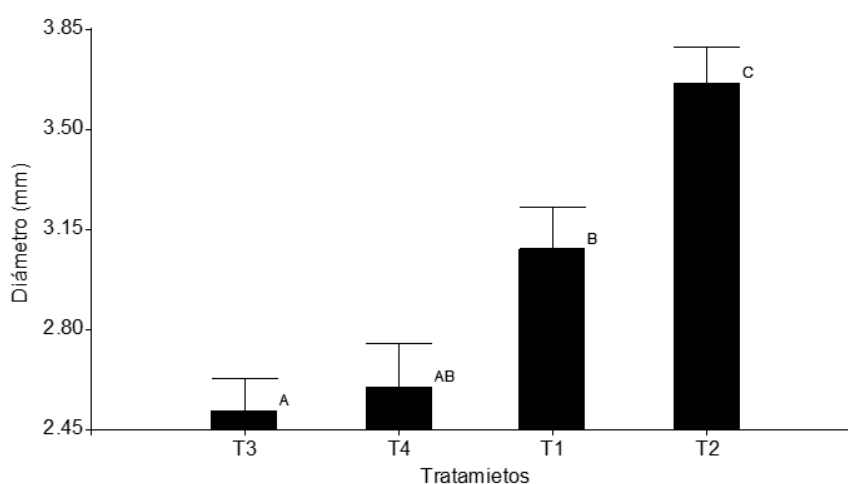




### Sobrevivencia

La sobrevivencia de las plántulas fue distinta en cada uno de los tratamientos, observándose al final del periodo de evaluación que T2 y T3 tuvieron 100 % de supervivencia, seguidos de T4 con 80 %, siendo el menor T1 con solo el 20 %.

En el caso de las variables de crecimiento, el diámetro basal presentó diferencias significativas entre tratamientos ( $p < 0.0001$ ), donde el mejor tratamiento fue T2 (C) con una desviación estándar de  $3.66 \pm 1.21$  mm, seguido por T1 ( $3.08 \pm 1.38$ ), T4 ( $2.60 \pm 0.29$ ), y al final el menor valor lo obtuvo T3 con  $2.52 \pm 0.61$  mm (Figura 1). Estos resultados muestran que esta variable requiere cierto nivel de sombra para su crecimiento. Por otro lado, la variable altura no mostró diferencias estadísticas significativas ( $p = 0.15151$ ) (Figura 1).



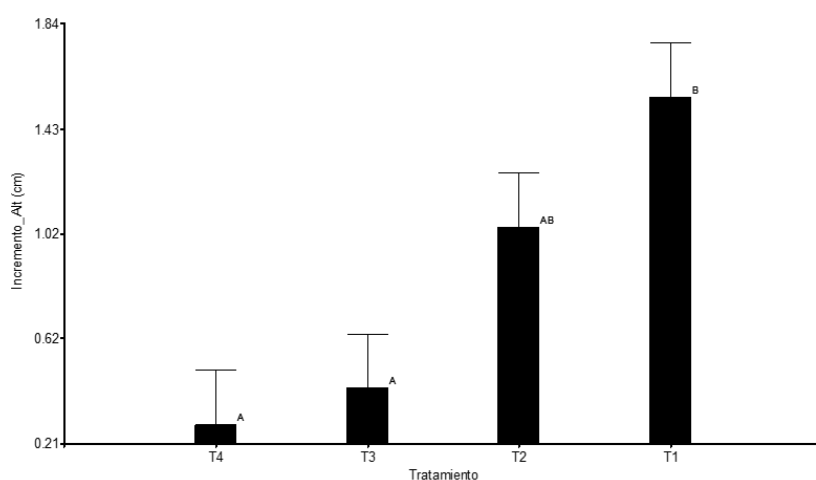
**Figura 1.** - Crecimiento en diámetro de plántulas de *Guaiacum sanctum* L. bajo diferentes niveles de sombra (periodo de 153 días). T1: pleno sol, T2: 35% de sombra, T3: 60% de sombra, T4: 90% de sombra. A: No muestran diferencias significativas; B, C.: Muestran diferencias significativas

### Altura y diámetro

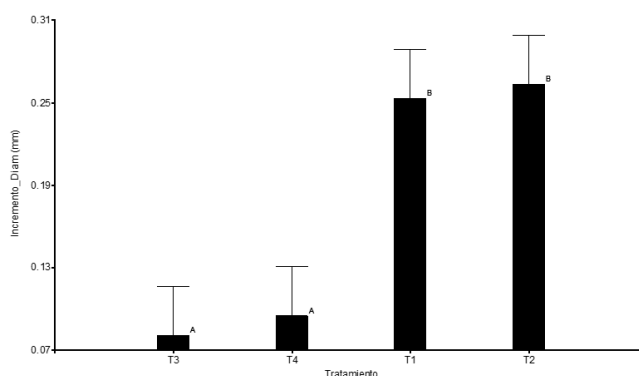




En cuanto al incremento promedio en altura y diámetro, estas variables mostraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ( $P=0.0002$  y  $P<0.0001$  respectivamente). En el caso de la altura, el mayor incremento promedio ( $1.56 \pm 1.16$  cm) se obtuvo en el tratamiento T1 (pleno sol), seguido del T2 (35 % de sombra) ( $1.05 \pm 0.74$  cm), los menores incrementos promedio se obtuvieron en T3 y T4 (Figura 2). En el caso del diámetro el mayor incremento promedio se obtuvo en T2 (35 % de sombra) ( $0.26 \pm 0.12$  mm), seguido de T1 ( $0.25 \pm 0.19$  mm), sin embargo, entre estos dos tratamientos no se observaron diferencias estadísticas, al igual que entre los tratamientos T3 ( $0.08 \pm 0.04$ ) y T4 ( $0.10 \pm 0.07$ ) donde T3, (Figuras 2 y 3).

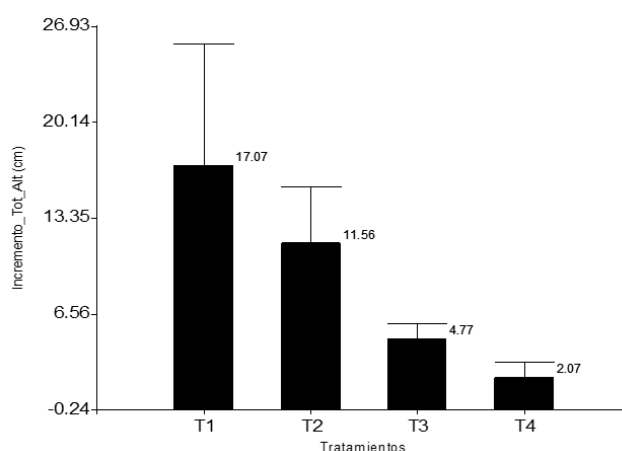


**Figura 2.** - Incremento promedio en altura de plántulas de *Guaiacum sanctum* L. bajo diferentes niveles de sombra. T1: pleno sol, T2: 35% de sombra, T3: 60% de sombra, T4: 90% de sombra. A: No muestra diferencias significativas; B: Muestra diferencias significativas



**Figura 3.** - Incremento promedio en diámetro de plántulas de *Guaiacum sanctum* L. bajo diferentes intensidades de sombra. T1: pleno sol, T2: 35% de sombra, T3: 60% de sombra, T4: 90% de sombra. A: No muestra diferencias significativas; B: Muestra diferencias significativas

Al final del periodo de mediciones, en el incremento total, solo se identificaron diferencias estadísticas en la variable altura ( $P=0.0196$ ). El mayor incremento se obtuvo en T1 (pleno sol) ( $17.07 \pm 14.95$  cm), seguido de T2 (35 % de sombra) ( $11.56 \pm 9.03$ ), T3 ( $4.77 \pm 2.74$ ), y el menor incremento se obtuvo en T4 (90 % de sombra) ( $2.07 \pm 1.85$ ) (Figura 4).



**Figura 4.** - Incremento total en la altura de las plantas de *Guaiacum sanctum* L. bajo diferentes niveles de sombra en un periodo de 153 días. T1: pleno sol, T2: 35% de sombra, T3: 60% de sombra, T4: 90% de sombra

González *et al.* (2009) mencionan que probablemente debido a la poca competencia de los recursos que tienen los sitios abiertos, las plantas de *G. sanctum* poseen un mayor crecimiento, a diferencia de los sitios bajo dosel cerrado, esto coincide con lo obtenido en esta investigación, ya que el mayor incremento en altura se obtuvo en el tratamiento a pleno sol, aunque el mayor crecimiento al final del estudio se observó en el diámetro con sombra del 35 %, seguido del tratamiento a pleno sol. Estos resultados aportan información concreta respecto a la demanda de luz de esta especie.

Por otro lado, Fumero (2021) menciona que es importante comprender e identificar los factores ambientales que influyen en el crecimiento de *G. sanctum*, lo cual sería útil antes de implementar estrategias para aumentar el tamaño de la población de esta especie.



López et al. (2012) mencionan que las diferencias en el tamaño promedio de altura y diámetro de la especie *G. sanctum* se pueden deber a las variables climáticas. En Campeche, *G. sanctum* se ha identificado como una especie arbórea abundante en un área natural protegida estatal (Mendoza-Arroyo *et al.*, 2011), lo cual también ha ocurrido en otras áreas naturales protegidas de otros países latinoamericanos (Zúñiga-Ortiz, 2015). Por lo que se infiere, que la regeneración de esta especie en áreas protegidas, donde las distintas actividades antropogénicas son escasas y son frecuentes áreas con sombra con al menos el 30%, permite la recuperación de las poblaciones de *G. sanctum*, como mostraron los resultados del presente estudio.

## CONCLUSIONES

De acuerdo con el estudio realizado, los resultados indican que las plántulas de *G. sanctum* requieren sombra del 35 % para incrementar en diámetro, y condiciones de pleno sol para incrementar en altura, lo cual muestra que en condiciones de claros dentro de la selva puede conseguir estas condiciones. Además, para asegurar la sobrevivencia en edades iniciales es necesario que las plántulas estén en condiciones de sombra altas, es decir, porcentajes de sombra mayores al 60%.

## AGRADECIMIENTOS

Al Tecnológico Nacional de México, campus Chiná por brindar las instalaciones, a los estudiantes de este Instituto y a los productores de la comunidad de Pich, Campeche, por su apoyo en la recolección de frutos y semillas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOYER, C., CARIÑO, M., 2013. México y sus revoluciones ambientales. RCC Perspectives, vol. 7, pp. 9-16. Disponible en: [https://www.academia.edu/6058106/Mexico\\_y\\_sus\\_revoluciones\\_ambientales\\_con\\_Micheline\\_Cari%C3%B1o\\_](https://www.academia.edu/6058106/Mexico_y_sus_revoluciones_ambientales_con_Micheline_Cari%C3%B1o_)



COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD (CONABIO), 2021. Manual de procedimientos para emitir consideraciones técnicas por especie para la formulación de Dictámenes de Extracción No Perjudicial (NDF) [en línea]. México: Autoridad Científica CITES. Disponible en: [https://www.biodiversidad.gob.mx/media/1/planeta/cites/files/CONABIO\\_NDF\\_guayacan.pdf](https://www.biodiversidad.gob.mx/media/1/planeta/cites/files/CONABIO_NDF_guayacan.pdf)

CONVENCIÓN SOBRE EL COMERCIO INTERNACIONAL DE ESPECIES AMENAZADAS DE FAUNA Y FLORA SILVESTRES, 2024. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres [en línea]. 2024. S.l.: CITES. [consulta: 6 marzo 2025]. Disponible en: <https://cites.org/esp/disc/text.php>.

CORDERO, J., 2003. Árboles de Centroamérica: un manual para extensionistas [en línea]. Costa Rica: Bib. Orton IICA / CATIE. ISBN 978-0-85074-161-2. Disponible en: [https://books.google.com.cu/books/about/%C3%81rboles\\_de\\_Centroam%C3%A9rica.html?hl=es&id=q-0NAQAIAAJ&redir\\_esc=y](https://books.google.com.cu/books/about/%C3%81rboles_de_Centroam%C3%A9rica.html?hl=es&id=q-0NAQAIAAJ&redir_esc=y).

DALEY, B.F., ZIMMERMAN, T.W., 2008. Germinating five forest tree species native to the Virgin Islands. Tree planter's notes. [en línea], vol. 53 no. 1 pp. 10-15. Disponible en: <https://caribbeanclimatehub.org/wp-content/uploads/2019/08/GerminationFiveForestTreesSpeciesNativetotheVirginIslands.pdf>. Fecha de consulta: Consultado 29 de abril de 2024.

DI RIENZO, J.A., CASANOVES, F., BALZARINI, M., GONZALEZ, L., TABLADA, M.R.C.W. y ROBLEDO, C.W. 2020. InfoStat versión 2020. Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL Disponible en: <http://www.infostat.com.ar>

FERRUFINO ACOSTA, L., MEJÍA ORDOÑEZ, T.M. y CORRALES, R., 2016. Estudio poblacional de *Guaiaecum sanctum* L. (Zygophyllaceae) en los bosques secos de Honduras. Revista Ciencia y Tecnología [en línea], no. 19, Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/320177895\\_Estudio\\_poblacional\\_de\\_Guaiaecum\\_sanctum\\_L\\_Zygophyllaceae\\_en\\_los\\_bosques\\_secos\\_de\\_Honduras](https://www.researchgate.net/publication/320177895_Estudio_poblacional_de_Guaiaecum_sanctum_L_Zygophyllaceae_en_los_bosques_secos_de_Honduras)



- FUMERO, J.J., 2021. Biología de conservación del guayacán blanco (*Guaiacum sanctum*) en bosques secos de Puerto Rico. Revista Perspectivas [en línea], vol. 9, Disponible en: <https://uagm.edu/es/v9-perspectivas>.
- GARCÍA, E., 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Geografía. 97 pp. Disponible en: [https://www.academia.edu/12911044/Modificaciones\\_al\\_sistema\\_de\\_clasificaci%C3%B3n\\_clim%C3%A1tica\\_de\\_K%C3%B6ppen\\_para\\_adaptarlo\\_a\\_las\\_condiciones\\_de\\_la\\_Rep%C3%BAblica\\_Mexicana\\_2004\\_Enriqueta\\_Garc%C3%ADa](https://www.academia.edu/12911044/Modificaciones_al_sistema_de_clasificaci%C3%B3n_clim%C3%A1tica_de_K%C3%B6ppen_para_adaptarlo_a_las_condiciones_de_la_Rep%C3%BAblica_Mexicana_2004_Enriqueta_Garc%C3%ADa)
- GONZÁLEZ, B., TIGABU, M., CASTRO, G., CHRISTER P., 2009. Seed germination and seedling establishment of Neotropical dry forest species in response to temperature and light conditions. Journal of Forestry Research [en línea], vol. 20, no. 2. pp. 99-104. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11676-009-0018-y>.
- IUCN, THE INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE. 2025. The IUCN Red List of Threatened Species. Disponible en: <https://www.iucnredlist.org/species/32955/68085952>.
- LÓPEZ, L., IBARRA, G., BURSLEM, D., MARTÍNEZ, E., PINEDA, F., MARTÍNEZ, M., 2012. Protecting a single endangered species and meeting multiple conservation goals: an approach with *Guaiacum sanctum* in Yucatan Peninsula, Mexico. Diversity and Distributions [en línea], vol. 18 no. 6 pp. 575-587. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.1472-4642.2011.00857.x>.
- MENDOZA-ARROYO, G.E., NAVARRO-MARTÍNEZ, A., OCHOA-GAONA, S., WAL, H.V.D., 2011. Arquitectura arbórea y desarrollo del bosque de *Guaiacum sanctum* L. en Balam-kin, Campeche, México. Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente, [en línea], vol. 17 no. 2, pp. 215-224. Disponible en: [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-40182011000200004](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-40182011000200004)



- MEX VILLALOBOS, M.M., CARBALLO HERNÁNDEZ, J.I., GONZÁLEZ LAZO, E.,  
URIBE SAN MIGUEL, J.A. y DZIB CASTILLO, B.B., 2021. Efecto de tratamientos  
pregerminativos en la emergencia de plántulas de *Guaiacum sanctum* L.  
(Zygophyllaceae). Acta universitaria [en línea], vol. 31, [consulta: 6 marzo 2025].  
ISSN 0188-6266. DOI 10.15174/au.2021.3060. Disponible en:  
[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0188-62662021000100115&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0188-62662021000100115&lng=es&nrm=iso&tlng=es).
- MORALES, L., SKUTSCH, M., JARDEL, E., GHILARDI, A., CHRISTOPH, K., JOHN, H.,  
2014. Operationalizing the Definition of Forest Degradation for REDD+, with  
Application to Mexico. Forests. [en línea], vol. 5 no. 7: pp. 1653-1681. Disponible  
en: <https://doi.org/10.3390/f5071653>.
- MORRONE, J.J., 2019. Regionalización biogeográfica y evolución biótica de México:  
encrucijada de la biodiversidad del Nuevo Mundo. Revista Mexicana de  
Biodiversidad, [en línea], vol. 90, no. 4, ISSN 1870-3453, 2007-8706. Disponible en:  
[https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1870-34532019000100405](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-34532019000100405)
- NAVARRO SIGÜENZA, A.G., REBÓN GALLARDO, M.F., GORDILLO MARTÍNEZ, A.,  
TOWNSEND PETERSON, A., BERLANGA GARCÍA, H. y SÁNCHEZ  
GONZÁLEZ, L.A., 2014. Biodiversidad de aves en México. Revista mexicana de  
biodiversidad, [en línea]. vol. 85, ISSN 1870-3453. DOI 10.7550/rmb.41882.  
Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/425/42529679056.pdf>
- PRODAN, M., 1997. Mensura forestal: serie investigación y educación en el desarrollo  
sostenible. Instituto interamericano de cooperación para la agricultura (IICA).  
San José, Costa Rica. 586 p.
- VESTER, H., NAVARRO, A., 2007. Fichas ecológicas: Árboles maderables de Quintana  
Roo. México: El Colegio de la Frontera Sur, Consejo Nacional de Ciencia y  
Tecnología, Gobierno del estado de Quintana Roo, Comisión Nacional para el  
Conocimiento y Uso de Biodiversidad. 139 p. Disponible en:  
[https://www.researchgate.net/publication/280649375\\_Fichas\\_ecologicas\\_de\\_a  
rboles\\_maderables\\_de\\_Quintana\\_Roo](https://www.researchgate.net/publication/280649375_Fichas_ecologicas_de_arboles_maderables_de_Quintana_Roo)



WENDELKEN, P.W., MARTIN, R.F., 1987. Avian consumption of Guaiacum sanctum fruit in the arid interior of Guatemala. Biotropica [en línea], vol. 19 no. 2 pp. 116-121. Disponible en: <https://doi.org/10.2307/2388732>.

ZÚÑIGA-ORTIZ, A., 2015. Conservación del guayacán real (Guaiacum sanctum L., Zygophyllaceae) y cuál es la distribución potencial de sus poblaciones en Costa Rica. Revista Forestal Mesoamericana Kurú, [en línea], vol. 13, no. 30, ISSN 2215-2504. DOI 10.18845/rfmk.v13i30.2453.

#### ***Conflicto de intereses:***

Los autores declaran que no tienen intereses en competencia

#### ***Contribución de los autores:***

Para artículos de investigación con varios autores, se debe proporcionar un breve párrafo que especifique sus contribuciones individuales. Deben usarse las siguientes declaraciones "conceptualización, B.B.D.C. e M.M.M.V. ; metodología, B.B.D.C.; software, G.R.R.U.; validación, G.E.M.A y N.A.G.V.; análisis formal, G.E.M.A y N.A.G.V.; investigación, M.M.M.V. y M.V.E.; recursos, B.B.D.C., F.M.T.A.E ; curación de datos, F.M.T.A.E.; escritura: preparación del borrador original, B.B.D.C. y M.V.E.; escritura: revisión y edición, B.B.D.C. y M.V.E.; visualización, B.B.D.C.; supervisión, E.G.L.; administración del proyecto, E.G.L.; adquisición de fondos, B.B.D.C. ", consulte la taxonomía CRediT para obtener la explicación del término. La autoría debe limitarse a aquellos que han contribuido sustancialmente al trabajo reportado.



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional.

