



# Migración terrestre: la estrategia de los manglares para enfrentar el aumento del nivel del mar

MARÍA XIMENA VEGA MAGUEY<sup>1,3</sup>, ARTURO GARCÍA ROMERO<sup>2</sup>, RODOLFO RIOJA NIETO<sup>3</sup> Y FRANCISCO GUERRA MARTÍNEZ<sup>1,2,3,\*</sup>

<sup>1</sup>Escuela Nacional de Estudios Superiores, Mérida, UNAM. Tablaje Catastral N°6998, Carretera Mérida-Tetiz Km. 4.5, 97357, Municipio de Ucú, Yucatán, México.

<sup>2</sup>Grupo de investigación "Estudios en Geoecología y Ecología del Paisaje". Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, Circuito de la Investigación Científica, Ciudad Universitaria, 04510, Coyoacán, México.

<sup>3</sup>Laboratorio de Análisis Espacial de Zonas Costeras (COSTALAB). UMDI-Sisal, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Tablaje Catastral 34338. Carretera Sierra Papacal-Chuburná Puerto km 5.5, 97302, Sierra Papacal, Mérida, Yucatán, México.

\*[francisco.guerra@enesmerida.unam.mx](mailto:francisco.guerra@enesmerida.unam.mx)

**Resumen:** Uno de los impactos esperados sobre las costas del mundo producto del cambio climático es el aumento del nivel del mar. Esta situación podría comprometer la distribución de los manglares. Frente a este escenario, una de las respuestas de los manglares ha sido la migración terrestre que implica la ocupación de áreas tierra adentro, desplazando ecosistemas adyacentes ubicados en áreas más elevadas. Este trabajo describe las áreas de migración terrestre observadas en el periodo 1981-2020 en los estados de Campeche y Yucatán.

**Palabras clave:** Cambio climático, opresión costera, península de Yucatán, regeneración de manglares, resiliencia costera.



Gobierno de  
**México**

**Ciencia y Tecnología**  
Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación





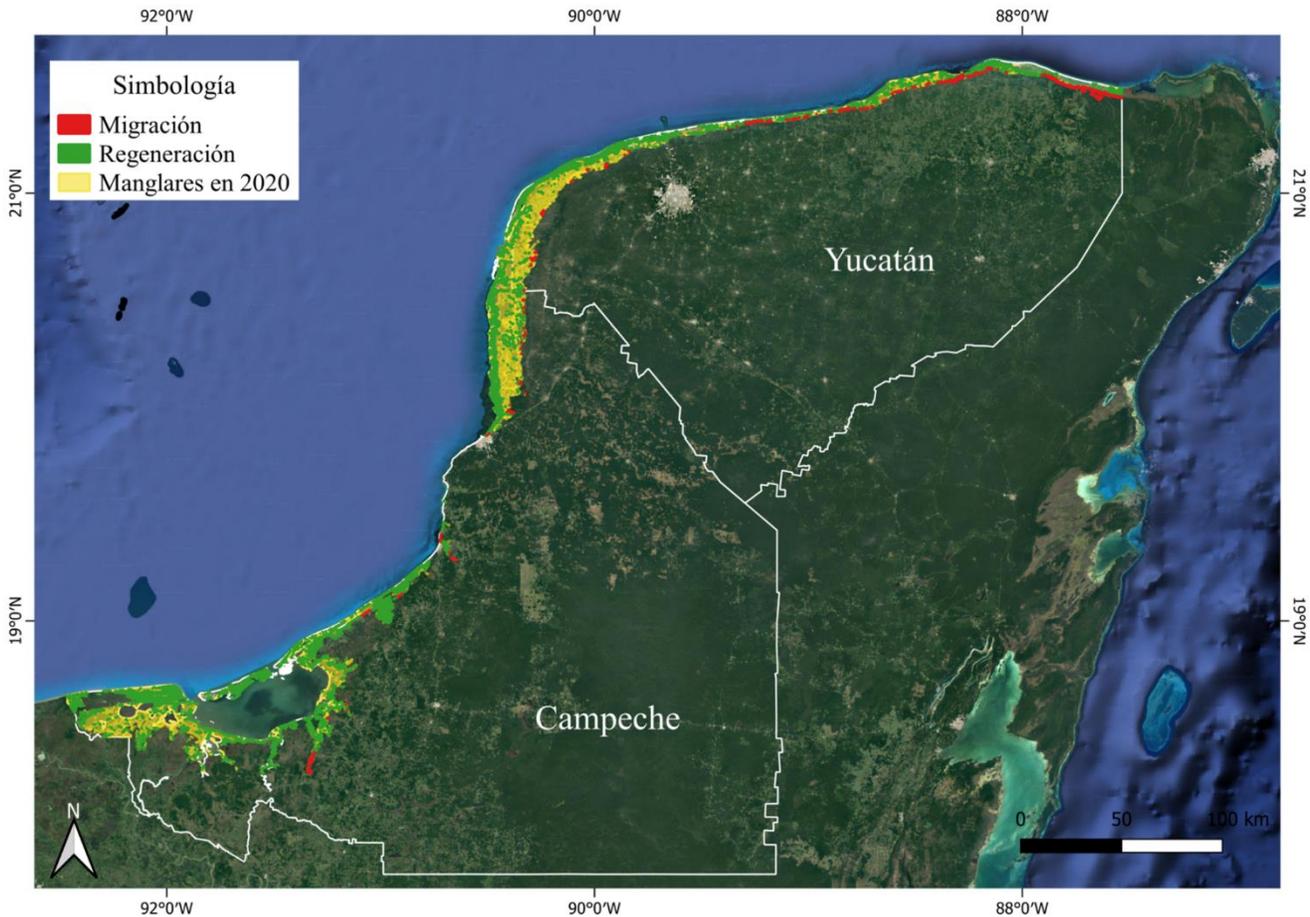
Los manglares se distribuyen en las zonas tropicales y subtropicales, a lo largo de la costa, al interior de lagunas costeras, esteros, deltas y afloramientos de agua dulce (López-Portillo y Ezcurra 2002, Badillo-Alemán *et al.* 2020); crecen en zonas de alta salinidad, en suelos fangosos o arenosos pobres en oxígeno, con altas temperaturas. Se caracterizan por mantenerse bajo una lámina de agua durante la mayor parte del año, especialmente durante la época de lluvias; una situación que provoca condiciones anóxicas en el sedimento (Lovelock *et al.* 2017). En la península de Yucatán habitan cuatro especies de mangle: *Rhizophora mangle* L. (mangle rojo), sus raíces zancos permiten su establecimiento en la zona intermareal; *Avicennia germinans* (L.) L. (mangle negro), adaptado a suelos hipersalinos; *Laguncularia racemosa* (L.) C.F. Gaertn. (mangle blanco) que coloniza áreas menos salinas; y *Conocarpus erectus* L. (mangle botoncillo) que se establece en las zonas más terrestres del manglar con menor influencia mareal (Lugo y Snedaker 1974). Entre los servicios ecosistémicos que proporcionan se encuentran los siguientes: protección costera, captura de carbono, hábitat y refugio de especies como cangrejos, peces, moluscos, reptiles, aves y mamíferos, representan espacios para la educación ambiental, de investigación, cultural y recreativo (Badillo-Alemán *et al.* 2020). Por lo anterior, se consideran ecosistemas de gran importancia y con alto potencial económico, sin embargo, no están exentos de perturbaciones provocadas por disturbios de origen natural y antrópico.

Entre los trópicos del planeta, los manglares son considerados de los ecosistemas más vulnerables (Yáñez-Arancibia *et al.* 2014), siendo el aumento del nivel medio del mar uno de los principales factores de disturbio (Yáñez-Arancibia *et al.* 2016). Este aumento es provocado directamente por el incremento en la temperatura del aire causada por las elevadas concentraciones

de dióxido de carbono en el planeta, situación que favorece el calentamiento global y el cambio climático (Mafi-Gholami *et al.* 2020). Las predicciones del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) estiman un incremento del nivel del mar entre 45 y 50 cm para finales del siglo XXI (Yáñez-Arancibia *et al.* 2014). Frente a este escenario, los manglares han demostrado tener una capacidad de res puesta conocida como migración terrestre, la cual consiste en la regeneración de individuos de manglar en dirección al interior del continente, logrando contrarrestar y adecuarse, en cierto modo, al incremento del nivel del mar (Yáñez-Arancibia *et al.* 2016). La capacidad de migración de los manglares hacia la tierra depende principalmente de la topografía terrestre, la dispersión de la especie, la disponibilidad de los insumos ambientales requeridos y la presencia de barreras físicas terrestres como construcciones y carreteras (Liang *et al.* 2023, Yáñez-Arancibia *et al.* 2014).

El objetivo de este artículo es identificar las áreas de regeneración de manglares que podrían considerarse como migración terrestre en Campeche y Yucatán, México, a partir de la comparación entre la clasificación de la información de vegetación y uso del suelo asociada a manglares de los años 1981 y 2020.

La información espacial empleada fue descargada del geoportal de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Se descargaron las capas de *Distribución de los manglares en México en 1970/1980* (CONABIO 2013) y *Distribución de los manglares en México en 2020* (CONABIO 2021). Para los análisis espaciales y la elaboración de los mapas, se utilizó el programa QGIS Desktop 3.28; las capas fueron intersectadas espacialmente y con la herramienta denominada Diferencia (QGIS 2024), se obtuvieron las zonas que en el año 1981 fueron clasificadas como sel-



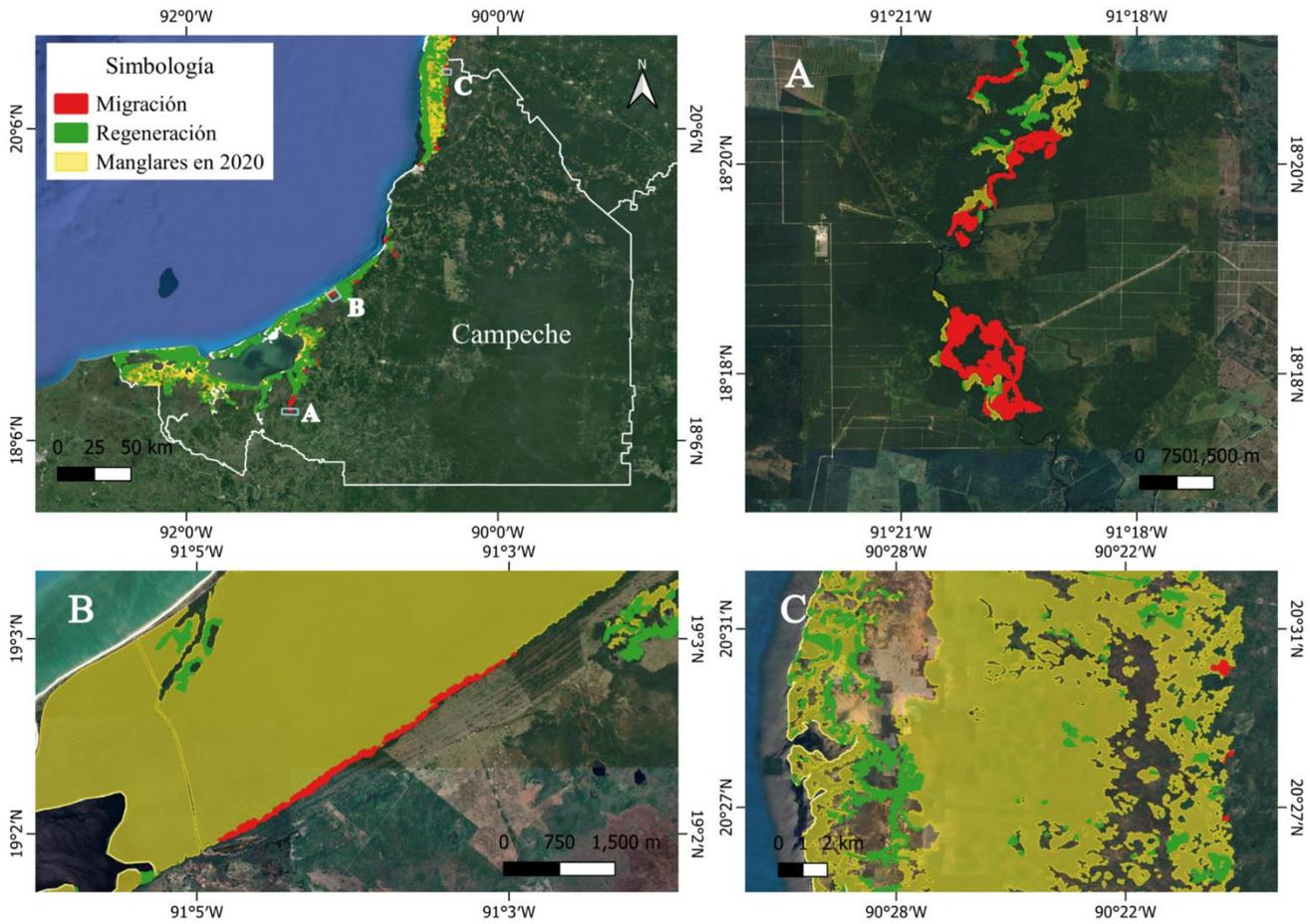
**Figura 1.** Mapa general de las áreas de regeneración y migración en Campeche y Yucatán (áreas intensificadas para mayor visibilidad). (Mapa elaborado por los autores).

vas, otros como humedales o desarrollo antrópico (tierras agrícolas), al igual que aquellas que en el año 2020, fueron clasificados como manglares; estas áreas son consideradas zonas de migración terrestre debido a la redistribución de manglares.

Los resultados obtenidos muestran que en los últimos cuarenta años se regeneraron 259,959.4 m<sup>2</sup> de manglares, de los cuales 30,796.6 m<sup>2</sup> migraron tierra adentro a lo largo de las costas de Campeche y Yucatán (Figura 1). El estado de

Campeche cuenta con una menor área de migración (Figura 2). En las figuras 2 y 3 se presentan algunos ejemplos de las áreas de migración por estado.

La figura 2A, ubicada en el municipio de Carmen, presenta una zona de migración de 1,787.3 m<sup>2</sup> que se encuentra a 52 km aproximadamente de la línea costera y a 21 km de la Laguna de Términos. Por su parte, en la figura 2B, ubicada en el municipio de Champotón, la zona de migración (232 m<sup>2</sup>) se encuentra a 3 km de la costa,



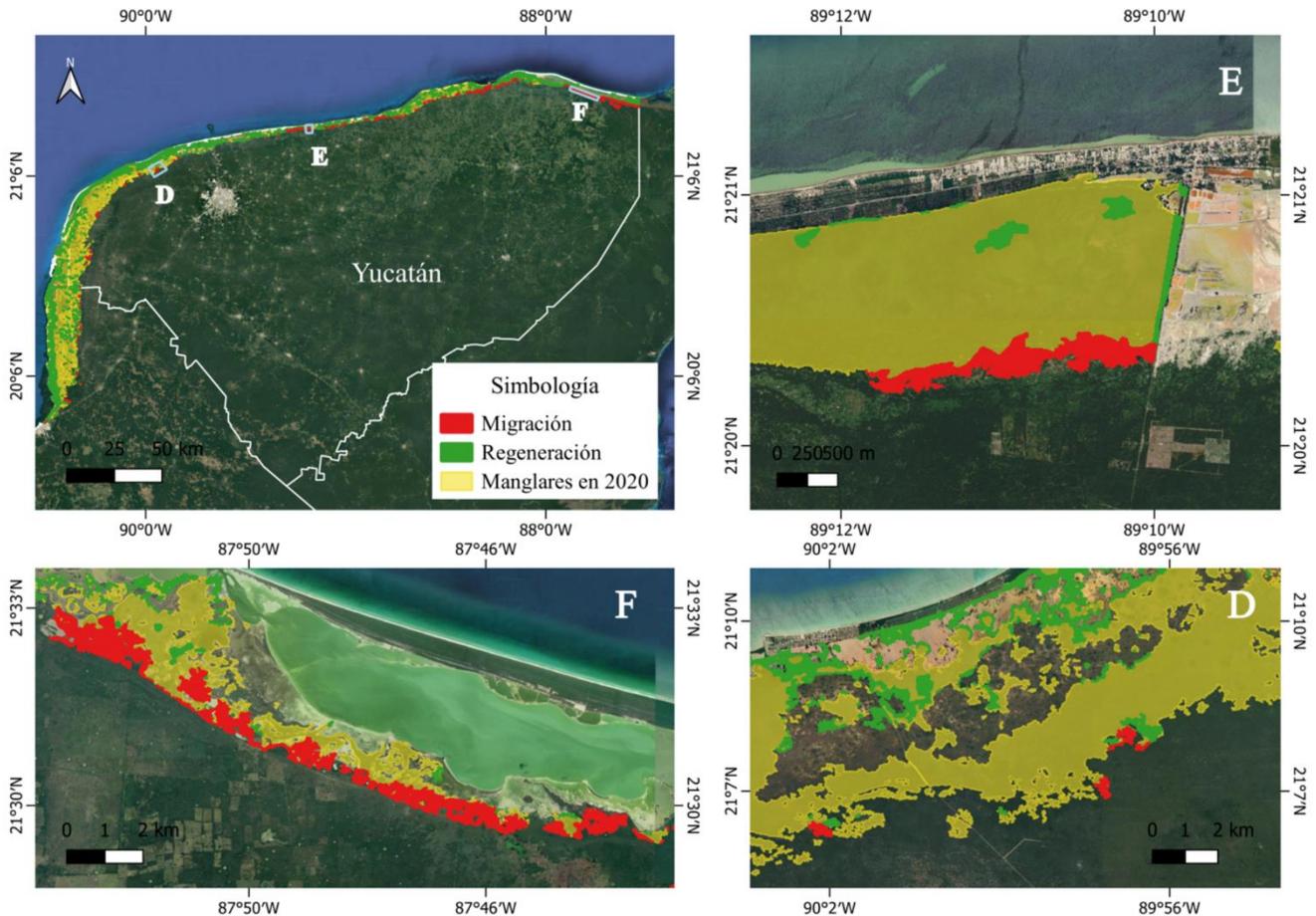
**Figura 2.** Mapa de las áreas de regeneración y migración terrestre en el estado de Campeche. (Mapa elaborado por los autores).

mientras que en la figura 2C, ubicada en el municipio de Calkiní, cuenta con área de migración de 190 m<sup>2</sup> y se ubica a 17 km de la línea de costa. Además, se observa que desde el municipio de Seybaplaya hasta la ciudad de Campeche no hay presencia de manglares.

La figura 3 muestra los manglares en el estado de Yucatán. El municipio de Hunucmá, representado en la figura 3D, cuenta con 287 m<sup>2</sup> de manglar que migró tierra adentro y está a 7.4 km de la línea de costa. La figura 3E, ubicada en

Sinanché, tiene 408 m<sup>2</sup> de migración a 1.6 km de la línea de costa, mientras que en la figura 3F, ubicada en el municipio de Tizimín, se muestra una de las zonas de migración más extensas con 5,488 m<sup>2</sup> y están entre 2.7 y 4.1 km alejados de la costa.

Finalmente, aunque consideramos que las fuentes de información geográfica oficial deben ser tratadas con reservas pues fueron desarrolladas a partir de diferentes insumos de percepción remota, este estudio muestra un indicio de



**Figura 3.** Mapa de las áreas de regeneración y migración terrestre en el estado de Yucatán. (Mapa elaborado por los autores).

que los manglares de Campeche y Yucatán mantienen una dinámica de cambio y una capacidad de adaptación producto de las presiones existentes en las costas en la región. Existe evidencia histórica de que los manglares han mostrado capacidad de resiliencia y migración terrestre frente a los cambios en el nivel del mar (Aburto-Oropeza *et al.* 2021). Sin embargo, el cambio climático avanza de manera acelerada y puede comprometer su distribución. Por lo tanto, es necesario continuar con evaluaciones del proceso de migración terrestre de los manglares,

así como determinar las regiones que podrían fungir como barreras físicas que limiten su desplazamiento. Asimismo, es necesario comenzar a gestionar políticas públicas que permitan la conservación de las áreas de migración para asegurar el mantenimiento de los manglares y los servicios ecosistémicos que proveen.

**Agradecimientos:** Este trabajo fue realizado con el apoyo del Programa de Apoyo a Proyectos para Innovar y Mejorar la Educación UNAM-DGAPA-PAPIME PE303822.



## Referencias

- Aburto-Oropeza O., Burelo-Ramos C.M., Ezcurra E., Ezcurra P., Henríquez C.L., Vanderplank S.E., & Zapata F. 2021.** Relict inland mangrove ecosystem reveals Last Inter-glacial sea levels. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118(41).  
<https://doi.org/10.1073/pnas.2024518118>
- Badillo-Alemán M., Calderón-Godoy C., Garnica-Cabrera A., Salazar S.C., Arceo-Carranza D., Chiappa-Carrara X., y Gallardo A. 2020.** Guía de los servicios ecosistémicos del manglar. ENES-UNAM, Facultad de Ciencias-UNAM, Gobierno de Yucatán, Recorecos.  
<http://www.biocon.unam.mx/difusion-tripticos-servicio/manglar.pdf>
- CONABIO. 2013.** Distribución de los manglares en México en 1970/1980, escala: 1:50000. edición: 1. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Proyecto: GQ004, Los manglares de México: Estado actual y establecimiento de un programa de monitoreo a largo plazo: 2da y 3era etapas. México, DF.  
<http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>
- CONABIO. 2021.** Distribución de los manglares en México en 2020, escala: 1:50000. edición: 1. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Sistema de Monitoreo de los Manglares de México (SMMM). Ciudad de México, México.  
<http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>
- Liang S., Hu W., Liu J., Su S., Chen G., Chen S., Xie B., Du J., Liu W., & Chen B. 2023.** Mapping mangrove sustainability in the face of sea level rise and land use: A case study on Leizhou Peninsula, China. *Journal of Environmental Management* 325(part B): 116554.  
<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.116554>
- López-Portillo J. y Ezcurra E. 2002.** Manglares: una revisión. *Madera y Bosques* 8: 27–51.  
<http://dx.doi.org/10.21829/myb.2002.801290>
- Lovelock C.E., Feller I.C., Reef R., Hickey S., & Ball M.C. 2017.** Mangrove dieback during fluctuating sea levels. *Scientific reports* 7: 1680.  
<https://doi.org/10.1038/s41598-017-01927-6>
- Lugo A.E. & Snedaker S.C. 1974.** The Ecology of Mangroves. *Annual Review of Ecology and Systematics* 5: 39-64.  
<http://dx.doi.org/10.1146/annurev.es.05.110174.000351>
- Mafi-Gholami D., Zenner E.K., & Jaafari A. 2020.** Mangrove regional feedback to sea level rise and drought intensity at the end of the 21st century. *Ecological Indicators* 110: 105972.  
<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.105972>
- QGIS 2024.** QGIS Geographic Information System. QGIS Association.  
<http://www.qgis.org>
- Yáñez-Arancibia A., Day J.W., Twilley R.R., & Day R.H. 2014.** Mangrove swamps: Sentinel ecosystem in front of the climatic change, Gulf of Mexico. *Madera y Bosques* 20 (especial): 39–75.  
<https://doi.org/10.21829/myb.2014.200147>
- Yáñez-Arancibia A., Twilley R.R., y Lara-Domínguez A.L. 2016.** Los ecosistemas de manglar frente al cambio climático global. *Madera y Bosques* 4(2): 3–19.  
<https://doi.org/10.21829/myb.1998.421356>



**Desde el Herbario CICY, 17: 219-225 (25-septiembre-2025)**, es una publicación semanal editada por el Herbario CICY del Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C., con oficinas en Calle 43 x 32 y 34 No. 130, Col. Chuburná de Hidalgo, C.P. 97205, Mérida, Yucatán, México. Tel. 52 (999) 942-8330 Ext. 110, [www.cicy.mx/Sitios/Desde\\_Herbario/](http://www.cicy.mx/Sitios/Desde_Herbario/), [webmas@cicy.mx](mailto:webmas@cicy.mx). Editores responsables: Germán Carnevali, Patricia Rivera Pérez y José Luis Tapia Muñoz. Reserva de Derechos al Título Exclusivo No. 04-2016-041413195700-203, otorgado por el Instituto Nacional del Derecho de Autor, ISSN: 2395-8790. Responsable de la publicación: José Fernely Aguilar Cruz, Calle 43 x 32 y 34 No. 130, Col. Chuburná de Hidalgo, C.P. 97205, Mérida, Yucatán, México. Fecha de última modificación: 25 de septiembre de 2025. Las opiniones expuestas por los autores no necesariamente expresan la postura del editor de la publicación. De la misma manera, la responsabilidad sobre la veracidad y la precisión de los contenidos, le corresponde totalmente a los autores de los ensayos.