



UJAT
UNIVERSIDAD JUÁREZ
AUTÓNOMA DE TABASCO

ISSN 2448-508X

“ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE”

KUXULKAB'

-Tierra viva o naturaleza en voz Chontal-

—Número especial—

Áreas Naturales Protegidas

Volumen 30

Número 68

Septiembre-Diciembre 2024

Dra. Eunice Pérez Sánchez

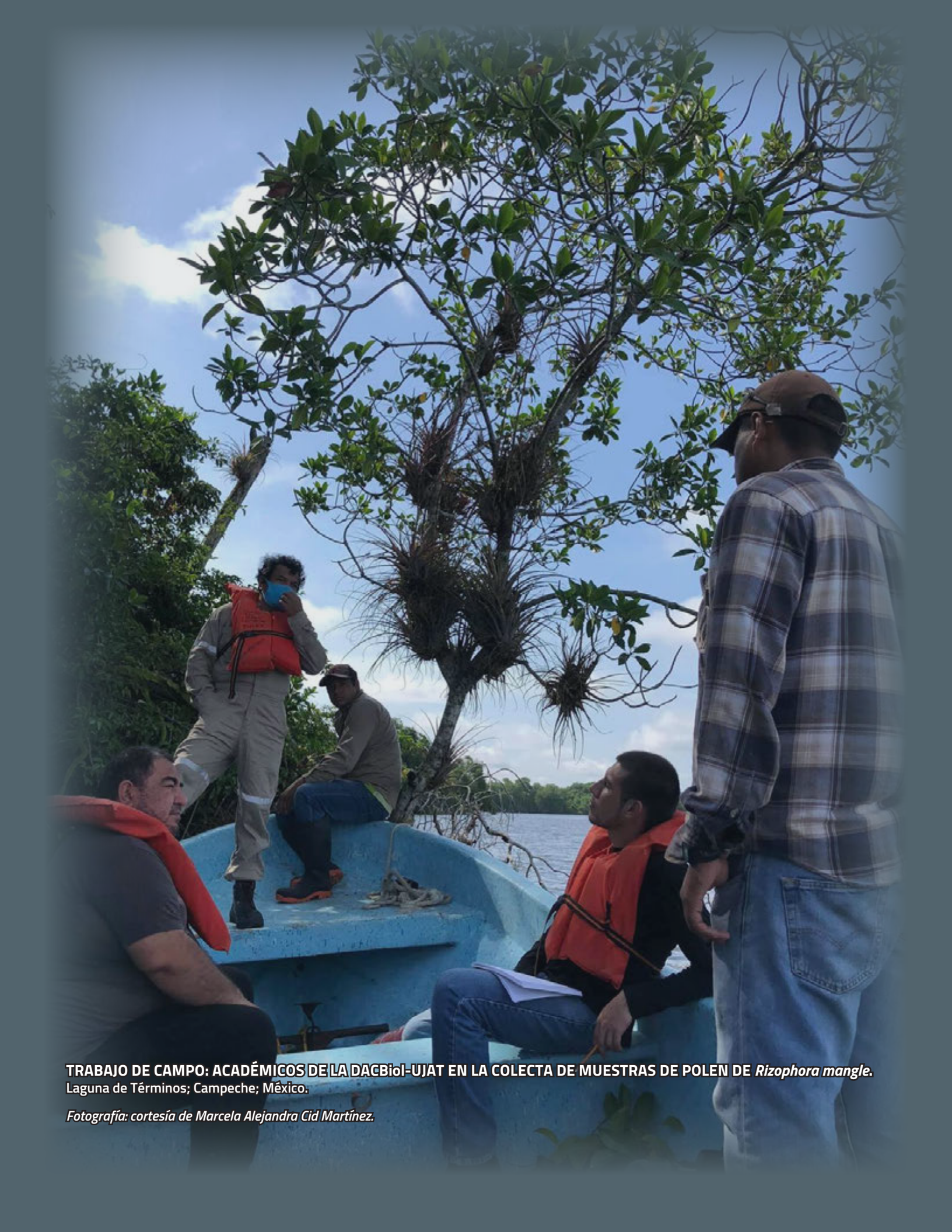
Bióloga por la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT); Maestra en Ciencias en Acuicultura y Doctora en Ciencias (Acuicultura) por el Instituto de Acuicultura de la Universidad de Stirling (Reino Unido). Editora invitada y responsable del número especial.

«Una visión a la conservación de la biodiversidad, protección de especies amenazadas, evaluación del impacto humano, planificación del uso del suelo y monitoreo a largo plazo»

División Académica de Ciencias Biológicas

« REVISTA DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA »





TRABAJO DE CAMPO: ACADÉMICOS DE LA DACBioI-UJAT EN LA COLECTA DE MUESTRAS DE POLEN DE *Rizophora mangle*.
Laguna de Términos; Campeche; México.

Fotografía: cortesía de Marcela Alejandra Cid Martínez.



UJAT

UNIVERSIDAD JUÁREZ
AUTÓNOMA DE TABASCO

“ ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE ”

DIRECTORIO

L.D. Guillermo Narváez Osorio
Rector

Dr. Luis Manuel Hernández Govea
Secretaria de Servicios Académicos

Dr. Wilfrido Miguel Contreras Sánchez
Secretario de Investigación, Posgrado y Vinculación

Lic. Alejandro Bastar Cordero
Encargado de despacho de la Secretaría de Servicios Administrativos

Mtro. Miguel Armando Vélez Téllez
Secretario de Finanzas

Dr. Arturo Garrido Mora
Director de la División Académica de Ciencias Biológicas

Dr. José Roberto Hernández Barajas
Coordinador de Investigación y Posgrado, DACBioI-UJAT

L.C.P. Luz del Carmen Pulido Novero
Coordinadora Administrativa, DACBioI-UJAT

Dra. María Elena Macías-Valadez Treviño
Coordinadora de Docencia, DACBioI-UJAT

M.I.P.A. Araceli Guadalupe Pérez Gómez
Coordinadora de Difusión Cultural y Extensión, DACBioI-UJAT

COMITÉ EDITORIAL DE KUXULKAB'

Dr. Andrés Reséndez Medina †
Editor fundador

Biól. Fernando Rodríguez Quevedo
Editor ejecutivo y encargado

Dra. Coral Jazvel Pacheco Figueroa

Dr. Jesús García Grajales

Dra. Carolina Zequeira Laríos

Dr. Rodrigo García Morales

Dra. María Elena Macías-Valadez Treviño

Ocean. Rafael García de Quevedo Machain

M.C.A. Ma. Guadalupe Rivas Acuña

Dr. Nicolás Álvarez Pliego

Dra. Nelly del Carmen Jiménez Pérez

Dr. Marco Antonio Altamirano González Ortega

Dra. Rocío Guerrero Zárate

Dr. Eduardo Salvador López Hernández

Dra. Nadia Florencia Ojeda Robertos

Dr. Maximiano Antonio Estrada Botello

Dra. Melina del Carmen Uribe López

Dr. José Guadalupe Chan Quijano

Dra. Martha Alicia Perera García

Editores asociados

Dra. Ramona Elizabeth Sanlúcar Estrada

M.C.A. Alma Deysi Anacléto Rosas

Dra. Ena Edith Mata Zayas

M. en Pub. Magally Guadalupe Sánchez Domínguez

Correctores de estilo

M.C.A. María del Rosario Barragán Vázquez

M. en C. Leonardo Noriel López Jiménez

Dra. Violeta Ruiz Carrera

Correctores de pruebas

M.Arq. Marcela Zurita Macías-Valadez

M. en C. Sulma Guadalupe Gómez Jiménez

Traductores

L.I.A. Ervey Baltazar Esponda

Soporte técnico institucional

Téc. Juan Pablo Quiñonez Rodríguez †

Apoyo técnico

CONSEJO EDITORIAL (EXTERNO)

Dra. Lilia María Gama Campillo

División Académica de Ciencias Biológicas, UJAT - México

Dr. Roberto Carlos González Fócil

Jefe del Departamento de Revistas Científicas, UJAT - México

Dra. Juliana Álvarez Rodríguez

División Académica de Ciencias Económico Administrativas, UJAT - México

Dr. Jesús María San Martín Toro

Universidad de Valladolid (UVA) - España

ISSN 2448-508X

KUXULKAB'

La revista KUXULKAB' (vocablo chontal que significa «tierra viva» o «naturaleza») es una publicación cuatrimestral de divulgación científica la cual forma parte de las publicaciones periódicas de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; aquí se exhiben tópicos sobre la situación de nuestros recursos naturales, además de avances o resultados de las líneas de investigación dentro de las ciencias biológicas, agropecuarias y ambientales principalmente.

El objetivo fundamental de la revista es transmitir conocimientos con la aspiración de lograr su más amplia presencia dentro de la propia comunidad universitaria y fuera de ella, pretendiendo igualmente, una vinculación con la sociedad. Se publican trabajos de autores nacionales o extranjeros en español, con un breve resumen en inglés.

KUXULKAB' se encuentra disponible en su portal electrónico a **texto completo** y en **acceso abierto**, así como en diversas plataformas editoriales, directorios y catálogos de revistas:



Revistas Universitarias

Portal electrónico de las publicaciones periódicas de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT).



Repositorio Institucional UJAT

Plataforma desarrollada con el aval del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT); cuenta con un acervo académico, científico, tecnológico y de innovación de la universidad.



Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Red de instituciones que reúnen y diseminan información sobre las publicaciones científicas seriadas producidas en Iberoamérica.



PERIÓDICA - Índice de Revistas Latinoamericanas en Ciencias

Base de datos bibliográfica de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), con registros publicados América Latina y el Caribe, especializadas en ciencia y tecnología.



Google académico - Google Scholar

Buscador de Google enfocado y especializado en la búsqueda de contenido y bibliografía científico-académica (artículos, tesis, libros, patentes, etcétera).



BASE - Bielefeld Academic Search Engine

Motor de búsqueda más voluminosos del mundo, especialmente para recursos web académicos; es operado por la biblioteca de la Universidad de Bielefeld (Bielefeld, Alemania).



MIAR - Matriz de Información para el Análisis de Revistas

Matriz con repertorio de revistas y bases de datos de indexación (citas, multidisciplinarias o especializadas), con el propósito de identificar revistas científicas.



fatcat! - Perpetual Access to the Scholarly Record

Catálogo de publicaciones de investigación que incluye artículos de revistas, actas de congresos y conjuntos de datos.



OAJI - Open Academic Journals Index

Base de datos internacional para indexar revistas científicas de acceso abierto; es manejada por la Universidad Global de Cherkas (United States of America).



Nuestra portada:

«Áreas Naturales Protegidas: conservación y protección de ecosistemas, mediante tecnología, gestión participación comunitaria.

Diseño de:

Eunice Pérez Sánchez & Fernando Rodríguez Quevedo (DACBioI-UJAT).

Fotografías de: Imágenes vectoriales de libre uso alusivas a: manglares, selva y mapeo por GPS.

KUXULKAB', año 30, No. 68, septiembre-diciembre 2024; es una publicación cuatrimestral editada por la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT) a través de la División Académica de Ciencias Biológicas (DACBioI). Av. Universidad s/n, Zona de la Cultura; Col. Magisterial; Villahermosa, Centro, Tabasco, México; C.P. 86040; Tel. (993) 358 1500, 354 4308, extensión 6415; <https://revistas.ujat.mx>; kuxulkab@ujat.mx. Editor responsable: Fernando Rodríguez Quevedo (encargado). Reservas de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2013-090610320400-203; ISSN: 2448-508X, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número: Editor ejecutivo, Fernando Rodríguez Quevedo; Carretera Villahermosa-Cárdenas km 0.5; entronque a Bosques de Saloya; CP. 86039; Villahermosa, Centro, Tabasco; Tel. (993) 358 1500, 354 4308, extensión 6415; Fecha de la última modificación: 17 de septiembre de 2024.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la revista, ni de la DACBioI y mucho menos de la UJAT. Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.



Editorial

Estimados lectores:

El conjunto de artículos que se presenta en este número especial ofrece una visión integral de la conservación ambiental en México, con un enfoque particular en las áreas naturales protegidas. A través de diversos estudios de caso, los artículos resaltan la importancia de estos espacios para la preservación de la biodiversidad, la mitigación del cambio climático y la protección de servicios ecosistémicos, como la captura de carbono y la protección costera.

El análisis de los manglares, presente en varios de los artículos, refleja la crítica situación que enfrenta este ecosistema. Los manglares no solo son una barrera natural contra el cambio climático y desastres naturales, sino que también son considerados como holobiontes, ecosistemas complejos e interdependientes que requieren una visión holística para su conservación. La degradación de estos ecosistemas, a pesar de su resistencia natural, es alarmante, lo que plantea la necesidad de una intervención más firme y sostenida para evitar su desaparición. Uno de los puntos clave es el uso de tecnologías avanzadas para el monitoreo de ecosistemas, como lo ejemplifica el artículo que utiliza imágenes satelitales para evaluar los cambios forestales en las reservas de Tabasco. El empleo de datos espaciales y herramientas tecnológicas permite realizar seguimientos más precisos y a largo plazo, lo que es imprescindible para entender la dinámica de la degradación y recuperación de la cobertura forestal. Sin embargo, se advierte que estos avances deben ser complementados con acciones políticas y ecológicas concretas para que el monitoreo se traduzca en soluciones efectivas. Por otra parte, se demuestra que los manglares son ecosistemas clave que han experimentado una significativa degradación en las últimas décadas. Aunque estos ecosistemas son resilientes y pueden persistir en condiciones adversas, la degradación continúa siendo un problema grave. Se subraya la necesidad urgente de conservar estos ecosistemas y de realizar estudios adicionales para verificar su estructura y composición.

Otro tema recurrente es la necesidad de una gestión efectiva de las áreas protegidas, como lo exponen los estudios sobre la capacidad de manejo y las primeras reservas de la biósfera. Se destaca cómo la falta de recursos, personal especializado y participación comunitaria adecuada puede limitar los esfuerzos de conservación y sostenibilidad a largo plazo. La gestión no es solo un aspecto técnico, sino un elemento transversal que impacta tanto en la conservación de la biodiversidad como en el desarrollo turístico sostenible y el bienestar de las comunidades locales. En cuanto al enfoque en la biodiversidad, los artículos señalan cómo las áreas protegidas, por ejemplo Mapimí y La Michilía, son refugios importantes para especies de mamíferos que enfrentan amenazas constantes. Estos estudios de monitoreo no solo proporcionan datos clave para la conservación de estas especies, sino que también sirven para identificar factores externos, como la ganadería, que ejercen presión sobre los ecosistemas. La creación de nuevas áreas naturales protegidas como Wanha' refuerza la importancia de diseñar estrategias que equilibren el desarrollo humano con la conservación. En este estudio se escribe las etapas clave que llevaron a la creación de la reserva, así como los trabajos de investigación y reforestación que se han realizado en la zona. Asimismo, se proyecta hacia el futuro, subrayando la necesidad de continuar los estudios para comprender mejor la biodiversidad del área y garantizar la conservación a largo plazo.

En síntesis, los artículos destacan la urgente necesidad de fortalecer la capacidad de manejo, invertir en investigación y tecnología, así como promover la participación activa de las comunidades locales en los esfuerzos de conservación. La biodiversidad de México, y particularmente de Tabasco, enfrenta desafíos críticos que solo pueden abordarse a través de un enfoque multidimensional que combine la ciencia, la política y la colaboración comunitaria.

Luzmila Pérez Sánchez

EDITORA INVITADA, PROFESORA-
INVESTIGADORA DE LA DACBIOL

Fernando Rodríguez Queredo

EDITOR EJECUTIVO Y ENCARGADO DEL
DESPACHO DE KUXULKAB'

Arturo Garrido Mora

DIRECTOR DE LA DACBIOL-UJAT

EVALUACIÓN ESPACIO-TEMPORAL DE LOS MANGLARES DE LA RESERVA DE LA BIOSFERA PANTANOS DE CENTLA, TABASCO

SPATIAL-TEMPORAL EVALUATION OF THE MANGROVES OF THE CENTLA WETLANDS BIOSPHERE RESERVE, TABASCO

Eunice Pérez Sánchez^{1✉} & Humberto Hernández Trejo²

¹Bióloga por la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT), con Maestría y Doctorado de la Universidad de Stirling (Gran Bretaña). Experta en sistemas de información geográfica y transferencia de tecnología. Coordinadora de proyectos en sistemas de monitoreo y oportunidades de desarrollo socioeconómico sostenible en zonas inundables. Profesora-investigadora y responsable del Laboratorio de Diagnóstico Ambiental y Análisis Geográfico en la División Académica de Ciencias Biológicas (DACBIOL) de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT). ²Biólogo por la Universidad Veracruzana (UV) con Doctorado en Ecología y Manejo de Recursos Naturales del Instituto de Ecología. Experto en el diagnóstico de la vegetación y uso del suelo, así como en restauración de manglares en áreas naturales protegidas. Coordinador de proyectos en ecología, diversidad y restauración de comunidades tropicales. Profesor-investigador de la DACBIOL-UJAT.

División Académica de Ciencias Biológicas (DACBIOL); Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT); Carretera Federal #180 (Villahermosa-Cárdenas) km 0.5 S/N; entronque a Bosques de Saloya; C.P. 86150. Villahermosa, Tabasco; México.

✉ eunice.perez@ujat.mx

 0000-0003-0994-9311  0000-0002-1526-512X

Como referenciar:

Pérez Sánchez, E. & Hernández Trejo, H. (2024). Evaluación espacio-temporal de los manglares de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla, Tabasco. *Kuxulkab'*, 30(68): e6390, septiembre-diciembre. <https://doi.org/10.19136/kuxulkab.a30n68.6390>

Disponible en:

<https://revistas.ujat.mx>

<https://revistas.ujat.mx/index.php/kuxulkab>

<https://revistas.ujat.mx/index.php/kuxulkab/article/view/6390>

DOI:

<https://doi.org/10.19136/kuxulkab.a30n68.6390>

Resumen

Los manglares son ecosistemas de alto valor ecológico y económico. En México, el 35 % de los humedales han sido alterados, lo que ha impulsado la adopción de medidas de conservación, como la adhesión a la Convención de Ramsar y la creación de reservas de biosfera. En Tabasco, la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla, un sitio Ramsar, ha registrado cambios en la cobertura de manglares. Este estudio analiza su evolución mediante imágenes Landsat de 1986 y 2023. Los resultados indican una disminución del 51 % en la superficie de manglares. Aunque estos ecosistemas son resistentes a condiciones adversas, su degradación sigue siendo una realidad. Desde 1986, solo 5,214 hectáreas de manglares han persistido hasta 2023, con una probabilidad del 58 % de mantenerse en el futuro. La presencia de manglares en áreas de agua dulce en la reserva subraya la importancia de estudiar su estructura para garantizar su conservación adecuada.

Palabras clave: Manglar; Tendencias de Cambio; Centla.

Abstract

Mangroves are ecosystems of high ecological and economic value. In Mexico, 35 % of wetlands have been altered, which has prompted conservation measures such as accession to the Ramsar Convention and the creation of biosphere reserves. In Tabasco, the Pantanos de Centla Biosphere Reserve, a Ramsar site, has registered changes in mangrove cover. This study analyzes its evolution using Landsat images from 1986 and 2023. The results indicate a 51 % decrease in mangrove area. Although these ecosystems are resilient to adverse conditions, their degradation is still a reality. Since 1986, only 5,214 hectares of mangroves have persisted until 2023, with a 58 % probability of remaining in the future. The presence of mangroves in freshwater areas in the reserve underscores the importance of studying their structure to ensure their proper conservation.

Keywords: Mangrove; Change Trends; Centla.

Los manglares son bosques de árboles y arbustos que se distribuyen en las costas de las zonas tropicales. Estos ecosistemas han evolucionado para prosperar en condiciones extremas de salinidad y falta de oxígeno, ofreciendo una rica biodiversidad y un conjunto único de servicios ecosistémicos. Su importancia se extiende más allá de sus límites físicos, conectándose de manera importante con otros ecosistemas.

En América, la extensión de manglares abarca aproximadamente 46,284 km², representando un 30.4 % del total mundial. Esta extensión señala su relevancia global, aunque no exenta de desafíos. Investigaciones recientes han revelado una tendencia preocupante: la disminución de estos bosques costeros debido a la intervención humana directa, como la conversión para la agricultura intensiva y otros usos exclusivos.

En países como Colombia y Costa Rica, la pérdida de cobertura manglar ha sido documentada con detenimiento. En la costa pacífica colombiana, la intervención humana ha reducido significativamente estos ecosistemas críticos, mientras que, en Costa Rica, la atención se centra en la conservación de especies clave como los moluscos de valor comercial, subrayando la necesidad urgente de estrategias de protección.

México, poseedor de aproximadamente el 0.6 % de los humedales globales, alberga una extensa red de manglares que ha registrado una pérdida alarmante. Más del 35 % de estos ecosistemas han sido alterados o destruidos, una situación que pone en riesgo a la biodiversidad local y los servicios ambientales que los manglares proporcionan, como la captura de carbono y la protección costera (Barba-Macías, Rangel-Mendoza, Ramos-Reyes, 2006; Palomeque, Galindo, Sánchez & Escalona, 2017; Valderrama-Landeros, Rodríguez-Zúñiga, Troche-

Souza, Velázquez-Salazar, Villeda-Chávez, Alcántara-Maya, Vázquez-Balderas, Cruz-López & Ressler, 2017; Aguirre 2018; Ovando-Hidalgo, Tun-Garrido, Mendoza-González & Parra-Tabla, 2020; Ramírez-García, Zavala-Cruz, Rincón-Ramírez, Guerrero-Peña, García-López, Sánchez-Hernández, Castillo-Acosta, Alfaro-Sánchez & Ortiz-Pérez, 2022).

Históricamente, México ha mostrado un compromiso significativo con la conservación de sus humedales. La firma de la Convención de Ramsar en 1985 marcó un hito importante, designando sitios como la Reserva de la Biosfera Ría Lagartos en Yucatán y la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla en Tabasco (Barba, Valadez, Pinkus & Pinkus, 2014) como áreas protegidas. Hasta 2023, México tiene registrados 144 sitios en Ramsar que cubren el 1.63 % de la superficie nacional (Medina, Scott-Morales, Vela, Cotera & Estrada, 2023). Estos lugares no solo son refugios para la vida silvestre, sino también decisivos para la mitigación del cambio climático y la sostenibilidad ambiental a largo plazo.

Tabasco, en particular, destaca por su riqueza en humedales, que cubren el 27.76 % del territorio estatal. La Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla, que ocupa el 12 % de la superficie de Tabasco, es un área clave para la biodiversidad regional y global (Barba-Macías *et al.*, 2006). Sin embargo, enfrenta presiones significativas debido a la expansión agrícola y urbana, lo que amenaza con fragmentar y degradar estos frágiles ecosistemas (Barba *et al.*, 2014).

Investigaciones científicas sobre los manglares de Tabasco han analizado diversos aspectos, desde su estructura forestal hasta los impactos del cambio climático y la influencia histórica en su desarrollo. Estos estudios han documentado la pérdida de cobertura natural y subrayado la importancia de

mantener áreas protegidas y gestionadas adecuadamente para preservar la funcionalidad ecológica de estos ecosistemas (Barba-Macías *et al.*, 2006; Palomeque *et al.*, 2017; Barba *et al.*, 2014; Aguirre, 2018; Ovando-Hidalgo *et al.*, 2020; Ramírez-García *et al.*, 2022). La conservación de los manglares es esencial por su biodiversidad y por los servicios ecosistémicos que proporcionan.

En cuanto a estos servicios, destaca la capacidad única de los manglares para almacenar carbono de manera eficiente en sus suelos, lo que contribuye significativamente a la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero. Sin embargo, esta valiosa función está en peligro debido a la conversión de los manglares en tierras agrícolas y ganaderas, prácticas que liberan el carbono almacenado y exacerban el ciclo de degradación ambiental.

En respuesta a estos desafíos, la implementación de estrategias efectivas de conservación y restauración son necesarias. La gestión sostenible de los manglares no solo protege la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, sino que fortalece la resiliencia climática de las comunidades locales. La integración de políticas de uso del suelo que prioricen la conservación es ineludible para asegurar un futuro sostenible para estos ecosistemas únicos, como mitigar las emisiones de carbono y reducir los costos económicos asociados a la deforestación (Kumagai, Costa, Ezcurra & Aburto-Oropeza, 2020).

El presente trabajo expone el análisis espacio-temporal utilizando imágenes satelitales de 1986 y 2023 para cuantificar cambios en la cobertura de manglares en la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla. Estos datos son una llamada a la acción, subrayando la urgencia de proteger y restaurar estos paisajes naturales antes de que sea demasiado tarde.

Características de los Pantanos de Centla

La Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla (RBPC), ubicada en el noreste del estado de Tabasco y abarcando 302,706 hectáreas (ha). Se destaca como un área importante de biodiversidad y ecosistemas acuáticos en Mesoamérica (figura 1). Los Pantanos de Centla se distinguen por su riqueza biológica, cultural y económica.

En sus 302,706 hectáreas, distribuidas en los municipios de Centla, Jonuta y Macuspana, conviven diversas comunidades vegetales y una fauna única, vinculada estrechamente con los humedales característicos de la región mesoamericana. Estos ecosistemas no solo albergan especies de flora y fauna adaptadas a las condiciones acuáticas, sino que también desempeña un papel significativo en la regulación climática y la protección de la biodiversidad regional.

El análisis de la distribución de diferentes tipos de vegetación y uso de suelo es básico para comprender la salud y la dinámica de los manglares, ya que estos cumplen funciones ecológicas fundamentales, como la protección de costas, la captura de carbono y el soporte de la biodiversidad (Méndez & Jiménez, 2015). Los cambios en la vegetación y uso de suelo tienen un impacto directo en los manglares, ya sean expansiones o reducciones, reflejan factores como el cambio climático, la subida del nivel del mar o la intervención humana a través de la urbanización la agricultura, el manejo de recursos hídricos y la deforestación (Berlanga-Robles & Ruiz-Luna, 2007; Zepeda, Nemiga, Lot & Madrigal, 2012; Rodríguez-Zúñiga, Troche-Souza, Vázquez-Lule, Márquez-Mendoza, Vázquez-Balderas, Valderrama-Landeros, Velázquez-Salazar, Cruz-López, Ressler, Uribe-Martínez, Cerdeira-Estrada, Acosta-Velázquez, Díaz-Gallegos, Jiménez-Rosenberg, Fueyo-Mac Donald & Galindo-Leal, 2013).

El análisis espacial

Una evaluación precisa de la distribución de la vegetación y uso de suelo ayuda a planificar acciones de restauración y mitigación, preservando los servicios ecosistémicos que la dinámica de los ecosistemas de manglares brinda a las comunidades locales y al ambiente global.

Por lo anterior, el estudio detallado de la cobertura vegetal y uso de suelo mediante el uso de tecnologías avanzadas de teledetección revela transformaciones significativas a lo largo del tiempo en la dinámica de los manglares, proporcionando una visión más profunda sobre cómo este ecosistema evoluciona bajo la influencia de diversos factores (Valderrama-Landeros *et al.*, 2017).

En este caso, la utilización de imágenes de satélite correspondientes a los años 1986 y 2023 permitió identificar cambios considerables en la distribución de diferentes tipos de vegetación y usos de suelo en relación con los manglares. Para llevar a cabo este análisis detallado, se han aplicado herramientas avanzadas de teledetección y modelado, entre las cuales destacan el Clasificador Semi-Automático (SCP) de QGIS y el modelo Land Change Modeler (LCM) de Idrisi Selva.

El proceso de análisis espacial con el SCP de QGIS se llevó a cabo con la adquisición y pre-procesamiento de imágenes Landsat 1986 y 2023, a la cuales se le aplicaron correcciones atmosféricas para mejorar la calidad. Una vez procesadas, se seleccionaron «regiones de interés» (ROI por sus siglas en inglés) que representan diferentes tipos de cobertura vegetal basados en la clasificación de INEGI (2013), las cuales se emplearon para entrenar el clasificador supervisado mediante el algoritmo de Máxima Verosimilitud. Posteriormente, se generó un mapa temático que mostró la distribución espacial de los distintos tipos de vegetación, facilitando el análisis

de cambios en la cobertura vegetal a lo largo del tiempo (cuadro 1).

Por otro lado, el “Land Change Modeler (LCM)” de Idrisi Selva se utilizó para analizar los cambios en la cobertura del suelo y proyectar escenarios futuros. Partiendo de los mapas temáticos generados con el SCP (figura 2), el LCM identifica las transiciones de un tipo de cobertura vegetal a otro, permitiendo detectar patrones de cambio, como la deforestación. El modelo fue aplicado por sus técnicas estadísticas para evaluar las probabilidades de cambio basadas en imágenes de diferentes años, en el caso de este estudio 1986 y 2023, identificando los principales impulsores del cambio, ya sean naturales (cobertura vegetal) o antrópicos (uso de suelo).

Cuadro 1. Superficie cubierta por cada tipo de vegetación y uso de suelo (INEGI, 2013) en las imágenes de 1986 y 2023 determinada con el Clasificador Semi-Automático de QGIS.

Categorías de Veg y USu	Área en ha (1986)	% del área de la RBPC	Área en ha (2023)	% del área de la RBPC
Achual	14,137.83	4.67	17,907.21	5.91
Agua	29,391.84	9.71	13,768.29	4.54
Chintulillar-Tular	27,007.74	0.89	7,243.29	2.39
Coco	8,086.14	2.67	17,586.63	5.80
Hidrófitas flotantes	7,169.85	2.37	5,912.55	1.95
Manglar	16,496.19	5.45	8,392.68	2.77
Pastizal cultivado	11,384.37	3.76	17,786.07	5.87
Pastizal inundable	10,591.38	3.50	18,544.68	6.13
Popal	49,747.50	16.43	55,275.03	18.26
Popal-Tular	39,959.73	13.20	27,028.44	8.93
Pukté-Manglar	7,782.03	2.57	7,320.60	2.42
Tintal	16,899.84	5.58	16,434.72	5.43
Tular	28,465.56	9.40	44,722.44	14.77
Tular-Popal	36,226.71	11.96	45,424.08	15.00

Claves: Veg. = vegetación; USu. = Uso de suelo; ha = hectárea.

Una de las principales ventajas del LCM es su capacidad de proyectar escenarios futuros mediante la simulación de posibles cambios en la cobertura de la vegetación, permitiendo prever las consecuencias de distintos escenarios, en este análisis se establecieron proyecciones de posibles escenarios futuros hasta el año 2050. Estas proyecciones son de gran relevancia, ya que permiten prever cómo podrían evolucionar los ecosistemas si se mantienen las tendencias actuales, alertando sobre áreas de especial vulnerabilidad.

En términos específicos, el análisis mostró que ciertas comunidades vegetales, como el Popal-Tular, han experimentado reducciones significativas en su extensión, de 39,959 en 1986 a 27,028 ha en 2023. Otras, como los pastizales cultivados, han registrado un incremento notable. Esto refleja tanto la presión ambiental, como los cambios en las prácticas humanas dentro y alrededor de la reserva.

Con base en el análisis realizado con el LCM de Idrisi Selva, los manglares registraron un aumento pequeño y se han expandido hacia otras áreas (gráfica 1). En cuanto a la localización del cambio, la figura 3 muestra los cambios en la cobertura de manglares entre 1986 y 2023. Aunque el patrón parece ser uniforme, se registró una reducción de 11,281 ha, siendo notoria en la cobertura espacial al norte de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla (RBPC).

Las ganancias en superficie, es decir, las áreas donde se extendieron los manglares son importantes (3,178 ha), particularmente al sur de la reserva donde esencialmente los ecosistemas son de agua dulce. Se muestran en color blanco. De la cobertura de manglar existente en 1986, el análisis mostró que solo 5,214 ha que persistieron hasta 2023.

De esta manera, podemos mirar hacia el futuro para implementar políticas y estrategias que promuevan

la conservación integrada de la RBPC. Esto incluye la regulación del uso del suelo, la restauración de hábitats degradados y la sensibilización pública sobre la importancia de los manglares.

El análisis de probabilidad de transición mostró las posibilidades de cambio entre diferentes tipos de cobertura vegetal y uso de suelo para posibles escenarios futuros hasta el año 2050. A pesar de las reducciones importantes para los cuerpos de agua, estos tienen una probabilidad del 66 % de mantener su estado a largo plazo. Los pastizales cultivados también muestran una alta estabilidad a largo plazo, a menos que ocurra una sequía prolongada. Sin embargo, el manglar tiene una probabilidad de 58 % de persistir, con una posibilidad de 23 % de transformarse en Popal.

De esta manera, los resultados de este análisis resaltan la necesidad urgente de conservar y restaurar los manglares en la RBPC. Estos ecosistemas no solo son vitales desde una perspectiva ambiental, sino también desde un punto de vista económico y social. Estudios realizados por Gaspari, Diaz, Delgado & Senisterra (2015), Carvajal-Oses, Herrera-Ulloa, Valdés-Rodríguez & Campos-Rodríguez (2019), Betanzos-Vega, Tripp-Quezada, Macías-Aguilera, Leyva-Segura, Arencibia-Carballo & Mazón-Suástegui (2022) subrayan cómo la conservación de los manglares puede beneficiar directamente a las comunidades locales al mantener el equilibrio ecológico y respaldar actividades económicas sostenibles, como el ecoturismo y la pesca como lo señala el Plan de Manejo de la RBPC (INE, 2000).

Para abordar esta situación, implementar estrategias efectivas de gestión y conservación son ineludibles. Esto incluye la promoción de prácticas agrícolas y ganaderas sostenibles que minimicen la conversión de manglares, así como la restauración activa de áreas degradadas.

La integración de políticas basadas en evidencia científica y la participación comunitaria son clave para asegurar el éxito a largo plazo de estas iniciativas.

Conclusiones

Los manglares son ecosistemas únicos que ofrecen una variedad de servicios para el ambiente y las comunidades humanas. En particular, en la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla (RBPC), estos bosques costeros desempeñan un papel muy importante al proporcionar suministro de agua y actuar como barrera natural contra eventos extremos. Sin embargo, a pesar de su valor, los manglares enfrentan amenazas significativas que han llevado a su degradación y pérdida.

El presente análisis mostró que, durante las últimas cuatro décadas, la RBPC ha experimentado una preocupante disminución en la cobertura de manglares. Este fenómeno se ha atribuido en gran medida a actividades humanas como la expansión agrícola y ganadera, que han favorecido la conversión de manglares en pastizales inundados y cultivos. Estos cambios no solo han alterado el paisaje natural, sino que también han comprometido la capacidad de los manglares para proporcionar servicios ecosistémicos, como la protección contra la erosión costera y la regulación del ciclo del agua. Estas tendencias ocurren en otras áreas naturales protegidas como lo discute Medina *et al.* (2023).

Investigaciones recientes respaldan la conexión entre la pérdida de manglares y las actividades humanas, destacando un cambio alarmante hacia la expansión de popales y tulares en lugar de los densos bosques de manglares. Estos hallazgos son consistentes con estudios anteriores que alertaron sobre la reducción progresiva de la cobertura vegetal natural en la RBPC (Isaac-Márquez, de Jong,

Eastmond, Ochoa-Gaona, Hernández & Kantún, 2005; Ovando, 2012).

Asimismo, es necesario abordar la complejidad de las fluctuaciones climáticas históricas que han influido en la distribución geográfica de los manglares en la región. Investigaciones recientes, como las de Aburto-Oropeza, Burelo-Ramos, Ezcurra, Ezcurra, Henriquez, Vanderplank & Zapata (2021), han revelado la presencia de manglares en áreas inesperadas, como en el río Usumacinta y el río San Pedro Mártir en El Petén, señalando la adaptabilidad única de estos ecosistemas a diferentes condiciones ambientales a lo largo del tiempo geológico.

Además, la aplicación de sistemas de información geográfica (SIG) ha sido fundamental para monitorear y analizar los cambios en la cobertura de manglares en un periodo de 37 años en la RBPC. Estas herramientas han permitido identificar patrones de cambio y predicciones de tendencias futuras. Por ejemplo, la utilización de matrices de probabilidad de transición se registró una disminución alarmante en la cobertura de manglares dentro de la reserva, la cual es del 51 % en el periodo de estudio de 1986 hasta 2023.

En conclusión, la protección de los manglares en la RBPC no solo es substancial para preservar la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, sino también para salvaguardar el bienestar de las comunidades locales que dependen de estos recursos naturales. Solo mediante un enfoque colaborativo y multidisciplinario, que involucre a científicos, tomadores de decisiones y poblaciones locales, podremos garantizar la sostenibilidad de estos valiosos ecosistemas costeros para las generaciones futuras.

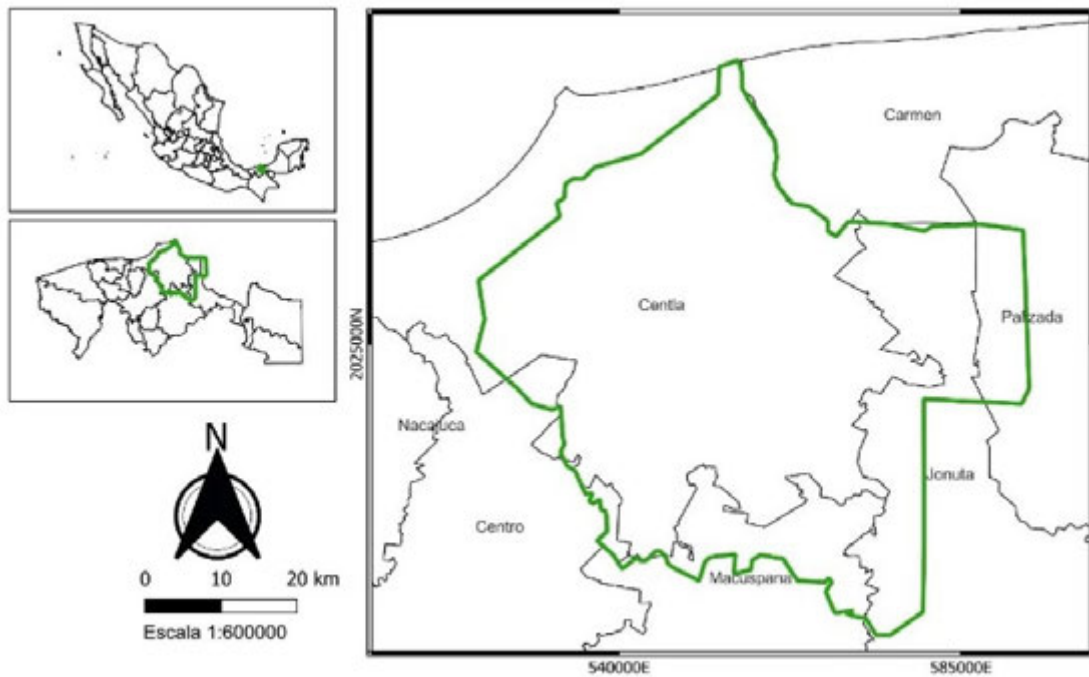


Figura 1. Localización de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla (RBPC); (Fuente: elaboración propia con datos vectoriales del INEGI, 2013).

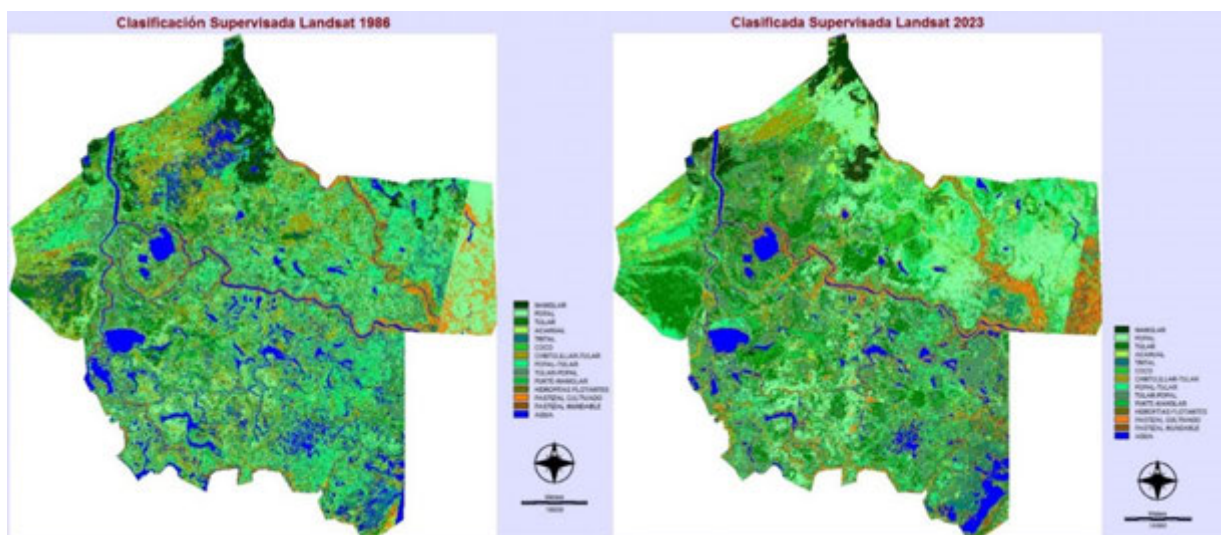
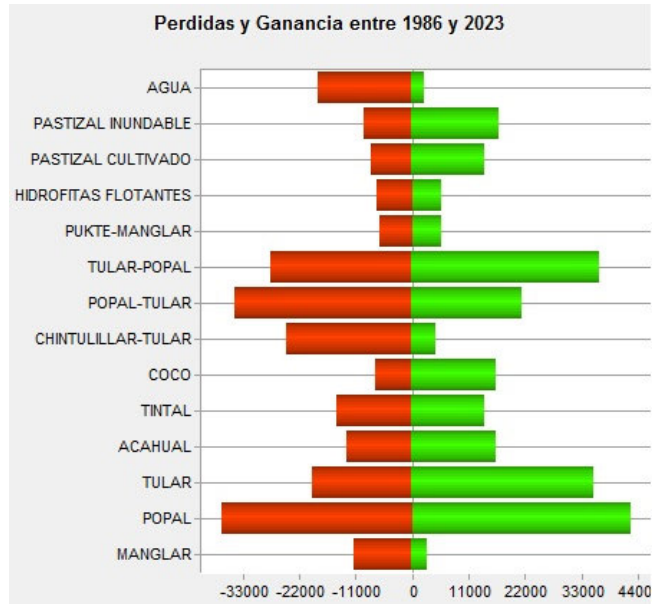


Figura 2. Distribución de la cobertura vegetal y uso de suelo de la RBPC en los años 1986 y 2023 (Reclasificación realizada con Idrisi Selva. Escala 1:600000).



Gráfica 1. Estimación de pérdidas y ganancias en la cobertura vegetal y uso de suelo de la RBPC obtenida con el LCM de Idrisi Selva.

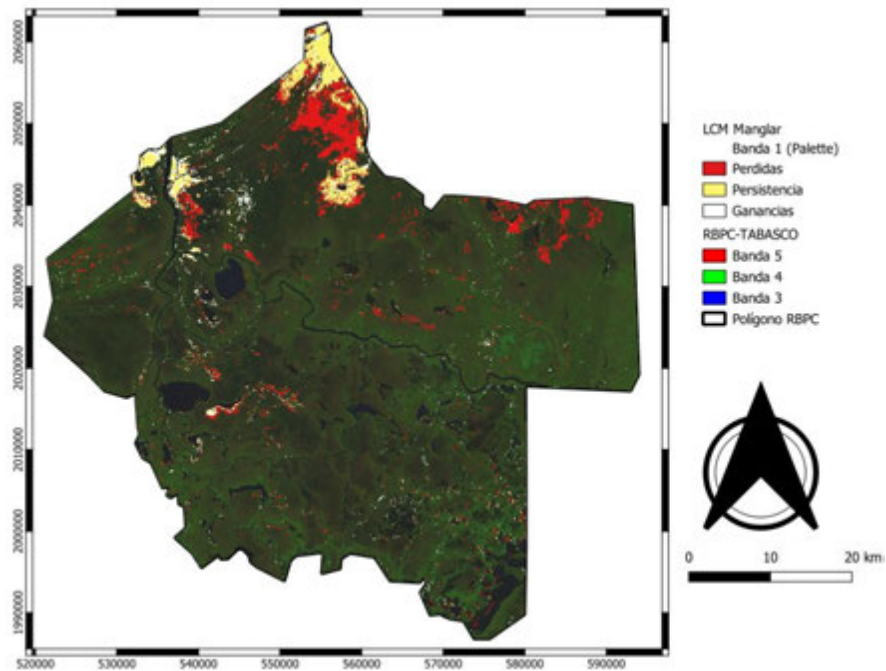


Figura 3. Localización del manglar en la RBPC de acuerdo a la tasa de pérdidas. Mapa obtenido con el LCM de Idrisi Selva.

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 Interglacial sea levels. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118(41): e2024518118. <https://www.pnas.org/doi/abs/10.1073/pnas.2024518118>
- Aguirre Cruz, L.** (2018). *Plan para la conservación del manglar en la comunidad de El Carrizal Coyuca de Benítez, Guerrero* (Tesis de Maestría). México: Universidad Autónoma de Guerrero (UAGRO). http://ri.uagro.mx/bitstream/handle/uagro/368/OK_09191843_TM2018_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Barba-Macías, E.; Rangel-Mendoza, J.; Ramos-Reyes, R.** (2006) Clasificación de los humedales de Tabasco mediante sistemas de información geográfica. *Universidad y Ciencia*, 22(2): 101–110. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=15422201>
- Barba Macías, E.; Valadez Cruz, F.; Pinkus Rendón, M.A. & Pinkus Rendón, M.J.** (2014). Revisión de la problemática socioambiental de la Reserva de la Biósfera Pantanos de Centla, Tabasco. *Investigación y Ciencia*, 22(60): 50–57. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=6743116006>
- Berlanga-Robles, C.A. & Ruiz-Luna, A.** (2007). Análisis de las tendencias de cambio del bosque de mangle del sistema lagunar Teacapán-Agua Brava, México: una aproximación con el uso de imágenes de satélite Landsat. *Universidad y Ciencia*, 23(1): 29–46. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=15423104>
- Betanzos-Vega, A.; Tripp-Quezada, A.; Macías-Aguilera, E.; Leyva-Segura, A.; Arencibia-Carballo, G. & Mazón-Suástegui, J.M.** (2022). Valorando bienes y servicios ambientales (BSA) del manglar en la ostricultura artesanal: Las Tunas, Cuba. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 9(1): e2829. <https://doi.org/10.19136/era.a9n1.2829>
- Carvajal-Oses, M.; Herrera-Ulloa, Á.; Valdés-Rodríguez, B. & Campos-Rodríguez, R.** (2019). Manglares y sus servicios ecosistémicos: hacia un desarrollo sostenible. *Gestión y Ambiente*, 22(2): 277–290. <https://doi.org/10.15446/ga.v22n2.80639>
- Gaspari, F.J.; Diaz Gomez, A.R.; Delgado, M.I. & Senisterra, G.E.** (2015). Evaluación del Servicio Ambiental de provisión hídrica en cuencas hidrográficas del sudeste bonaerense, Argentina. *Rev. Fac. Agron. La Plata*, 114(1): 214–221. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5718243.pdf>
- INE (Instituto Nacional de Ecología).** (2000). *Programa de Manejo Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla: México* (mayo, 1ª reimpresión corregida; p. 222). Instituto Nacional de Ecología (INE), Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP). Recuperado en <https://paot.org.mx/centro/ine-semarnat/anp/AN30.pdf>
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía).** (2013, diciembre 12). Uso del suelo y vegetación, escala 1:250000, serie V (continuo nacional). *Catálogo de metadatos geográfico—Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)* [Web]. <http://geoportal.conabio.gob.mx/metadatos/doc/html/usv250s5ugw.html>
- Isaac-Márquez, R.; de Jong, B.; Eastmond, A.; Ochoa-Gaona, S.; Hernández, S. & Kantún, M.D.** (2005) Estrategias Productivas Campesinas: un análisis de los factores condicionantes del uso del suelo en el oriente de Tabasco, México. *Universidad y Ciencia*, 21(42): 56–72. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=15404202>
- Kumagai, J.A.; Costa, M.T.; Ezcurra, E. & Aburto-Oropeza, O.** (2020). Prioritizing mangrove conservation across Mexico to facilitate 2020 NDC ambition. *Ambio*, 49(12): 1992–2002. <https://doi.org/10.1007/s13280-020-01334-8>

Medina García, M.A.; Scott-Morales, L.M.; Vela Coiffier, P.; Cotera Correa, M. & Estrada Castellón, E. (2023). Análisis temporal de uso del suelo en un sitio Ramsar (Núm. 1981) en el centro de Nuevo León. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 14(79): 107–134. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v14i79.1356>

Méndez, C. & Jiménez, J. (2015). Análisis de la asociación entre la estructura y composición de la comunidad vegetal de manglar, y los parámetros físico-químicos del agua en la Bahía La Graciosa, Izabal, Guatemala. *Revista científica*, 25(1): 50–65. <https://doi.org/10.54495/Rev.Cientifica.v25i1.97>

Ovando Hidalgo, N. (2012). *Análisis de las variaciones espacio-temporales de los humedales que conforman la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla, Tabasco, México* (Tesis de Maestría en Ciencias Ambientales). Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

Ovando-Hidalgo, N.; Tun-Garrido, J.; Mendoza-González, G. & Parra-Tabla, V. (2020). Efecto del cambio climático en la distribución de especies clave en la vegetación de duna costera en la península de Yucatán, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 91: e912883. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2020.91.2883>

Palomeque de la Cruz, M.A.; Galindo Alcántara, A.; Sánchez, A.J. & Escalona Maurice, M.J. (2017). Pérdida de humedales y vegetación por urbanización en la cuenca del río Grijalva, México. *Investigaciones Geográficas*, (68): 151–172. <https://doi.org/10.14198/INGEO2017.68.09>

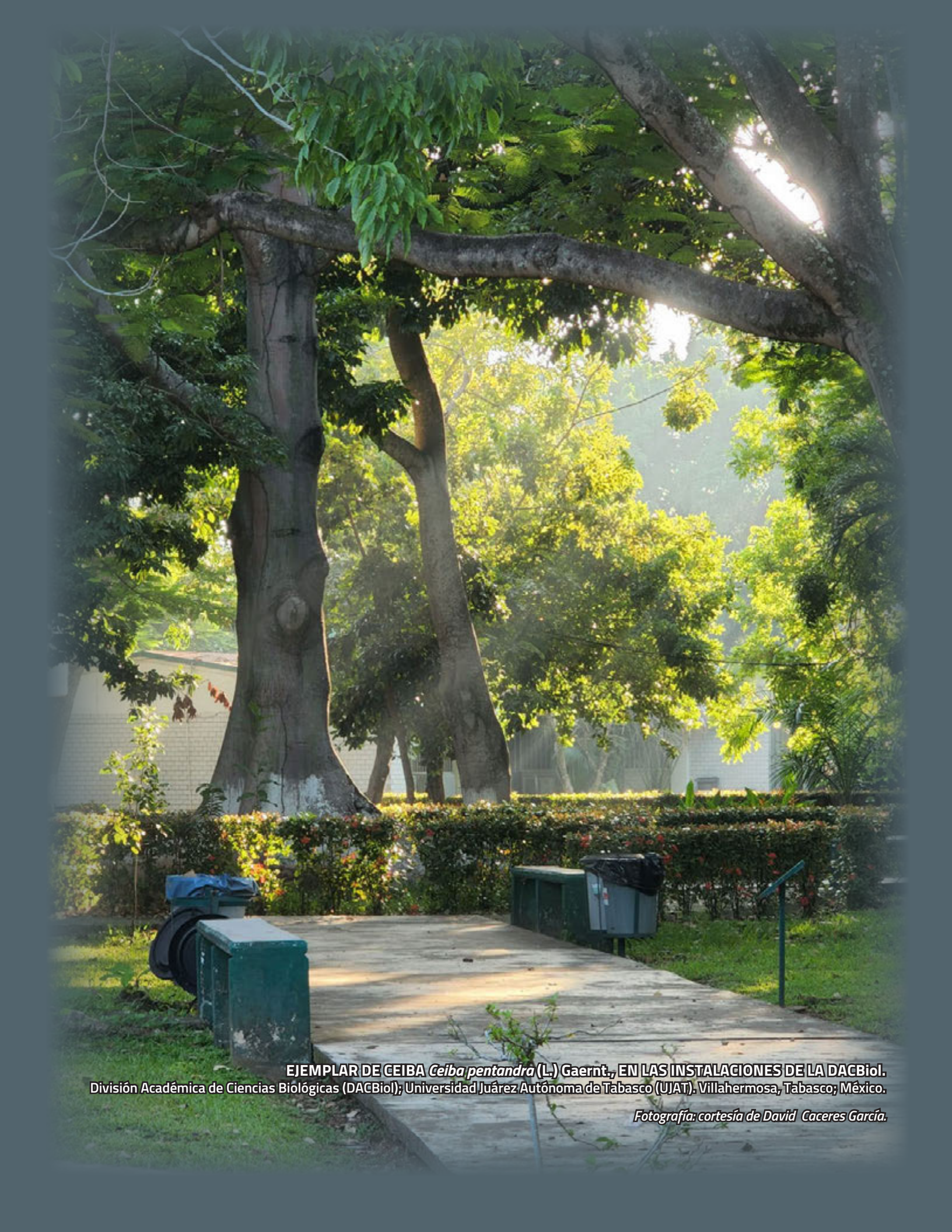
Ramírez-García, A.R.; Zavala-Cruz, J.; Rincón-Ramírez, J.A.; Guerrero-Peña, A.; García-López, E.; Sánchez-Hernández, R.; Castillo-Acosta, O.; Alfaro-Sánchez, G. & Ortiz-Pérez, M.A. (2022). Vegetation cover and land use change (1947-2019) in the region of Los Ríos, Tabasco, México. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales*, 28(3):

465–481. <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2022.01.001>

Rodríguez-Zúñiga, M.T.; Troche-Souza, C.; Vázquez-Lule, A.D.; Márquez-Mendoza, J.D.; Vázquez-Balderas, B.; Valderrama-Landeros, L.; Velázquez-Salazar, S.; Cruz-López, M.I.; Ressler, R.; Uribe-Martínez, A.; Cerdeira-Estrada, S.; Acosta-Velázquez, J.; Díaz-Gallegos, J.; Jiménez-Rosenberg, R.; Fueyo-Mac Donald, L. & Galindo-Leal, C. (2013). *Manglares de México: extensión, distribución y monitoreo* (p. 128). México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). ISBN: 978-607-8328-02-4

Valderrama-Landeros, L.H.; Rodríguez-Zúñiga, M.T.; Troche-Souza, C.; Velázquez-Salazar, S.; Villeda-Chávez, E.; Alcántara-Maya, J.A.; Vázquez-Balderas, B.; Cruz-López, M.I. & Ressler, R. (2017). *Manglares de México: actualización y exploración de los datos del sistema de monitoreo 1970/1980–2015* (p. 128). México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 978-607-8328-78-9 (digital). <https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2017/07/Manglares-de-M%C3%A9xico-actualizaci%C3%B3n-y-exploraci%C3%B3n-de-los-datos-del-sistema-de-monitoreo-19701980-2015.pdf>

Zepeda Gómez, C.; Nemiga, X.A.; Lot Helgueras, A. & Madrigal Uribe, D. (2012). Análisis del cambio del uso del suelo en las ciénegas de Lerma (1973-2008) y su impacto en la vegetación acuática. *Investigaciones geográficas*, (78): 48–61. <https://doi.org/10.14350/RIG.32469>



EJEMPLAR DE CEIBA *Ceiba pentandra* (L.) Gaernt., EN LAS INSTALACIONES DE LA DACBIOL.
División Académica de Ciencias Biológicas (DACBIOL); Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT), Villahermosa, Tabasco; México.

Fotografía: cortesía de David Caceres García.

«La disciplina es no perder de vista lo que se desea alcanzar»

DACBIOL

DACBIOL

ILUMINACIÓN NOCTURNA DE LA ENTRADA PRINCIPAL Y FACHADA DE LA DACBIOL-UJAT.

División Académica de Ciencias Biológicas (DACBIOL); Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT). Villahermosa, Tabasco; México.

Fotografía: cortesía de David Caceres García.



KUXULKAB'

División Académica de Ciencias Biológicas; Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

☎ +52 (993) 358 1500, 354 4308 ext. 6415

✉ kuxulkab@ujat.mx

🌐 www.revistas.ujat.mx

Carretera Villahermosa-Cárdenas km 0.5, entronque a Bosques de Saloya. C.P. 86039.
Villahermosa, Tabasco. México.