

# Revista Ciencias del Mar UAS

Julio - Septiembre 2024

Núm. 4 Vol.1



U N I V E R S I D A D A U T Ó N O M A D E S I N A L O A



E-ISSN (en trámite)



Nota

Científica

## Comparación florística, diversidad y estructura de dos zonas de manglar en el sur de Sinaloa, México

### Floristic comparison, diversity and structure of two mangrove zones in southern Sinaloa, Mexico



CREATIVE COMMONS



OPEN ACCESS

Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir igual (CC BY-NC-SA 4.0), que permite compartir y adaptar siempre que se cite adecuadamente la obra, no se utilice con fines comerciales y se comparta bajo las mismas condiciones que el origina



1. Jimena de Jesús Núñez Gómez

Departamento de Ecología, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, Av. de los Barrios 1, Hab Los Reyes Iztacala, 54090 Tlalnepantla, México.



2. Francisco Amador-Cruz



0000-0001-6295-9856

Departamento de Ecología, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, Av. de los Barrios 1, Hab Los Reyes Iztacala, 54090 Tlalnepantla, México.

Autor de correspondencia:

[francisco.amador@iztacala.unam.mx](mailto:francisco.amador@iztacala.unam.mx)



---

## Comparación florística, diversidad y estructura de dos zonas de manglar en el sur de Sinaloa, México

---

---

## Floristic comparison, diversity and structure of two mangrove zones in southern Sinaloa, Mexico

---

### ► RESUMEN

El estudio de los indicadores ecológicos en manglares ha revelado su importancia ecológica, económica y social. Los parámetros más comunes incluyen la composición florística, la estructura forestal y la diversidad alfa y beta. Los estudios en el Pacífico, especialmente en Sinaloa, son limitados. Este trabajo describe la estructura forestal de dos comunidades de manglar, Baluarte y Teacapán, en la Región Palmito del Verde, al sur de Sinaloa. Se utilizaron tres cuadrantes de 40m\*10m por comunidad, registrando la altura y el diámetro a la altura del pecho (DAP). Se calcularon la diversidad alfa (Shannon) y beta (Jaccard). Hubo diferencias significativas en el DAP ( $U=88660.5$ ,  $p=0.0003$ ) y la altura ( $U=33530$ ,  $p=0.000$ ). Teacapán presentó un índice de Shannon de 1.08 y Baluarte de 1.02. La similitud florística fue del 23.08%, indicando asociaciones diferentes. Las diferencias entre sitios se deben a las condiciones ambientales y ecológicas, afectando la composición florística, funcionamiento y diversidad.

**Palabras clave:** Sistema costero, flora subtropical, región Palmito del Verde, Pacífico mexicano, vegetación tropical

## ► ABSTRACT

The study of ecological indicators in mangroves has revealed their ecological, economic and social importance. The most common parameters include floristic composition, forest structure, and alpha and beta diversity. Studies in the Pacific, especially in Sinaloa, are limited. This work describes the forest structure of two mangrove communities, Baluarte and Teacapán, in the Palmito del Verde region, south of Sinaloa. Three 40m\*10m quadrants were used per community, recording height and diameter at breast height (DBH). Alpha (Shannon) and beta (Jaccard) diversity were calculated. There were significant differences in DBH ( $U=88660.5$ ,  $p=0.0003$ ) and height ( $U=33530$ ,  $p=0.000$ ). Teacapán presented a Shannon index of 1.08 and Baluarte of 1.02. The floristic similarity was 23.08%, indicating different associations. The differences between sites are due to environmental and ecological conditions, affecting floristic composition, functioning and diversity.

**Keywords:** Coastal ecosystem, Subtropical flora, Palmito del Verde region, Mexican Pacific, tropical vegetation

## ► INTRODUCCIÓN

Los manglares son ecosistemas considerados de gran relevancia, en particular para el ser humano que habita en las regiones costeras del trópico y subtrópico. Esto debido a que son la línea de defensa ante inundaciones y erosión, son sumideros de carbono, mejoran la calidad del agua y son fundamentales para las industrias pesquera y turística (Monroy-Torres, Flores-Verdugo, Flores-de-Santiago, 2015).

A pesar de aportar prácticamente los cuatro tipos de servicios ecosistémicos (provisión, regulación, hábitat y cultural) (Moreno-Casasola, 2016) y de la eficiencia en el mantenimiento y restauración de los manglares (Velázquez Salazar et al., 2021), las tasas de deforestación en Sinaloa, México son alarmantes. En este estado se reporta una pérdida de 5,258 hectáreas de manglar durante el periodo 2015 – 2020. Esto refleja la creciente degradación de estos sistemas ecológicos de gran productividad en Sinaloa.



Los municipios del sur de Sinaloa, Escuinapa y El Rosario, forman parte de Marismas Nacionales. Esta región es una de las concentraciones de manglar más importantes del Pacífico Mexicano, ya que contribuye de forma significativa a la economía local y regional, tanto en la pesquería como en el turismo, la extracción de sal y la agricultura (Quintero-Morales, Plata-Rocha, Olimón-Andalon, Monjardín, Nemiga-Antonio, 2021). En ese punto de confluencia de Sinaloa con Marismas Nacionales, y todos los instrumentos de ordenación asociados con ella (Región Marina Prioritaria, Región Hidrológica Prioritaria, Región Terrestre Prioritaria, Área de Importancia para la Conservación de Aves, sitio RAMSAR y Red Hemisférica para la Conservación de las Aves Playeras), emerge la Región Palmito del Verde (RPV).

La RPV es un área de gran relevancia desde un punto de vista ecológico, debido a que en ella confluyen selva baja caducifolia, selva mediana subcaducifolia, duna costera, marismas y manglares., dando refugio a 250 especies de plantas y más de 100 especies de vertebrados, sin considerar peces (Amador-Cruz, 2018). Sin embargo, la RPV ha sido considerada una zona carente de elementos naturales relevantes, a causa de la deforestación de cientos de hectáreas, destinadas principalmente para la ganadería, agricultura, acuicultura y desarrollos hoteleros (Velázquez Salazar et al., 2021).

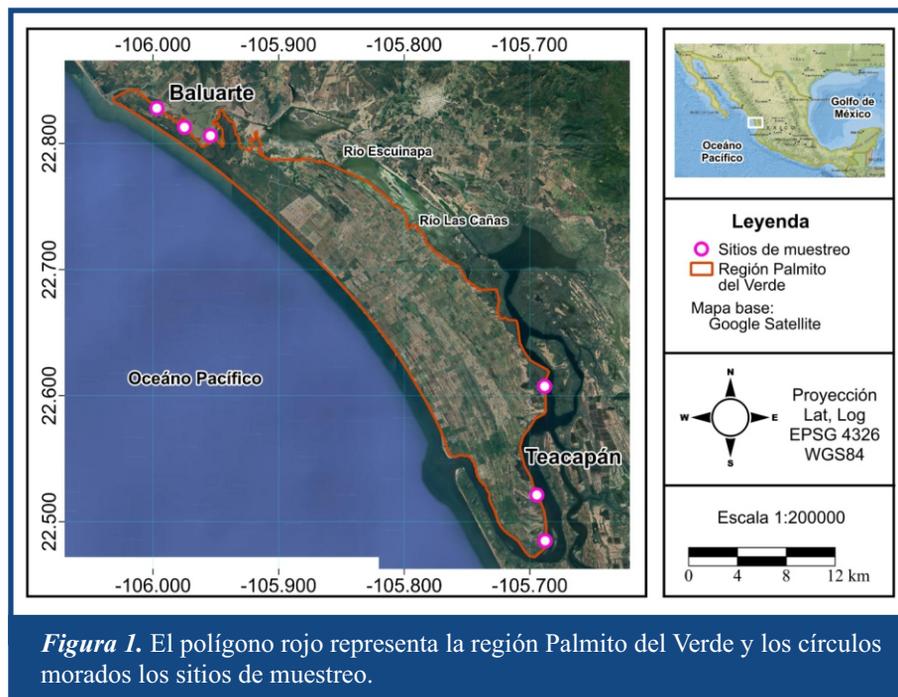
Esta ruptura en flujos de energía y materia ha ocasionado en el manglar no sólo la pérdida funcional en cuanto al albergue de especies nativas endémicas, protegidas, migratorias o de interés comercial como el ostión, el camarón, las tortugas, el róbalo y distintas especies de cangrejos, sino afectaciones en los servicios ecosistémicos que ofrecía previo a la destrucción (Moreno-Casasola, 2016).

De esta manera, el objetivo de este estudio es describir la flora y vegetación de los manglares en la RPV, así como comparar la estructura forestal de las comunidades de manglar en las zonas Baluarte y Teacapán. Este registro contribuirá al mejoramiento de planes de conservación, planes de manejo costero y toma de decisiones al brindar un antecedente que permita reconocer el valor intrínseco e instrumental de las especies de la zona.

## ▶ METODOLOGÍA

### Área de estudio

La región Palmito del Verde (RPV) pertenece a los municipios de Escuinapa y El Rosario, al sur del Estado de Sinaloa, entre las coordenadas  $-160^{\circ}$  O,  $22.8^{\circ}$  N y  $-105.7^{\circ}$  O,  $22.5^{\circ}$  N, con altitudes que van de los 0 hasta los 180 msnm (Figura 1). Es un complejo lagunar formado hace más de 7,000 años, durante la era Cenozoica (Scott y Foster, 2000). Tiene una extensión de más de  $300 \text{ km}^2$ , un clima tropical con lluvias en verano y una prevalencia de suelos Arenosol/Regosol (García, 2004; INEGI, 2013). El polígono de la RPV se construyó considerando el borde de las marismas, durante la época seca.



Los manglares de la porción sureña de la RPV, correspondientes a la localidad de Teacapán, colindan con el estado de Nayarit y permanecen inundados prácticamente todo el año. Allí, las condiciones son óptimas para el desarrollo del mangle rojo (*Rhizophora mangle*). Los manglares de la porción norteña, correspondientes a la boca del río Baluarte, presentan inundaciones temporales y gran parte del año el hábitat se mantiene seco. Por lo anterior, es un lugar idóneo para otro tipo de

especies, como el mangle negro (*Avicennia germinans*) y el mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) (Monroy-Torres et al., 2015).

### **Trabajo de campo**

Durante el 2017, se realizaron visitas a la RPV. Tres cuadrantes de 40 x 10 m, equivalentes a 0.12 ha (Phillips et al., 2003), fueron establecidos en la porción sureña (Teacapán), y tres más en la porción norteña (Baluarte), de forma aleatoria. De cada sitio se obtuvieron las coordenadas UTM con ayuda de un GPS Garmin etrex 20x.

Un análisis de diversidad y estructura vegetal fue llevado a cabo. La colecta de datos biológicos se limitó a las especies de flora que se encontraban enraizadas dentro de los cuadrantes, incluso si sus copas excedían el límite, y considerando árboles con un diámetro del tronco a la altura del pecho (DAP)  $\geq 5$  cm. En el caso de las especies con raíces tipo zanco, como *R. mangle*, la medición se realizó a 1.3 m de altura de donde el inicio del tallo era observado; de la misma forma en aquellos individuos ramificados la medición se realizó posterior de la bifurcación o mediante un promedio de los diámetros de todos los troncos. De cada individuo se obtuvo la siguiente información: identificación a nivel de especie, altura, cobertura y DAP., a nivel de especies el valor de frecuencia y densidad fueron registrados. En el caso de las herbáceas, epífitas, parásitas y lianas herbáceas sólo fueron determinadas e incluidas en el listado general.

### **Índice de Valor de Importancia (IVI) y estructura forestal**

Para definir que especies contribuyen en mayor medida a la estructura en una comunidad, se utilizó la cobertura como equivalente al área basal. La cobertura proporciona información sobre la vegetación que cubre el suelo y su contribución a la biomasa en un área específica; de modo que una mayor área basal se traduce en una mayor cobertura de suelo (Zarco-Espinosa, Valdez-Hernández, Ángeles-Pérez, Castillo-Acosta, 2010). Se asignó un valor constante inicial de 300 a todas las especies, el cuál varía con relación a los valores relativos de las demás especies. Además, la estructura horizontal (DAP) y vertical (altura) de Teacapán y Baluarte, fueron



comparadas con la prueba de la U de Mann-Whitney, realizada en el software Statistica 7.0, ya que esta permite determinar si existen diferencias significativas entre dos grupos independientes que no cumplen supuestos de normalidad.

### **Diversidad alfa**

Se utilizó el índice de Shannon ( $H'$ ) para evaluar la entropía de las comunidades. Este se interpretó como la probabilidad de que un individuo elegido al azar pertenezca a una especie  $x$ . Se obtuvo un valor máximo de Shannon ( $H'_{max}$ ) para Baluarte y uno para Teacapán, mediante:  $H'_{max} = e(S)$ , donde  $S$  es el número total de especie. Para definir cuán alta o baja es la diversidad alfa, se utilizó un valor de equitatividad ( $E$ ), el cual se obtiene mediante  $E = H'/H'_{max}$  (Jost, 2006). Los valores de Shannon se obtuvieron con el logaritmo neperiano y en el software PAST 3.18.

### **Diversidad beta**

Para representar el grado de diferencia de especies entre las comunidades se utilizó el índice de Jaccard. Este índice expresa la relación entre el número de especies diferentes contra el número de especies compartidas en ambas comunidades (Jost, 2006). Este análisis se realizó en el software Rstudio 4.1.2.

## **▶ RESULTADOS**

*Inventario florístico:* se registró un total de 13 especies, incluidas en 12 géneros y 8 familias (Tabla I), sólo a una especie no fue posible asignarle una categoría taxonómica, de modo que fue removida del listado general, pero se mantuvo en los análisis posteriores. De estas especies, ninguna es endémica del Pacífico mexicano, cuatro están listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, cuatro aparecen en la Lista Roja de la UICN, como Preocupación menor, y ninguna está incluida en el CITES.

**Tabla I.** Listado florístico. Nom-059-NOM-059-SEMARNAT-2010 [Pr-Protección especial; A-Amenazada]; IUCN [LC-Preocupación menor].

Familia/Especie	Nombre Común	NOM-059	IUCN
<b>ACANTHACEAE</b>			
<i>Avicennia germinans</i>	Puyequé, mangle negro	A	LC
<b>COMBRETACEAE</b>			
<i>Laguncularia racemosa</i>	Mangle blanco	A	LC
<i>Conocarpus erectus</i>	Botoncahui o mangle botoncillo	A	LC
<b>MALVACEAE</b>			
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guásima		
<b>ANNONACEAE</b>			
<i>Annona glabra</i>	Anona		
<b>RHIZOPHORACEAE</b>			
<i>Rhizophora mangle</i>	Mangle rojo	A	LC
<b>LEGUMINOSAE</b>			
<i>Microlobius foetidus</i>	Caca de caimán		
<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	Conchi		
<i>Prosopis juliflora</i>	Mareño		
<i>Acacia pennatula</i>	Huinol		
<b>CAPPARACEAE</b>			
<i>Crateva tapia</i>	Roachi		
<b>EUPHORBIACEAE</b>			
<i>Sapium glandulosum</i>	Iza		

*Índice de Valor de Importancia (IVI) y estructura forestal:* en el punto de muestreo Teacapán, se registró un total de 504 individuos, distribuidos en tres especies. La familia Combretaceae fue la más predominante tanto en términos de número de especies (dos), como de individuos (312); no obstante, *R. mangle* se destaca como la especie con mayor IVI (Tabla II). La mediana del DAP fue de 7.5 cm y la mediana de la altura fue de 7 m.

**Tabla II.** Índice de Valor de Importancia de los puntos de muestreo Teacapán y Baluarte.

Especie	Frecuencia Relativa	Densidad Relativa	Dominancia Relativa	Índice de Valor de Importancia
<b>Teacapán</b>				
<i>Rhizophora mangle</i>	33.33	38.46	47.63	119.43
<i>Laguncularia racemosa</i>	33.33	35.90	29.71	98.94
<i>Avicennia germinans</i>	33.33	25.64	22.66	81.63
<b>Baluarte</b>				
<i>Laguncularia racemosa</i>	15.00	47.04	56.01	118.05
<i>Avicennia germinans</i>	15.00	46.80	38.49	100.29
<i>Conocarpus erectus</i>	15.00	0.99	1.82	17.81
ID	10.00	0.49	0.45	10.95
<i>Guazuma ulmifolia</i>	5.00	1.48	1.14	7.62
<i>Annona glabra</i>	5.00	0.74	0.23	5.97
<i>Rhizophora mangle</i>	5.00	0.49	0.42	5.92
<i>Microlobius foetidus</i>	5.00	0.49	0.38	5.87
<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	5.00	0.25	0.61	5.85
<i>Prosopis juliflora</i>	5.00	0.49	0.15	5.64
<i>Acacia pennatula</i>	5.00	0.25	0.15	5.40
<i>Crateva tapia</i>	5.00	0.25	0.08	5.32
<i>Sapium glandulosum</i>	5.00	0.25	0.08	5.32

En el punto de muestreo Baluarte se reportaron 406 individuos dentro de 13 especies. La familia Combretaceae fue la más común en cuanto al número de especies (dos) e individuos (312). En este caso *L. racemosa* fue la especie con mayor importancia para la estructura de la vegetación (Tabla II). En Baluarte, la mediana del diámetro de tronco (DAP) fue de 5.8 cm y la mediana de la altura fue 3.97 m.

Los análisis estadísticos mostraron que el sitio Baluarte fue significativamente menor, tanto en el DAP ( $U=88660.5$ ,  $p=0.0003$ ,  $n_1=506$ ,  $n_2=406$ ) como en la altura ( $U=33530$ ,  $p=0.000$ ,  $n_1=506$ ,  $n_2=406$ ).

**Diversidad alfa:** con relación al índice de Shannon ( $H'$ ), el sitio Teacapán presentó una  $H'_{max}=1.009$  y un valor de  $H'=1.08$ , con una equitatividad cercana a la unidad. Al contrario, el sitio Baluarte, mostró una  $H'_{max}=2.565$  y un valor de  $H'=1.02$ , con una equitatividad cercana a 0.4.

**Diversidad beta:** el análisis de similitud mediante el índice de Jaccard mostró un valor de 23.08%.

## ► DISCUSIÓN

Los manglares no solo a escala local, sino también global, son de gran importancia ecológica, social y económica debido a los numerosos servicios ecosistémicos que proporcionan, tales como la protección de costas, turismo, capacidad de almacenar carbón en el suelo (por su alta productividad, acumulación de materia orgánica y secuestro de carbono) y su función como hábitat para numerosas especies de fauna de interés comercial (Quintero-Morales et al., 2021; Moreno-Casasola, 2016). Sin embargo, esto también los convierte en un hábitat en riesgo, ya que enfrentan altas tasas de explotación debido a las actividades antropogénicas (Moreno-Casasola, 2016).

En la región sur de Sinaloa, en los municipios de Escuinapa y El Rosario, se localiza la Región Palmito del Verde (RPV), la cual se encuentra aledaña a la Reserva de la Biósfera Marismas Nacionales Nayarit. Esta zona se caracteriza por una amplia extensión de manglar, la cual suele ser amenazada por pesquerías, turismo, extracción de sal, acuicultura y agricultura (Quintero-Morales et al., 2021).

Esta investigación aportó un inventario florístico del manglar presente en la RPV. Este no reportó novedad alguna a los trabajos previos realizados en esta zona (Amador-Cruz y Bordenave, 2024). Sin embargo, es fundamental destacar que las cuatro especies de manglar fueron registradas en este proyecto, las cuales están enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, como amenazadas. Esto es un reflejo de la heterogeneidad en el hidroperíodo local de la RPV (Blanco y-Correa Magallanes, 2011).

Dentro de la RPV, ambos sitios de manglar mostraron un patrón en el que *A. germinans* y *L. racemosa* fueron estructuralmente importantes. Sin embargo, en Teacapán *R. mangle* mostró el IVI más alto, seguido por *L. racemosa* y *A. germinans*. Esta condición puede explicarse por el impacto del huracán Rosa, que afectó la región de Marismas Nacionales con vientos de hasta 160 km/h, dañando aproximadamente 450 hectáreas de manglar en Nayarit y zonas aledañas (Tovilla Hernández y Orihuela Belmonte, 2004). *L. racemosa* fue la especie que mejor toleró los vientos y mostró un aumento en su dominancia en comparación a *A.*

*germinans*. El hecho de que en el presente estudio *R. mangle* muestre el mayor valor de IVI entre las tres especies para Teacapán, respalda su capacidad para tolerar períodos prolongados de inundación. Al contrario, para el sitio el Baluarte, se observa un valor de importancia bajo de *R. mangle*, lo cual es un indicativo de que hay una baja influencia de mareas favorables para las especies de mangle que sobresalieron (Monroy-Torres et al., 2015).

En cuanto a la estructura horizontal y vertical, se observaron diferencias significativas tanto en el DAP como en las alturas de los árboles. Las medianas del DAP y la altura en Teacapán fueron más altas que en el Baluarte. Si bien se han reconocido una gran cantidad de variables asociadas a la composición florística del manglar como viento, sedimentos, temperatura y latitud; la salinidad y la dinámica de mareas son reconocidos como los factores que más influyen en el establecimiento y crecimiento de las especies asociadas a estos ambientes, donde especies como *R. mangle*, *L. racemosa* y *A. germinans* son las mejor adaptadas (Monroy-Torres et al., 2015). El hecho de que Teacapán presente un período de inundación más constante permite el establecimiento y mejor desarrollo de *R. mangle* y las otras especies de mangles (*L. racemosa* y *A. germinans*) (Monroy-Torres et al., 2015). A diferencia del sitio Baluarte, donde los individuos de *R. mangle* son escasos (solo se observaron dos ejemplares). Es así como se puede inferir que, al ser un sistema en constante sequía, la concentración de sales es muy elevada, creando condiciones menos favorables para las especies vegetales y provocando cambios visibles en su estructura horizontal (DAP) y vertical (altura).

En la RPV, ambos sitios presentaron valores similares del índice de Shannon, aunque Teacapán mostró un valor ligeramente mayor, cumpliendo con el supuesto de que los valores de diversidad disminuyen a medida que aumenta la dominancia de una especie en un ecosistema (Jost, 2006). Aunado a ese valor de diversidad, la equitatividad de Teacapán fue alta (cercana a la unidad), aunque su riqueza fue mínima, y en Baluarte la equitatividad fue baja ( $\approx 0.4$ ), pero con alta riqueza de especies. De modo que, sobre los manglares del sur de Sinaloa, podemos mencionar que aquellas comunidades

correspondientes a Teacapán son bastante equitativas, pero de riqueza ínfima, y en Baluarte hay una alta heterogeneidad en las abundancias de especies, pero con altos niveles de riqueza.

Las diferencias observadas en florística han impactado de forma directa a la diversidad beta, la cual resultó en valores muy bajos de similitud (23.1%). La presencia de tan pocas especies compartidas responde principalmente a que cada sitio representa un tipo de marisma fitosociológica diferente (Blanco y-Correa Magallanes, 2011). Teacapán tiene un amplio frente abierto al mar y Baluarte está en una marisma cerrada, donde la marea tiene contacto con la marisma a través de canales estrechos. Estas condiciones han favorecido, en el primer caso, el establecimiento de extensos manglares, compuestos por *R. mangle*, *L. racemosa* y *A. germinans*, que son las especies más dominantes en México debido a su tolerancia a amplios intervalos de salinidad y la constante influencia de las mareas provenientes de la Boca de Teacapán (Monroy-Torres et al., 2015). La extensión de la superficie cubierta por esta asociación vegetal es tan significativa que se ha convertido en una de las principales justificaciones para promover el establecimiento de la Reserva de la Biósfera Marismas Nacionales Sinaloa.

En el segundo caso, Baluarte tiene tres canales de contacto que inundan la marisma: 1) la unión de los ríos Baluarte–Las Cañas, 2) la unión de los ríos Baluarte – Escuinapa y 3) las lluvias que ocurren entre julio y septiembre (Blanco y-Correa Magallanes, 2011) (Figura 1). Estas condiciones generan un ambiente distinto al observado en el sitio Teacapán, ya que los escasos aportes de agua dulce y la limitada influencia de las mareas podrían resultar en intervalos de salinidad más elevados (Monroy-Torres et al., 2015). Por tanto, las diferencias entre estos dos sitios radican en las condiciones ambientales y ecológicas de cada uno, lo que genera un cambio en la composición florística de las comunidades y, por ende, en su funcionamiento y diversidad.

Finalmente, este estudio subyace como pionero en las investigaciones ecológicas del manglar del sur de Sinaloa, describiendo tanto las especies de mangle, como aquellas adaptadas a las condiciones salinas e inundables de estos ecosistemas. Si bien, el documento reporta datos del año 2017, estos pueden ser de gran interés para propósitos de conservación, manejo y toma de decisiones, ya sea mediante medidas de orden público o de gobernanza.



## ► AGRADECIMIENTOS

A los Doctores Daniel Benítez Pardo y David Serrano Hernández por su apoyo para la realización de esta actividad.

## ► FINANCIAMIENTO

El proyecto fue apoyado por el Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías – CONAHCyT (769304) y el Programa de Fomento y Apoyo a Proyectos de Investigación (PROFAPI-UAS 2015/039) de la Universidad Autónoma de Sinaloa.

## ► BIBLIOGRAFÍA

**Amador-Cruz, F. (2018).** Composición florística y estructura de la vegetación del sur de Sinaloa, con fines de manejo y conservación [Tesis de Maestría, Universidad Autónoma De Sinaloa]. doi: [10.13140/RG.2.2.30498.07366](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.30498.07366)

**Amador-Cruz, F., y Bordenave, B. G. (2024).** Criterios para establecer áreas prioritarias para la conservación en la región de Sinaloa, México. *BOSQUE*, 45(1), 91-102. doi: [10.4067/S0717-92002024000100091](https://doi.org/10.4067/S0717-92002024000100091)

**Blanco y-Correa Magallanes, J. M. (2011).** *Diagnóstico funcional de Marismas Nacionales*. Universidad Autónoma de Nayarit-Comisión Nacional Forestal.

**Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2013).** *Conjunto de datos vectoriales edafológico, escala 1:250000, Serie II*. Recuperado de : <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>



- García, E. (2004).** Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía-Universidad Nacional Autónoma de México.
- Jost, L. (2006).** Entropy and diversity. *Oikos*, 113, 363-375. doi: [10.1111/j.2006.0030-1299.14714.x](https://doi.org/10.1111/j.2006.0030-1299.14714.x)
- Monroy-Torres, M., Flores-Verdugo, F., y Flores-de-Santiago, F. (2015).** Growth of three subtropical mangrove species in response to varying hydroperiod in an experimental tank. *Ciencias Marinas*, 40(4), 263-275. doi: [10.7773/cm.v40i4.2455](https://doi.org/10.7773/cm.v40i4.2455)
- Moreno-Casasola, P. (2016).** *Servicios Ecosistémicos de las Selvas y Bosques costeros de Veracruz*. México: Instituto Literario de Veracruz, S. C. URL: <https://colver.com.mx/Publicaciones/ServiciosEcosistemicos.pdf>
- Phillips, O.L., Vásquez Martínez, R., Núñez Vargas, P., et al. (2003).** Efficient plot-based floristic assessment of tropical forests. *Journal of Tropical Ecology*, 19(6), 629-645. doi: [10.1017/S0266467403006035](https://doi.org/10.1017/S0266467403006035)
- Quintero-Morales, A., Plata-Rocha, W., Olimón-Andalon, V., Monjardín-Armenta, S., y Nemiga-Antonio, X. (2021).** Dynamics of changes in land use and estimation of CO<sub>2</sub> in mangroves in the Marismas Nacionales area, Mexico. *Ciencias Marinas*, 47(2), 105-125. doi: [10.7773/cm.v47i2.3162](https://doi.org/10.7773/cm.v47i2.3162)
- Scott, S.D, y Foster, M.S. (2000).** The prehistory of Mexico's northwest coast. A view from the Marismas Nacionales of Sinaloa and Nayarit. En S. Gorenstein (Ed.), *Greater Mesoamerica: The archaeology of west and northwest Mexico* (pp. 107-135). Salt Lake City, U.S.A.: University of Utah Press.
- Tovilla Hernández, C. y Orihuela Belmonte, D.E. (2004).** Impacto del huracán Rosa sobre los bosques de manglar de la costa norte de Nayarit, México. *Madera y Bosques*, 10(Es2).



**Velázquez Salazar, S. et al. (2021).** *Manglares de México. Actualización y análisis de los datos 2020.* Ciudad de México, México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. URL: <https://agua.org.mx/biblioteca/manglares-de-mexico-actualizacion-y-analisis-de-los-datos-2020/>

**Zarco-Espinosa, V.M., Valdez-Hernández, J., Ángeles-Pérez, G., y Castillo-Acosta, O. (2010).** Structure and diversity of arboreal vegetation in the Parque Estatal Agua Blanca, Macuspana, Tabasco. *Universidad y ciencia*, 26(1), 1-17. URL: <https://era.ujat.mx/index.php/rera/article/view/179/137>