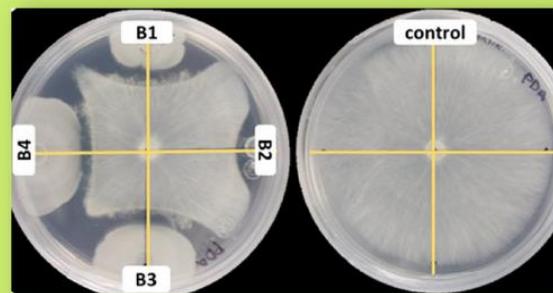


# Investigaciones Biológicas, Agrícolas y Ambientales de México



**Leandris Argente Martínez**  
**Ofelda Peñuelas Rubio**  
Organizadores



**Leandris Argente! Martínez**  
**Ofelda Peñuelas Rubio**  
Organizadores

# **Investigaciones Biológicas, Agrícolas y Ambientales de México**



Pantanal Editora

2022

Copyright© Pantanal Editora

**Editor Chefe:** Prof. Dr. Alan Mario Zuffo

**Editores Executivos:** Prof. Dr. Jorge González Aguilera e Prof. Dr. Bruno Rodrigues de Oliveira

**Diagramação:** A editora. **Diagramação e Arte:** A editora. **Imagens de capa e contracapa:** Canva.com. **Revisão:** O(s) autor(es), organizador(es) e a editora.

### Conselho Editorial

#### Grau acadêmico e Nome

Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos  
Prof. MSc. Adriana Flávia Neu  
Prof. Dra. Albys Ferrer Dubois  
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior  
Prof. MSc. Aris Verdecia Peña  
Prof. Arisleidis Chapman Verdecia  
Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva  
Prof. Dr. Bruno Gomes de Araújo  
Prof. Dr. Caio Cesar Enside de Abreu  
Prof. Dr. Carlos Nick  
Prof. Dr. Claudio Silveira Maia  
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos  
Prof. Dr. Cristiano Pereira da Silva  
Prof. Ma. Dayse Rodrigues dos Santos  
Prof. MSc. David Chacon Alvarez  
Prof. Dr. Denis Silva Nogueira  
Prof. Dra. Denise Silva Nogueira  
Prof. Dra. Dennyura Oliveira Galvão  
Prof. Dr. Elias Rocha Gonçalves  
Prof. Me. Ernane Rosa Martins  
Prof. Dr. Fábio Steiner  
Prof. Dr. Fabiano dos Santos Souza  
Prof. Dr. Gabriel Andres Tafur Gomez  
Prof. Dr. Hebert Hernán Soto Gonzáles  
Prof. Dr. Hudson do Vale de Oliveira  
Prof. MSc. Javier Revilla Armesto  
Prof. MSc. João Camilo Sevilla  
Prof. Dr. José Luis Soto Gonzales  
Prof. Dr. Julio Cezar Uzinski  
Prof. MSc. Lucas R. Oliveira  
Prof. Dra. Keyla Christina Almeida Portela  
Prof. Dr. Leandris ArgenteL-Martínez  
Prof. MSc. Lidiene Jaqueline de Souza Costa Marchesan  
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann  
Prof. MSc. Marcos Pisarski Júnior  
Prof. Dr. Marcos Pereira dos Santos  
Prof. Dr. Mario Rodrigo Esparza Mantilla  
Prof. MSc. Mary Jose Almeida Pereira  
Prof. MSc. Núbia Flávia Oliveira Mendes  
Prof. MSc. Nila Luciana Vilhena Madureira  
Prof. Dra. Patrícia Maurer  
Prof. Dra. Queila Pahim da Silva  
Prof. Dr. Rafael Chapman Auty  
Prof. Dr. Rafael Felipe Ratke  
Prof. Dr. Raphael Reis da Silva  
Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes  
Prof. Dr. Ricardo Alves de Araújo (*In Memoriam*)  
Prof. Dra. Sylvana Karla da Silva de Lemos Santos  
MSc. Tayronne de Almeida Rodrigues  
Prof. Dr. Wéverson Lima Fonseca  
Prof. MSc. Wesclen Vilar Nogueira  
Prof. Dra. Yilan Fung Boix  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme

#### Instituição

OAB/PB  
Mun. Faxinal Soturno e Tupanciretã  
UO (Cuba)  
IF SUDESTE MG  
Facultad de Medicina (Cuba)  
ISCM (Cuba)  
UFESSPA  
UEA  
UNEMAT  
UFV  
AJES  
UFGD  
UEMS  
IFPA  
UNICENTRO  
IFMT  
UFMG  
URCA  
ISEPAM-FAETEC  
IFG  
UEMS  
UFF  
(Colômbia)  
UNAM (Peru)  
IFRR  
UCG (México)  
Mun. Rio de Janeiro  
UNMSM (Peru)  
UFMT  
Mun. de Chap. do Sul  
IFPR  
Tec-NM / ITVY (México)  
Consultório em Santa Maria  
UFJF  
UEG  
FAQ  
UNAM (Peru)  
SEDUC/PA  
IFB  
IFPA  
UNIPAMPA  
IFB  
UO (Cuba)  
UFMS  
UFPI  
UFG  
UEMA  
IFB  
UFPI  
FURG  
UO (Cuba)  
UFT

Conselho Técnico Científico  
- Esp. Joacir Mário Zuffo Júnior  
- Esp. Maurício Amormino Júnior  
- Lda. Rosalina Eufrausino Lustosa Zuffo

Ficha Catalográfica

**Datos Internacionales de Catalogación en la Publicación  
(eDOC BRASIL)**

I62      Investigaciones biológicas, agrícolas y ambientales de México / Organizadores  
Leandris Argente Martínez, Ofelda Peñuelas Rubio. – Nova Xavantina,  
MT: Pantanal, 2022.  
131 p. : il.

Formato: PDF  
Requisitos del sistema: Adobe Acrobat Reader  
Modo de acceso: World Wide Web  
ISBN 978-65-81460-59-4  
DOI <https://doi.org/10.46420/9786581460594>

1. Agricultura – México. 2. Sostenibilidad. 3. Medio ambiente.      I.  
Argente Martínez, Leandris. II. Peñuelas Rubio, Ofelda.

CDD 630

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**



Nossos e-books são de acesso público e gratuito e seu download e compartilhamento são permitidos, mas solicitamos que sejam dados os devidos créditos à Pantanal Editora e também aos organizadores e autores. Entretanto, não é permitida a utilização dos e-books para fins comerciais, exceto com autorização expressa dos autores com a concordância da Pantanal Editora.

**Pantanal Editora**

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000.  
Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil.  
Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp).  
<https://www.editorapantanal.com.br>  
[contato@editorapantanal.com.br](mailto:contato@editorapantanal.com.br)

## **Prólogo**

Investigaciones Biológicas, Agrícolas y Ambientales de México es un libro electrónico científico, basado en estudios experimentales desarrollados por un colectivo de prestigiosos investigadores de México y de otros países que, en colaboración, aportan respuestas a problemáticas existentes en dichas ramas del saber. Estos trabajos aparecen divididos en capítulos donde se ofrece información actualizada sobre los avances más recientes en dichas áreas, con un estilo de artículo científico y con referencias bibliográficas de gran nivel de actualización científica.

El proceso de revisión de los capítulos fue desarrollado, bajo la modalidad a doble ciegas, por varios investigadores que participan en el comité editorial de PANTANAL EDITORA. Se agradece a los autores de los respectivos capítulos por la dedicación al atender las sugerencias y comentarios realizados por los revisores, optimizando el tiempo de los procesos de revisión y aceptación.

**Los autores**

<b>Sumario</b>	
<b>Prólogo</b>	<b>4</b>
<b>Ciencias Biológicas</b>	<b>6</b>
<b>Capítulo 1</b>	<b>7</b>
Estructura del manglar y parámetros físico-químicos del sedimento en tres lagunas costeras del Golfo de California	7
<b>Capítulo 2</b>	<b>22</b>
Aislamiento y caracterización morfológica de <i>Fusarium oxysporum</i> asociado al tomate en el Valle del Yaqui, Sonora	22
<b>Capítulo 3</b>	<b>33</b>
Enhancing the yield of spores of <i>Bacillus cereus sensu lato</i> strain B25 by evaluating culture media	33
<b>Capítulo 4</b>	<b>45</b>
Cultivo de camarón blanco del Pacífico ( <i>Penaeus vannamei</i> ) a baja salinidad en agua de mar artificial	45
<b>Ciencias Agrícolas</b>	<b>55</b>
<b>Capítulo 5</b>	<b>56</b>
Caracterización morfológica y perfil patogénico de aislados fúngicos provenientes de la rizósfera de sandía ( <i>Citrullus lanatus</i> Thunb.) en el sur de Sonora	56
<b>Capítulo 6</b>	<b>65</b>
Crecimiento y producción de tomate en respuesta a dos sustratos y niveles de solución nutritiva	65
<b>Capítulo 7</b>	<b>76</b>
Isolation and characterization of endophytic bacteria from maize and giant reed with biotechnological and biocontrol potential against <i>Rhizoctonia zeae</i>	76
<b>Ciencias Ambientales</b>	<b>93</b>
<b>Capítulo 8</b>	<b>94</b>
Use of nitrogen fertilizers in the Yaqui Valley: a compilation of three decades of knowledge	94
<b>Capítulo 9</b>	<b>108</b>
Are there atmospheric conditions for water loss at night in wheat canopies in the Yaqui Valley, Sonora, Mexico?	108
<b>Capítulo 10</b>	<b>122</b>
Estimación del carbono en la biomasa aérea del mezquite ( <i>Prosopis</i> spp.) en la comunidad de Charay, El Fuerte, Sinaloa	122
<b>Índice</b>	<b>130</b>
<b>Sobre los organizadores</b>	<b>131</b>

# Estructura del manglar y parámetros físico-químicos del sedimento en tres lagunas costeras del Golfo de California

Recibida em: 07/09/2022

Aprobado em: 09/09/2022

 10.46420/9786581460594cap1

Jony R. Torres<sup>1\*</sup> 

Leyva-García Germán<sup>2</sup> 

Peñuelas-Rubio Ofelda<sup>1</sup> 

Argentel-Martínez Leandris<sup>1</sup> 

Cárdenas-Sánchez Prisma<sup>1</sup> 

## RESUMEN

Los ecosistemas de manglar se ubican en el margen tierra-mar con áreas que se han reducido en gran medida debido a las actividades del hombre. Los manglares que crecen en climas áridos (Noroeste de México) experimentan bajas precipitaciones y altas temperaturas (media anual generalmente  $> 18\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) con grandes fluctuaciones diarias, alta radiación solar y altas tasas de evaporación. El análisis de la estructura forestal a escala local, requiere una intensiva colecta de datos en campo, con información importante acerca de los rasgos ecológicos de la comunidad. Los suelos de manglar son pantanosos, saturados de humedad la mayor parte del año, ligeramente ácidos y con altos contenidos de materia orgánica en diversos estados de descomposición; en general, hay preponderancia de fracciones superficiales finas (arcillas y limos). En el presente trabajo se evaluaron los atributos estructurales y la variación de los parámetros físicos químicos del sedimento en el ecosistema de manglar en tres lagunas costeras del Golfo de California. En seis sitios se midió la estructura y se tomaron muestras de sedimento para determinar pH, materia orgánica, textura, densidad aparente y contenido de humedad, en marzo del 2022. Los resultados mostraron que el desarrollo estructural del manglar en los sitios de estudio, fue bajo, característico de zonas áridas (4.3 m de altura de los árboles y 9.2 cm de diámetro a altura del pecho, clasificando como manglar chaparro), con alto contenido de arena (54%) y densidad aparente ( $6.5\text{ g cm}^{-3}$ ), por consecuencia se registró un bajo contenido de materia orgánica (6.3 %) y humedad en el sedimento (32%), así también, las variables físico-químicas del sedimento de manglar registraron una relación directa significativa, que se afectan tanto en correlación positiva como negativa, estas relaciones nos muestran que las variaciones pueden ser espaciales, y se recomienda ampliar el estudio para analizar temporalmente (meses) el ecosistema.

<sup>1</sup> Tecnológico Nacional de México/I. T. del Valle del Yaqui. Av. Tecnológico, Block 611, Bácum, Sonora. México.

<sup>2</sup> Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C., Unidad Guaymas. Carretera al Varadero Nacional km 6.6, Colonia Las Playitas, Guaymas, Sonora CP 85480, México

\* Autor correspondiente: jtorres.velazquez@itvy.edu.mx

## INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas de manglar se ubican en el margen tierra-mar con áreas que se han reducido en gran medida debido a las actividades del hombre (Diop, 1993; Lacerda, 1993). El ecosistema funciona a partir de los subsidios de materia (nutrientes, sedimentos, materia orgánica, agua dulce y salobre) y energía recibida (luz, temperatura, oleaje, mareas y huracanes), estos elementos permiten al aparato fotosintético producir cierta cantidad de biomasa que se expresa en términos de materia orgánica (productividad primaria); la cual es variable debido a diferentes factores como latitud, estacionalidad, tipo de suelo, microtopografía, geomorfología y precipitación (Orihuela-Belmonte et al., 2004; Torres et al., 2018). Los manglares de México han sido materia de investigación por más de 30 años, con estudios realizados en su mayoría por especialistas de varias disciplinas en ecosistemas costeros, donde realizan, en algunos casos, proyectos a largo plazo que le han dado continuidad al estudio y conocimiento de los manglares en los litorales del Océano Pacífico, Golfo de México y Mar Caribe (CONABIO, 2013).

Los manglares que crecen en climas áridos (como en el noroeste de México) están expuestos a bajas precipitaciones y altas temperaturas (media anual generalmente  $> 18\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) con grandes fluctuaciones diarias, alta radiación solar y altas tasas de evaporación (Adame et al., 2020). Estos generalmente, se presentan como rodales aislados de franja, tipo matorral y de escasa cobertura (Rollet, 1974; Mendoza et al., 1984). Debido a la falta de ríos permanentes y la hiper-salinidad de muchos estuarios, los manglares crecen en condiciones subóptimas, evidenciadas por alturas menores y una estructura y extensión menos desarrolladas (Flores-Verdugo et al., 1992; Whitmore et al., 2005).

La deposición de sedimentos de fuentes terrestres está restringida a eventos esporádicos, como tormentas tropicales, que proporcionan agua dulce y grandes cargas de sedimentos durante días o semanas continuas. Para los manglares en climas áridos, las tormentas tropicales pueden aliviar significativamente la hipersalinidad, la fuerte limitación de nutrientes y aumentar temporalmente su baja productividad (Lovelock et al., 2011). Debido a su baja productividad y baja acumulación de sedimentos, los manglares en regiones áridas tienden a tener reservas de carbono orgánico del suelo relativamente bajas y un bajo potencial de secuestro; sin embargo, a nivel mundial almacenan 12,3 millones de MgC (Adame et al., 2020).

El análisis de la estructura forestal a escala local, requiere una intensiva colecta de datos en campo, con información importante acerca de los rasgos ecológicos de la comunidad (Romero, 2012). La estructura de la planta de mangle influye directamente en las condiciones y el funcionamiento de los bosques de manglar, y su alteración puede influir en la distribución y abundancia de la fauna (Cavalcanti et al., 2009). Por lo tanto, su caracterización constituye una herramienta importante en la comprensión de cómo este ecosistema responde a las condiciones ambientales existentes (Souza y Sampaio, 2001). La caracterización estructural de los bosques de manglar se refiere a la diversidad de especies, altura, diámetro, área basal y densidad de árboles, así como la distribución de especies en patrones espaciales (Smith, 1992).

Los suelos de manglar son pantanosos, saturados de humedad la mayor parte del año, ligeramente ácidos y con altos contenidos de materia orgánica en diversos estados de descomposición; en general, hay preponderancia de fracciones superficiales finas (arcillas y limos) (Mendoza, 2010). Castillo-Domínguez et al. (2011), mencionan que en los humedales la variabilidad de los parámetros físico-químicos está relacionada principalmente por las condiciones hidrológicas determinadas por la temporalidad, es decir, lluvias y secas. Las condiciones que propician el hidroperíodo pueden modificar directamente las características físico-químicas del sedimento: la temperatura, el pH, la disponibilidad de nutrientes y los tiempos hidráulicos de retención (Cupil-Díaz, 2015). Por lo tanto, los suelos mejor drenados, la menor salinidad y el aporte de nutrientes son factores asociados con mayor productividad (Day et al., 1987). El objetivo de la presente investigación fue caracterizar la estructura del manglar y la variación físico-química del sedimento en tres lagunas costeras (Tóbari-Agiabampo-Lobos) del Sureste del Golfo de California, México. En el presente trabajo se tiene como hipótesis que, por considerarse una zona de estudio de zonas áridas del noroeste de México, (i) los contenidos de materia orgánica serán bajos, con altos porcentajes de arena y alta densidad aparente, en comparación con las condiciones que presenta el sedimento del ecosistema de manglar en regiones templadas.

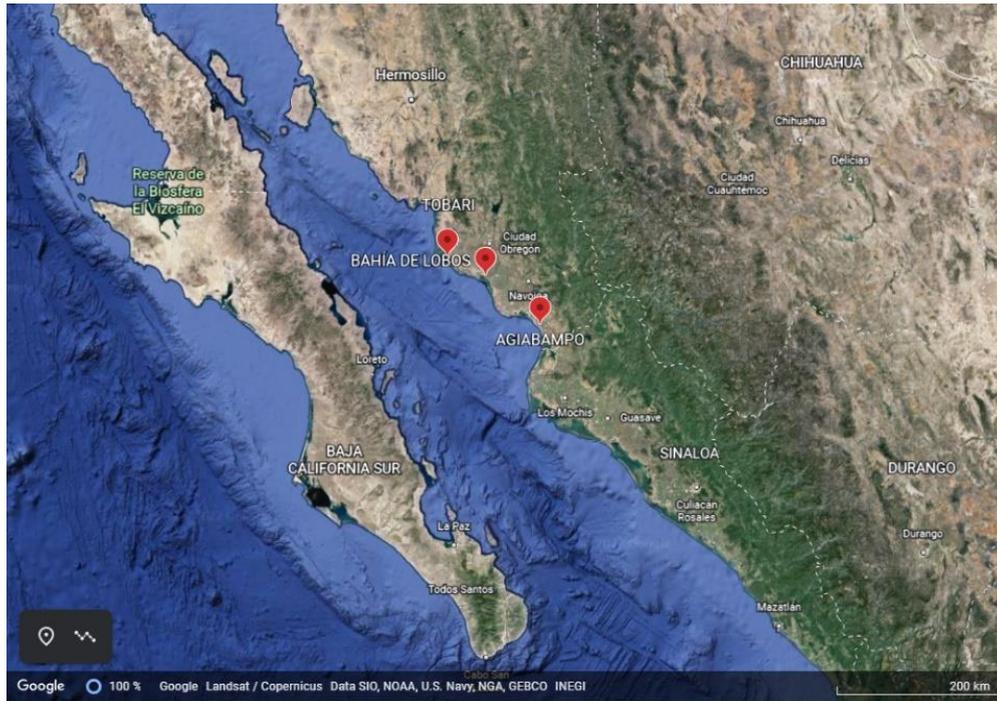
## MATERIALES Y MÉTODOS

### *Área de estudio*

El estudio se desarrolló en tres lagunas estuarinas en la costa sureste del Golfo de California; Tóbari (TO), Agiabampo (AG) y Lobos (LO) (Figura 1), con presencia de mangle blanco (*Laguncularia racemosa* [L.] Gaertn), negro (*Avicennia germinans* [L.] Stearn) y rojo (*Rhizophora mangle* [L.]) (Pennington y Sarukhán, 2005), consideradas bajo amenaza en la norma 059 SEMARNAT (2010).

La Bahía del Tóbari tiene una superficie de manglar aproximada a 255 hectáreas (Rodríguez-Zuñiga et al., 2013). Este sitio tiene circulación del agua influenciada principalmente por las olas y el viento (Beman y Francis, 2006). Debido en parte a las depresiones relativamente poco profundas de 1.5 m en el interior y de 4-8 m en las bocas del estuario (Beman, 2014). Cuenta con una boca al norte y al sur de la bahía con clima árido-cálido según la clasificación de Köppen-Geiger (Kottek et al., 2006) (Figura 1).

Navopatia se encuentra al sur del Estado Mexicano de Sonora (Figura 1), la zona se caracteriza por la presencia de dos especies dominantes de manglares *Rhizophora mangle* L. (mangle rojo) y *Avicennia germinans* (L.) Stearn (Flores-Verdugo et al., 1990), enraizadas sobre sedimentos salinos-limosos-arcillosos (Ayala-Castañares et al., 1990). La altura promedio de los manglares en la región es de 5 m y su estructura está muy influenciada por la alta evaporación ( $\sim 2,900 \text{ mm año}^{-1}$ ), lluvias escasas ( $\sim 300 \text{ mm año}^{-1}$ ), períodos de máxima inundación por mareas (durante el verano) (Granados-Martínez et al., 2021).



**Figura 1.** Sitios experimentales del Tóbari, Bahía de Lobos y Agiabampo, en el Estado de Sonora, México. Imagen tomada de Google Earth, 07 de septiembre de 2022.

Bahía de Lobos está ubicada en  $27^{\circ}11'02.131''$  N– $110^{\circ}40'31.384''$  W y  $27^{\circ}55'17.173''$  N– $110^{\circ}17'50.405''$  W en la costa noreste del Golfo de California (Alcantara-Razo et al., 2019) (Figura 1). El clima regional es muy seco y cálido, BW (h<sup>+</sup>) hw, con precipitación anual inferior a 300 mm, temperatura media anual de 24 °C y temperatura máxima anual entre 30 °C y 40 °C (RAMSAR, 2007). El 98 % del área de manglar se encuentra dentro del sitio Ramsar (número 1970), caracterizado por las cuatro principales especies de manglar reportadas para México: *Rhizophora mangle* (L.) (Rm), *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn (Lr), *Avicennia germinans* (L.) Stearn (Ag), y *Conocarpus erectus* (L.) (Ce), las cuales actualmente se encuentran catalogadas como amenazadas (SEMARNAT, 2010).

En cada laguna se establecieron 2 sitios en hábitat de manglar (6 sitios en total) con dos unidades de monitoreo (UM) en cada sitio (12 UM en total) en áreas similares, de 10 x 10 m con una separación de 50 m, a una distancia de 20 m perpendicular a la línea de costa. La toma de muestras se realizó durante el mes de marzo del 2022.

### *Estructura forestal del manglar*

En cada sitio, conforme a los estudios previos desarrollados por Valdez (2002) se tomaron dos unidades de muestreo (UM) de 10 x 10 m por cada sitio, con separación de 50 m al centro, a una distancia de 20 m y paralelos a la línea de costa. En las UM se registró para cada especie la abundancia de árboles adultos con un diámetro a la altura del pecho (DAP)  $\geq 2.5$  cm. Se midió la circunferencia de cada árbol con cinta métrica y se dividió entre el valor de  $\pi$  (3.14) para obtener el diámetro. Así como altura, largo y

ancho de copa del 20 % de los árboles adultos, para determinar cobertura. La densidad y área basal se estimaron de acuerdo a la metodología desarrollada por Moreno-Casasola y Warner (2009).

### *Físico-químicos en sedimento*

Se colectaron, mensualmente, tres muestras de sedimento en cada UM en los primeros 20 cm de suelo (para un total de 36 muestras), por medio de un nucleador ( $0.0033 \text{ m}^2$ ) para determinar textura de acuerdo al método de Bouyucos (Klute, 1986). El pH se determinó por electrometría en proporciones 1:2 con agua y el contenido de materia orgánica por ignición de acuerdo a Heiri et al. (2001). Además, se colectaron dos muestras de sedimento con volumen conocido en cada UM (36 muestras) para determinar la densidad aparente y el contenido de humedad del suelo de acuerdo con Moreno-Casasola y Warner (2009), el contenido de humedad del suelo es el porcentaje de agua que es capaz de almacenar un gramo de suelo, si el valor fuera del 100% significaría que 1 g de suelo almacena 1 g de agua (Infante, 2011).

### *Análisis estadístico*

Los grupos de datos fueron analizados por medio del test de normalidad Kolmogorov-Smirnov y homogeneidad de varianzas de Levene. Para identificar diferencias significativas con un nivel de significancia al 5%, se desarrolló un análisis de varianza de calificación simple (ANOVA) utilizando la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey (Steel y Torrie, 1996). Además, se determinó la correlación de Pearson ( $r$ ) para explicar las relaciones entre las diferentes variables físico-químicas del agua y del sedimento del manglar. Se utilizó el software IBM SPSS *Statistics* 20 para el procesamiento de datos.

## **RESULTADOS**

En la región de estudio se encontraron las cuatro especies de manglar (*R. mangle*, *A. germinans*, *L. racemosa* y *C. erectus*), donde la especie con mayor densidad fue *A. germinans* en todos los sitios. En relación a la altura, se registraron diferencias significativas ( $F=12.6$ ;  $p=0.015$ ;  $N=78$ ), donde el manglar presentó variaciones entre  $6.5 \pm 0.2 \text{ m}$  y  $1.9 \pm 0.11 \text{ m}$  (Cuadro 1). Los diámetros presentaron diferencias significativas ( $F=6.46$ ;  $p=0.005$ ;  $N=78$ ) debido al bajo DAP registrado en el S2 de Agiabampo con respecto a los demás sitios, además, *A. germinans* presentó el valor más alto con  $20.5 \pm 2.1 \text{ m}$  y *R. mangle* el menor valor con  $5.7 \pm 0.46 \text{ m}$  en el sitio 2 de Bahía de Lobos. En relación al área basal del manglar, se identificó en *A. germinans* el mayor valor con  $90.9 \pm 16.5 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$  en el sitio 2 de Agiabampo. Dicha variación ocasionó diferencias significativas en el área basal del manglar ( $F=5.2$ ;  $p=0.012$ ;  $N=78$ ) (Cuadro 1).

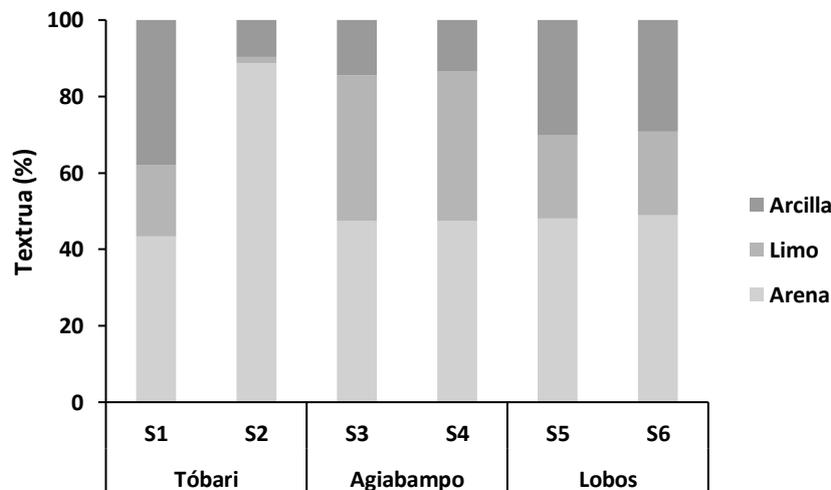
Entre los principales resultados obtenidos de la textura del sedimento se identificaron altos contenidos de arena con diferencias significativas entre sitios ( $F=4.4$ ;  $p=0.02$ ;  $N=24$ ) con el mayor valor en el sitio 2 de Tóbari con  $89 \pm 1.5 \%$ , con un rango de contenidos de arena en todos los sitios de  $43.4 \pm 1.5$

a  $89 \pm 1.5$  %: Los contenidos de limo presentaron diferencias significativas ( $F=50$ ;  $p<0.05$ ;  $N=24$ ) debido al bajo contenido encontrado en el sitio 2 ( $1.59 \pm 0.4$  %) con un rango de valores de limo desde  $1.59 \pm 0.4$  a  $39 \pm 0.6$  %. En lo que respecta los contenidos de arcilla promedio de los sedimentos se registraron diferencias significativas entre sitios ( $F=6.1$ ;  $p=0.008$ ;  $N=24$ ) con el mayor valor en sitio 1 (Tóbari) con  $37.9 \pm 1.7$  % y el menor en Sitio 2 (Tóbari) con  $9.7 \pm 0.6$  % (Figura 2, Cuadro 2).

**Cuadro 1.** Atributos estructurales del ecosistema de manglar en sitios.

	Sitio	Especie	Abundancia (400 m <sup>2</sup> )	Densidad (ha)	Altura (m)	DAP (cm)	Área Basal (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )
Tóbari	S1	Ag	47	1175	4.2±0.2	8.6±0.6	15.3±1.7
		Lr	6	150	5.3±0.6	15.1±1.6	42.3±2.9
		Rm	13	325	3.4±0.3	6.5±0.6	9.3±1.4
	S2	Ag	59	1475	3±0.1	7.4±0.5	12±1.4
		Lr	31	775	3.4±0.1	7.8±0.9	11.8±1.8
Agiabampo	S3	Ag	71	1775	2.4±0.1	8.9±1.1	19.4±4.9
		Lr	6	150	2.2±0.09	8.2±1.9	18.8±6.6
		Rm	7	175	3.6±0.2	7.3±0.5	11.5±1.3
	S4	Ag	57	1425	6.5±0.2	20.5±2.1	90.9±16.5
		Lr	2	50	4.8±0.3	17.1±2.6	73.2±15.8
		Rm	15	375	5.2±0.2	6.9±0.3	10.3±1.2
Lobos	S5	Ag	34	1700	3.8±0.27	10.3±0.97	26.8±6.6
		Ce	4	200	5.3±1.03	16.2±2.9	56.2±11.5
		Lr	11	550	4.1±0.44	8.13±1.6	18.7±7.4
	S6	Ag	24	1200	1.9±0.11	5.3±0.45	6.5±1.1
		Ce	3	150	4.5±0.31	13.4±0.64	35.8±3.4
		Rm	27	1350	2.2±0.12	5.7±0.46	7.53±1.3

Ag: *Avicennia germans*, Lr: *Laguncularia racemosa*, Rm: *Rhizophora mangle*, Ce: *Conocarpus erectus* DAP: diámetro a altura del pecho; S1 hasta S6: pares de sitios evaluados en cada lugar.

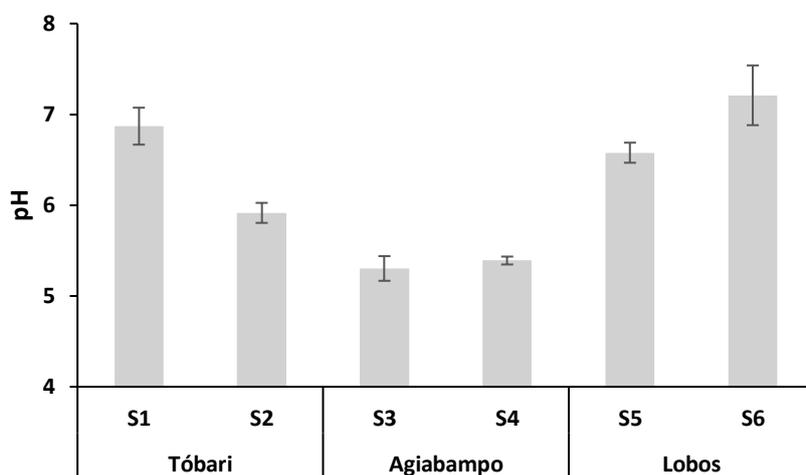


**Figura 2.** Contenidos de arena, limo y arcilla del sedimento en sitios de monitoreo (S1 hasta S6: pares de sitios evaluados en cada lugar).

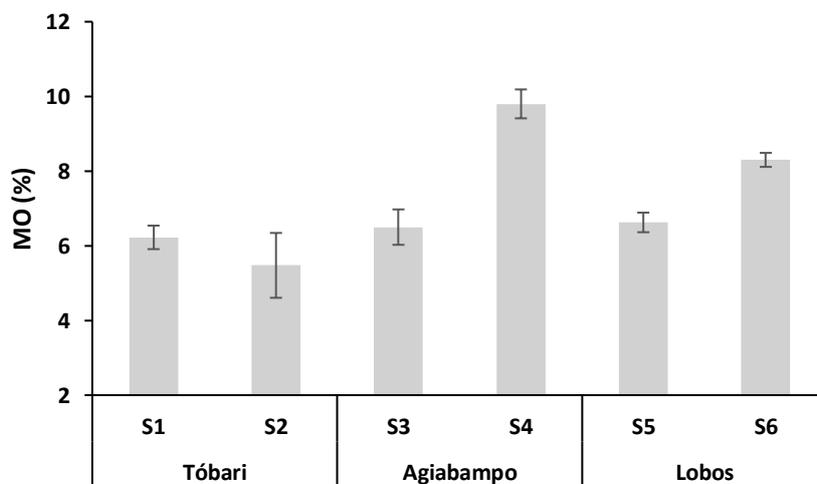
**Cuadro 2.** Textura promedio en sedimento en cada laguna de estudio

Textura (%)	Tóbari	Agiabampo	Lobos
Arena	66.08	47.44	48.41
Limo	10.135	38.57	21.91
Arcilla	23.785	13.99	29.68

En el Cuadro 2 se puede observar valores altos de arena en todos los sitios, con respecto a los contenidos de limo y arcilla. Los valores de pH en sedimento no presentaron diferencias significativas debido a la baja variación entre sitios ( $F=12.1$ ;  $p=0.06$ ;  $N=24$ ) con el menor valor de pH en el sitio 3 (Agiabampo) con  $5.3\pm 0.13$  y el más alto valor de pH en sitio 6 (Lobos) con  $7.2\pm 0.33$  en promedio. Los valores promedio de pH en cada laguna fueron de  $6.4\pm 0.2$  en Tóbari,  $5.3\pm 0.06$  en Agiabampo y  $6.9\pm 0.2$  en Lobos (Figura 3).



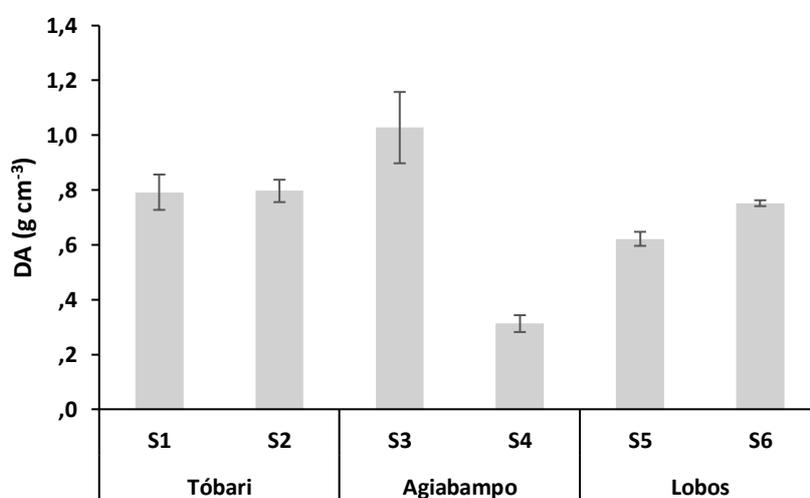
**Figura 3.** Valores de pH en sedimento de cada sitio de monitoreo (S1 hasta S6: pares de sitios evaluados en cada lugar).



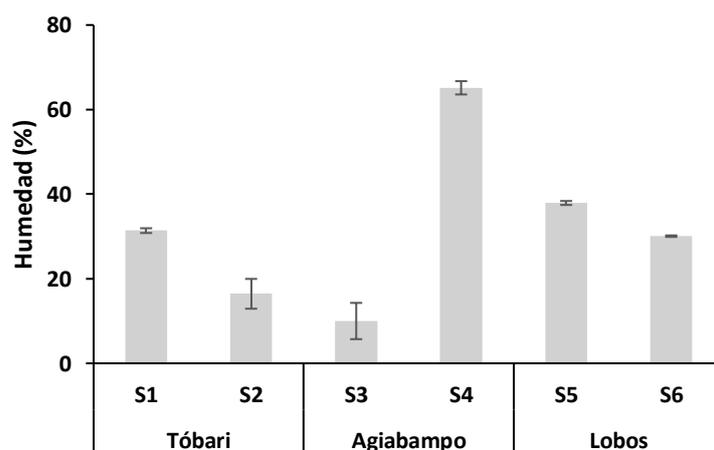
**Figura 4.** Contenidos de materia orgánica del sedimento en sitios de monitoreo (S1 hasta S6: pares de sitios evaluados en cada lugar)

Los contenidos de materia orgánica en sedimento no mostraron diferencias significativas ( $F=5.2$ ;  $p=0.057$ ;  $N=24$ ) con un promedio general de  $7.2\pm 0.41$  % de materia orgánica, con el máximo valor en el sitio 4 (Agiabampo) con  $9.8\pm 0.39$  %. Los valores promedios de materia orgánica para cada laguna fueron de  $5.9\pm 0.45$  % para Tóbari,  $8.2\pm 0.68$  % para Agiabampo y de  $7.5\pm 0.35$  % para Lobos (Figura 4).

La densidad aparente medida en suelo registró diferencias significativas ( $F=13$ ;  $p<0.05$ ;  $N=24$ ) debido a la alta variación en las muestras de todos los sitios que van desde un rango de  $0.3\pm 0.03$  g cm<sup>-3</sup> en el sitio 4 (Agiabampo) hasta valores máximos promedios de  $1.02\pm 0.13$  g cm<sup>-3</sup> en el sitio 3 (Agiabampo). Los valores promedio de densidad aparente del suelo para cada laguna estudiada fueron de  $0.79\pm 0.05$  gcm<sup>-3</sup> en Tóbari,  $0.67\pm 0.08$  g cm<sup>-3</sup> en Agiabampo y  $0.69\pm 0.2$  g cm<sup>-3</sup> en Lobos (Figura 5).



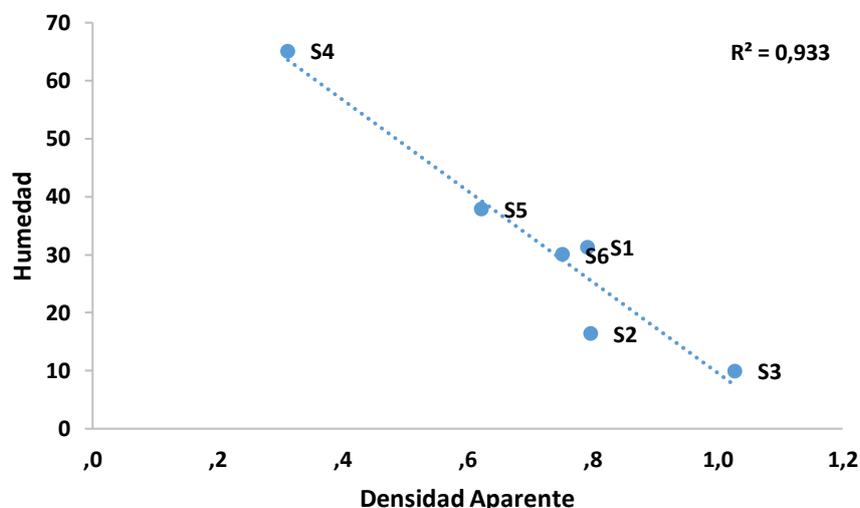
**Figura 5.** Densidad aparente (DA) del suelo en cada sitio de monitoreo (S1 hasta S6: pares de sitios evaluados en cada lugar).



**Figura 6.** Contenido de humedad en sedimento de cada sitio de monitoreo (S1 hasta S6: pares de sitios evaluados en cada lugar).

La humedad (agua) retenida en suelo presentó diferencias significativas ( $F=45$ ;  $p<0.05$ ;  $N=24$ ) debido a la alta variación de retención de agua en los diferentes sitios monitoreados, con valores bajos en los sitios 2 y 3 ( $16.4\pm 3.5$  y  $10\pm 4.2$  % respectivamente). En relación a los promedios obtenidos para cada laguna se tiene que Tóbari presenta un contenido de humedad promedio de  $23.9\pm 2.0$  %, Agiabampo  $37.6\pm 2.9$  % y Lobos con  $34\pm 0.32$  % (Figura 6).

La figura 7, muestra la relación que existe entre la densidad aparente del suelo y el contenido de humedad, y se puede observar que en Agiabampo (Sitio 3) registró la más alta densidad aparente con baja retención de humedad, sin embargo, en el sitio 4 se presentó la más alta retención de humedad con baja densidad aparente.



**Figura 7.** Relación del contenido de humedad y densidad aparente en suelo (S1 hasta S6: pares de sitios evaluados en cada lugar).

Se identificó que en existe una correlación negativa significativa de la densidad aparente con el contenido del contenido de humedad y materia orgánica en el sedimento del manglar, así mismo, los contenidos de arcilla promueven (Correlación positiva) la variación del pH y contenidos de materia orgánica (Cuadro 3).

**Cuadro 3.** Correlaciones de Pearson de las variables físico químicos del sedimento.

	pH	MO	DA	Humedad	Arena	Limo	Arcilla
pH	1						
MO	-.122	1					
DA	.155	-.703*	1				
Humedad	-.027	.802	-.959**	1			
Arena	-.198	-.461	.154	-.789*	1		
Limo	-.444	.646	-.272	.404	-.755	1	
Arcilla	.854*	.086*	.077	.112	-.577	-.099	1

\*. La correlación es significativa en el nivel 0,05.

## DISCUSIÓN

El desarrollo y crecimiento de los árboles en un bosque de manglar está influenciado por factores que cambian con un gradiente latitudinal (Albuquerque-Ribeiro et al., 2019), como la precipitación, la temperatura y la salinidad del agua, y la composición de especies (Komiyama et al., 2008; López-Medellín y Ezcurra, 2012). En los sitios de estudio, las condiciones predominantes áridas-semiáridas tienden a influir en el bajo desarrollo estructural, como se observa en otros estudios mencionados por Adame et al. (2020). El bajo desarrollo estructural responde a las condiciones ambientales de zonas áridas, ya estudiado por diferentes autores (Torres et al., 2021; Adame et al., 2020; Bautista-Olivas et al., 2018).

Las especies *R. mangle*, *A. germinans* y *L. racemosa* mostraron valores estructurales típicos de zonas áridas, de acuerdo a lo reportado por Bautista-Olivas et al. (2018) en Bahía del Tóbari y estero El Sargento, y por Torres et al. (2021) en estero El Soldado y Laguna Moroncarit. *A. germinans* es la especie con mayor densidad, que se puede atribuir a la tolerancia de altos niveles de salinidad que se presentan en ecosistemas de zonas áridas (Agraz-Hernández et al. 2006; Torres et al. 2017). Arreola-Lizárraga et al. (2004), identificó en la laguna Guásimas, ubicada sobre este gradiente latitudinal, observaron una estructura comparable con área basal de  $13,5 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$  y altura promedio de 2,7 m, también similares a lo reportado por Ochoa-Gómez et al. (2021), en el Suroeste del Golfo de California (Bahía La Paz) con una densidad con 5 775 a 12 924 árboles  $\cdot \text{ha}^{-1}$ , una altura promedio de 2.1 a 3.3 m. Se cuenta con la presencia del mangle *C. erectus* en la zona de Lobos, con alto desarrollo estructural, esta especie crece en regiones áridas o semiáridas reportada por Ochoa-Gómez et al. (2021). El alto desarrollo estructural indica altas reservas/almacenamiento de carbono por *C. erectus*.

Generalmente las lagunas costeras contienen poco material orgánico (<10%) (Howe et al., 1999), donde solo una pequeña fracción está disponible como alimento (Rulifson, 1981). En los sitios de monitoreo, se presentaron bajos valores de materia orgánica en sedimentos, que puede ser atribuido a los factores ambientales de zonas áridas y de bajo desarrollo estructural, que trae como consecuencia baja productividad primaria aportada al sistema. El suelo en el que crecen los manglares se compone de materia orgánica gruesa mezclada con sedimento (Holguín, 2001). La densidad aparente tiene valores bajos en suelos orgánicos (Moreno-Casasola et al., 2009), lo contrario ocurre en los sitios de la presente investigación, donde la densidad aparente aumentó por los altos contenidos de arena en sedimento y disminuyó el contenido orgánico y por consecuencia baja carga de nutrientes en suelo.

En el caso de las lagunas costeras, una de las principales entradas de nutrientes es a través del aporte de materia orgánica proveniente de las zonas de manglar (Tam et al., 1990); se ha demostrado que las corrientes de reflujo en la parte de aguas abajo mejoran la exportación de detritos de manglares hacia ecosistemas adyacentes (Kitheka, 1997). En los sitios de estudio de la presente investigación, al predominar los suelos arenosos, en todos los sitios de muestreo (Tóbari, Agiabampo, Lobos), las condiciones de

retención de materia orgánica y humedad en suelo resultaron ser bajas, como fue documentado por De-Boer (2000) para una bahía intermareal en Mozambique, así como también, Bjorn y McClaugherty (2008) encontraron que los suelos con mayor contenido de arcilla pueden almacenar más materia orgánica que los suelos arenosos; estos autores afirmaron que la textura es la propiedad física más importante del suelo.

Boto y Bunt (1982) estimaron que hasta el 46% de la productividad primaria de un ecosistema de manglar australiano se exportaba a las aguas costeras como materia orgánica particulada. Benítez (2007) y Moreno-Casasola et al. (2002), mencionan que las especies *A. germinans*, *L. racemosa* y *R. mangle*, las cuales son las especies encontradas en las localidades de estudio, crecen en sustratos cuya composición varía desde arcillas, lodosos y arenosos. Sin embargo, los sitios con mayor contenido de limo y arcillas, promueven el establecimiento de las especies de manglar. Los contenidos de materia orgánica fueron bajos en relación a otros estudios de zonas más tropicales como lo registra Torres et al. (2018) para Pantanos de Centla de hasta 41% de materia orgánica en el sedimento. La hipótesis (i) planteada en el presente estudio se confirma, ya que se registraron bajos contenidos de materia orgánica en el sedimento, en relación con estudios que documentan la materia orgánica en regiones de manglar con ubicación tropical.

## CONCLUSIONES

Diversos trabajos han identificado correlaciones entre las diferentes variables físico-químicas del sedimento en hábitat de manglar (Torres et al., 2018; Torres et al., 2019) lo que nos muestra la interdependencia entre variables, que a su vez tienen influencia en la productividad primaria y secundaria del ecosistema de manglar (Torres et al., 2017). En el presente estudio se identificó correlación negativa entre las variables de densidad aparente del sedimento con los contenidos de materia orgánica y humedad, a su vez, los altos contenidos de arena promueven la alta densidad aparente en el suelo. Las variables físico químicas del sedimento de manglar muestran una relación directa, que se afectan tanto en correlación positiva como negativa, estas relaciones nos muestran que las variaciones pueden ser espaciales, y se recomienda ampliar el estudio para analizar temporalmente (meses). Las características físico-químicas del suelo como la textura, promueven (arcilla) o limitan (arena) la retención de humedad y contenidos de materia orgánica. Los sitios con mayor contenido de limo y arcilla demostraron tener mayor retención tanto de materia orgánica como humedad, lo que les da las condiciones para mayor dinámica de nutrientes y actividad biológica de hongos, bacterias, invertebrados, etc.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adame MF et al. (2020). Mangroves in Arid Regions: Ecology, Threats, and Opportunities. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, p. 106796. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2020.106796>

- Agraz-Hernández CM et al. (2006). *Guía de Campo: Identificación de manglares en México*. México D.F. Universidad Autónoma de Campeche. México: Centro de Ecología, Pesquerías y Oceanografía del Golfo de México, Comisión Federal de Electricidad, Universidad Autónoma de México, Comisión Nacional Forestal.
- Albuquerque-Ribeiro R et al. (2019). Spatial variability of mangrove primary productivity in the neotropics. *Ecosphere*, 10(8), 1–13.
- Alcantara-Razo E et al. (2019). La comunidad Yaqui y su importancia en la producción pesquera. In: Arreola-Lizárraga JA et al. (org.). *Capital Natural y Bienestar Social de la Comunidad Yaqui*. ISBN: 978-607-609-204-0.
- Arreola-Lizárraga J et al. (2004). Structure and litterfall of an arid mangrove stand of the Gulf of California, México. *Aquatic Botany*, 79, 134–143.
- Ayala-Castañares A et al. (1990). Morfo-sedimentología de la Laguna Agiabampo, Sonora-Sinaloa, México. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*, 17(2), 257–270.
- Bautista-Olivas AL; Mendoza-Cariño V (2018). Above-ground biomass and carbon sequestration in mangroves in the arid area of the northwest of Mexico: Bahía del Tóbari and Estero El Sargento, Sonora. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 24(3): 387-403. <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2018.02.020>
- Beman JM (2014). Activity, Abundance, and Diversity of Nitrifying Archaea and Denitrifying Bacteria in Sediments of a Subtropical Estuary: Bahía del Tóbari, Mexico. *Estuaries and Coasts*, 37: 1343-1352.
- Beman JM; Francis ChA (2006). Diversity of Ammonia-Oxidizing Archaea and Bacteria in the Sediments of a Hypernutrified Subtropical Estuary: Bahía del Tóbari, Mexico. *Applied and Environmental Microbiology*, 72(12): 7767–7777.
- Benítez P (2007). *Forestación Artificial Con Manglares En Isletas De Dragados En Una Región Semiárida De México*. Tesis De Doctorado). Instituto Politécnico Nacional, La Paz, Baja California.
- Bjorn B; McClaugherty C (2008). *Plant Litter*. Berlin Heidelberg, Germany: Springer. 312p.
- Boto KG; Bunt JS (1982). Carbon export from mangroves. In Galbally IE; Freney JR(org.). *Cycling of carbon, nitrogen, sulfur and phosphorus in terrestrial and aquatic ecosystems* (pp. 105-110). Canberra: Australian Academy of Science.
- Castillo-Domínguez A et al. (2011). Ictiofauna de los humedales del río San Pedro, Balancán, Tabasco, México. *Revista De Biología Tropical*, 59(2): 693-708.
- Cavalcanti VE et al. (2009). Evaluating mangrove conservation through the analysis of forest. *Journal of Coastal Research*, 56: 390-394.

- CONABIO (2013). Manglares de México. Extensión, Distribución y Monitoreo. México D. F.: Primera edición, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. ISBN: 978-607-8328-02-4.
- Cupil-Díaz A (2015). Calidad del agua mediante el análisis fisicoquímico, demanda bioquímica y química de oxígeno en los humedales de Tumulco, Veracruz, México. Universidad Veracruzana (Tesis). 55 p.
- Day JW et al. (1987). The Productivity and Composition of Mangrove Forests, Laguna de Terminos, Mexico. *Aquatic Botany*, 27: 267-284.
- De-Boer WF (2000). Biomass dynamics of seagrasses and the role of mangrove and seagrass vegetation as different nutrient sources for an intertidal ecosystem. *Aquatic Botany*, 66(3): 225-239.
- Diop E (1993). Conservation and sustainable utilization of mangrove forests in Latin America and Africa regions, part II – Africa. Reports 3: ITTO/ISME Mangrove Ecosystems Technical.
- Flores-Verdugo F et al. (1992). Mangrove ecosystems of the pacific coast of México: Distribution, structure, litterfall, and detritus dynamic. En Seeliger, U. Coastal plant communities of Latin America (pp. 269-287). Londres: Academic.
- Flores-Verdugo F et al. (1990). Mangrove ecology, aquatic primary productivity, and fish community dynamics in the Teacapán-Agua Brava Lagoon-Estuarine system (Mexican Pacific). *Estuaries*, 13: 219-230.
- Granados-Martínez KP et al. (2021). Environmental controls on the temporal evolution of energy and CO<sub>2</sub> fluxes on an arid mangrove of Northwestern Mexico. *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*, 126, e2020JG005932. <https://doi.org/10.1029/2020JG005932>
- Heiri O et al. (2001). Loss on ignition as a method for estimating organic and carbonate content in sediments: Reproducibility and comparability of results. *Journal Of Paleolimnology*, 25: 101-110.
- Holguín G et al. (2001). The role of sediment microorganisms the productivity, conservation and rehabilitation of mangrove ecosystems: an overview. *Biology and Fertility of Solis*, 33: 265-278.
- Howe JC et al. (1999). Habitat Utilization by Postlarval and Juvenile Penaeid Shrimps in Mobile Bay, Alabama. *Estuaries*, 22(4): 971-979.
- Infante MD (2011). Estructura y dinámica de las selvas inundables de la planicie costera central del Golfo de México. INECOL AC (Tesis). Jalapa, Veracruz. 77p.
- Kitheka J (1997). Coastal tidally driven circulation and the role of water exchange in the linkage between tropical coastal ecosystems. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 45: 177-187.
- Klute A (1986). Methods of soils analysis. Part 1. Physical and mineralogical methods (2nd ed.). Madison, Wisconsin, EUA. 1188 p.
- Komiyama A et al. (2008). Allometry, biomass, and productivity of mangrove forests: A review. *Aquatic Botany*, 89: 128–137.

- Kottek M et al. (2006). World map of the Koppen-Geiger climate classification updated. *Meteorologische Zeitschrift*, 15(3): 259–263.
- Lacerda LD (1993). Mangroves of Brazil. En Lacerda, L.D. Conservation and sustainable utilization of mangrove forests in Latin America and Africa regions, part I Latin America (pp. 245-272). ITTO/ISME Mangrove Ecosystems Technical Reports.
- López-Medellín X; Ezcurra E (2012). The productivity of mangroves in northwestern México: a meta-analysis of current data. *Journal of Coastal Conservation*, 16(3): 399–403.
- Lovelock CE et al. (2011). Intense storms and the delivery of materials that relieve nutrient limitations in mangroves of an arid zone estuary. *Funct. Plant Biology*, 38: 514–522.
- Mendoza CP (2010). Caracterización físico-química de suelos de mangle de la ciudad de Cartagena costa atlántica colombiana. En Mendoza CD et al. (org.). Manual de Cartagena de Indias; Partinonio biológico y fuente de biodiversidad. Tecnológico Comfenalco.
- Mendoza R et al. (1984). Inventario de las áreas de manglar en la Ensenada de Aripes, BCS. En: Memorias de la Primera Reunión Sobre Ciencia y Sociedad: Presente y Futuro de La Paz. Universidad Autónoma de Baja California Sur, La Paz.
- Moreno-Casasola P; Warner B (2009). Breviario para describir, observar y manejar humedales. En: Serie Costa Sustentable No. 1. Xalapa Ver. México: RAMSAR Instituto de Ecología A.C., CONANP, US Fish and Wildlife Service US State Department.
- SEMARNAT (2010). NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-059-SEMARNAT-2010. <https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/4254/semarnat/semarnat.htm>
- Ochoa-Gómez J et al. (2021). Distribution and structure of *Conocarpus erectus* L. (Combretaceae) in the northern limit of the Pacific Ocean (Gulf of California). *Ocean & Coastal Management*, 209: 105645. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2021.105645>
- Orihuela-Belmonte DE et al. (2004). Flujo de materia en un manglar de la costa de Chiapas, México. *Madera y Bosques*, 10(Es2): 45-61.
- Pennington TD; Sarukhán J (2005). Árboles tropicales de México: manual para la identificación de las principales especies. México. D. F.: UNAM/ FCE.
- RAMSAR (2007). Ficha informativa de los humedales de Ramsar, Complejo Lagunar Bahía Guásimas – Estero Lobos. Available online: <https://rsis.ramsar.org/es/ris/1790> Consultado en 25/07/2022.
- Rodríguez-Zúñiga et al. (2013). Manglares de México: Extensión, distribución y monitoreo México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Rollet B (1974). Ecología y reforestación de los manglares de México. México D. F.: FAO, Programa de Investigaciones y Fomento Pesqueros, FI: SF/MEX 15, Inf. Téc. No. 6, 126 pp.

- Romero BE (2012). Manglares del Soconusco, Chiapas: estructura y cambios a nivel de paisaje, Tapachula, Chiapas. El Colegio de la Frontera Sur (Tesis de Maestría).
- Rulifson RA (1981). Substrate preferences of juvenile penaeid shrimps in estuarine habitats. *Contributions in Marine Science*, 24: 35-52.
- SEMARNAT (2010) NOM-059 Protección ambiental - especies nativas de México de flora y fauna silvestres - categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio - lista de especies en riesgo. Diario Oficial, 30 de diciembre de 2010. Available online: [https://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/435/1/NOM\\_059\\_SEMARNAT\\_2010.pdf](https://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/435/1/NOM_059_SEMARNAT_2010.pdf) Consultado en 03/06/2022.
- Smith TJ (1992). Forest Structure. In Robertson EAI; Alongi DM (org.), *Tropical Mangrove Ecosystems USA: American Geophysical Union*. 101-136p.
- Souza MMA; Sampaio EVSB (2001). Variación temporal da estrutura de bosques de mangle de Suape-PE após a construção do Porto. *Acta Botanica Brasilica*, 15: 1-12.
- Steel A; Torrie M (1996). *Bioestadística: Principios y procedimientos*. Segunda edición. México D. F. México: Edit. McGrawHill.
- Tam et al. (1990). Nutrient Dynamics Associated with Leaf Decomposition in a Small Subtropical Mangrove Community in Hong Kong. *Bulletin of Marine Science*, 47: 68-78.
- Torres JR et al. (2018). Mangrove Productivity and Phenology in Relation to Hydroperiod and Physical-Chemistry Properties of Water and Sediment in Biosphere Reserve, Centla Wetland, Mexico. *Tropical Conservation Science*, 11:1-14.
- Torres JR et al. (2017) Atributos estructurales, productividad (hojarasca) y fenología del manglar en la Laguna Mecoacán, Golfo de México. *Revista de Biología Tropical*, 65: 1592-1608. <https://doi.org/10.15517/rbt.v65i4.26653>
- Torres JR et al. (2021) Root biomass and productivity in subtropical arid mangroves from the Gulf of California. *Rhizosphere*, 18:100356. <https://doi.org/10.1016/j.rhisph.2021.100356>
- Valdez JI (2002). Aprovechamiento forestal de manglares, en el estado de Nayarit, costa pacífica de México. *Madera y Bosques*, Número especial: 129-145.
- Whitmore RC et al. (2005). The ecological importance of mangroves in Baja California Sur: Conservation implications for an endangered ecosystem. En Cartron JG et al. (org.). *Biodiversity, ecosystems, and conservation in northern Mexico*. New York. 298–362p.

## Índice

### B

*Bacillus cereus*, 34, 35  
Biomasa aérea, 124, 129, 130

### C

Canopy temperature, 118  
Carbono, 130  
Criopreservación, 27

### D

densidad aparente, 7, 9, 11, 14, 15, 16, 17, 18

### E

El Fuerte, 124, 125, 126, 130  
Endophytic bacteria, 48, 62

### F

Fibra de coco, 80  
Fusarium, 23, 24, 26, 27, 29, 30, 31, 32, 64, 65,  
66, 67, 68, 69, 70, 71

### M

manglar, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 16, 17  
materia orgánica, 7, 8, 9, 11, 14, 16, 17, 18  
Mezquite, 125

### N

Nitrogen, 96, 97, 99, 103, 104

### P

parámetros físico-químicos, 7, 9  
*Panaeus vannamei*, 84, 85, 91  
PGPR, 48

### S

Salinidad, 84  
sedimento, 7, 9, 11, 13, 14, 15, 16, 17  
*Solanum lycopersicum*, 74  
Solución nutritiva, 79

### T

Tezontle, 77, 80

### Y

Yaqui Valley, 95, 96, 97, 98, 101, 102, 103, 104,  
105

## Sobre los organizadores



 **Dr. Leandris Argentel Martínez**

Profesor e Investigador Titular "C" del Tecnológico Nacional de México, Campus Valle del Yaqui (ITVY). Miembro del Sistema Nacional de Investigadores, Nivel 1. Profesor Perfil Deseable (PRODEP) de la Secretaría de Educación Pública de México, Líder del Cuerpo Académico ITVAYA-CA-3. Líneas de investigación: Fisiología Vegetal, Bioquímica, Biología Celular y Molecular en plantas y microorganismos. Doctorado en Ciencias Biotecnológicas. Desarrollo de investigaciones sobre mecanismos fisiológicos, rutas anapleróticas y mecanismos moleculares activados por los organismos durante su adaptación a estreses abióticos.

Uso de marcadores moleculares de tolerancia de los organismos al estrés abiótico (salinidad, sequía y calor). Manejo de técnicas de isótopos estables para el seguimiento de reacciones bioquímicas en células y tejidos. Aplicación de técnicas experimentales univariadas y multivariadas para el procesamiento de datos. Entre sus principales proyectos, se encuentra vigente en 2022 “Aplicaciones del microbioma y el metaboloma de la *Parkinsonia aculeata* L. Sp. Pl. para la mitigación de estreses biótico y abiótico en el semidesierto y en especies de interés agrícola en México” correo electrónico para contacto: oleinismora@gmail.com



 **Dra. Ofelda Peñuelas Rubio**

Profesor e Investigador Titular "C" del Tecnológico Nacional de México, Campus Valle del Yaqui (ITVY). Miembro del Sistema Nacional de Investigadores, Nivel 1. Profesora con Perfil Deseable (PRODEP) de la Secretaría de Educación Pública de México, miembro del Cuerpo Académico ITVAYA-CA-3. México. Realizó dos estancias posdoctorales (Enero 2016 - Diciembre 2017) dentro del programa de Estancias Nacionales de CONACYT en el Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional unidad Sinaloa del Instituto Politécnico Nacional en el área de Ecología Molecular de la Rizósfera. Es Doctora en Ciencias especialidad en Biotecnología. Su

quehacer científico lo desarrolla en el área agrícola, principalmente en el manejo sustentable de los recursos implicados en los agroecosistemas y el aprovechamiento de la microbiota del suelo. Ha participado en colaboración con distintos grupos de investigación lo que le ha permitido participar en proyectos multidisciplinarios y en publicaciones científicas. Email para contacto: ofeperub@gmail.com



**Pantanal Editora**

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000  
Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil  
Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp)  
<https://www.editorapantanal.com.br>  
[contato@editorapantanal.com.br](mailto:contato@editorapantanal.com.br)