COMITÉ MEXICANO DE MANGLARES

MEMORIAS ARBITRADAS 2023

VI Congreso Mexicano de Ecosistemas de Manglar

• Ciudad Obregón, Sonora •

• 29 al 31 de marzo•

Modalidad híbrida
(virtual-presencial)

VI CONGRESO MEXICANO DE ECOSISTEMAS DE MANGLAR

COMPILADORES

ANA LUISA AGUILAR RUIZ
ENRICO ARTURO YÉPEZ GONZÁLEZ
JAQUELIN GARCÍA HENÁNDEZ
JONY RAMIRO TORRES VELÁZQUEZ
JOSÉ A. ARREOLA LIZÁRRAGA
RAMÓN H. BARRAZA GUARDADO
ZULIA MAYARI SÁNCHEZ MEJÍA

ITSON UNIVERSIDAD · WWF · GLOBAL MANGROVE ALLIANCE CAPÍTULO MÉXICO · CONSERVACIÓN INTERNACIONAL México · WORLD RESOURCES INSTITUTE · TNC México · WILDCOAST COSTASALVAJE · COBI · Biocarbono Sustentable · DUMAC · CONAFOR COMISIÓN NACIONAL FORESTAL

MEMORIAS DEL VI CONGRESO MEXICANO DE ECOSISTEMAS DE MANGLAR

COMPILADORES

ANA LUISA AGUILAR RUIZ

ENRICO ARTURO YÉPEZ GONZÁLEZ

JAQUELIN GARCÍA HENÁNDEZ

JONY RAMIRO TORRES VELÁZQUEZ

JOSÉ A. ARREOLA LIZÁRRAGA

RAMÓN H. BARRAZA GUARDADO

ZULIA MAYARI SÁNCHEZ MEJÍA

Compiladores

Ana Luisa Aguilar Ruiz
Enrico Arturo Yépez González
Jaquelin García Hernández
Jony Ramiro Torres Velázquez
José A. Arreola Lizárraga
Ramón H. Barraza Guardado
Zulia Mayari Sánchez Mejía

Edición literaria

Mtra. Ana Luisa Aguilar Ruiz
Mtra. Ana Alejandra Aguilar Ruiz

Tecnología y diseño

Mtra. Ana Luisa Aguilar Ruiz
Mtra. Rocio Janeth Aguilar Ruiz

Gestión editorial

Oficina de Publicaciones

MEMORIAS DEL VI CONGRESO MEXICANO DE ECOSISTEMAS DE MANGLAR

ITSON®
UNIVERSIDAD

2023, Instituto Tecnológico de Sonora. 5 de Febrero, 818 sur, Colonia Centro,

Ciudad Obregón, Sonora, México; 85000 Web: www.itson.mx

Email: rectoria@itson.mx
Teléfono: (644) 410-90-00

Primera edición 2023
Hecho en México

Se prohíbe la reproducción total o parcial de la presente obra, así como su comunicación pública, divulgación o transmisión mediante cualquier sistema o método, electrónica o mecánica (incluyendo el fotocopiado, la grabación o cualquier sistema de recuperación y almacenamiento de información), sin consentimiento por escrito del Instituto Tecnológico de Sonora.

Cómo citar un resumen de estas memorias (se muestra ejemplo de resumen 1):

Sánchez-Díaz B., Sol-Sánchez A., Solís-Silvan R., Cabrales-De La Cruz J. C. y Amador-Valenzuela G. (2023). Modelo espacial para estimar la biomasa aérea y captura de carbono. A. Aguilar, E. Yepez, J. García, J. Torres, J. Arreola, R. Barraza y Z. Sánchez (Comp.). Memorias del VI. Congreso Mexicano de Ecosistemas de Manglar. (pp. 2). México: ITSON

DIRECTORIO ITSON

Dr. Jesús Héctor Hernández López
Rector del Instituto Tecnológico de Sonora

Dr. Ernesto Uriel Cantú Soto
Secretario de la Rectoría

Dr. Jaime Garatuza Payán
Vicerrector Académico

Dr. Pablo Gortáres Moroyoqui
Dirección Académica de Recursos Naturales

Mtro. David Heberto Encinas Yepis
Jefe de Departamento de Ciencias del Agua y Medio Ambiente

COMITÉ MEXICANO DE MANGLARES

Dr. Jorge López-Portillo
Presidente

Dr. Benjamín Castillo Elías
Vicepresidente

Dr. Jony Ramiro Torres Velázquez
Secretario

M. en C. Joanna Acosta Velázquez
Tesorera

Dra. Ana Laura Lara Domínguez
Vocal

M. en C. María Teresa Rodríguez Zúñiga
Vocal

Comité Técnico Científico de Arbitraje

Adrián Arvizu Ruiz

Alejandro Alcudia Aguilar

Ana Laura Lara Domínguez

Benjamín Elías Castillo

Carlos Troche Souza

Cristian Tovilla Hernández

Emilio Romero Berny

Enrico Arturo Yépez González

Francisco Javier Choix Ley

Frank A. Ocaña Borrego

German N. Leyva García

Jaqueline García Hernández

Jony Ramiro Torres Velázquez

José Guadalupe Chan Quijano

Leandris Argentel Martinez

Luis Arturo Mendez Barroso

María Guadalupe Ibarra Ceceña

María Teresa Rodríguez Zúñiga

Matilde Rincón Pérez

Ofelda Peñuelas Rubio

Ramón Héctor Barraza Guardado

Rosa María de Jesús Carrillo

Thelma Michelle Ruiz Ruiz

Zulia Mayari Sánchez Mejía

PRÓLOGO

Es un honor presentarles las memorias del VI Congreso Mexicano de Ecosistemas de Manglar, un evento híbrido que reunió a expertos en el estudio de los ecosistemas de manglar en modalidades virtuales y remotas. Este evento fue una oportunidad para compartir conocimientos, experiencias y reflexiones sobre los desafíos y avances en la conservación y manejo de los manglares.

Durante el congreso se trataron diversos temas de importancia en los ecosistemas de manglar, como el análisis geoespacial, el cambio global, la conservación y manejo, la ecofisiología, la estimación de los almacenes y flujos de carbono, la estructura y productividad primaria, la genética, el monitoreo, la restauración ecológica y los servicios ecosistémicos.

Este evento no hubiera sido posible sin la colaboración de los organizadores locales, Instituto Tecnológico de Sonora, Instituto Tecnológico del Valle del Yaqui, Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD) Unidad Guaymas, Universidad de Sonora y Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C. (CIBNOR) Unidad Guaymas Así como de las instituciones patrocinadoras como Global Mangrove Alliance, WWF-Mex, Conservación Internacional México, The Nature Conservancy (TNC) México, Conservación y Biodiversidad (COBI), World Resources Institute (WRI) México, Wildcoast. El apoyo de la Comisión Nacional Forestal, y La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y muchas otras que apoyaron y contribuyeron al éxito del evento.

El congreso contó con la presentación de 107 trabajos y la asistencia de 246 participantes, lo que demuestra el interés y compromiso de la comunidad científica y de conservación por los ecosistemas de manglar.

Las memorias de este congreso son una valiosa contribución al conocimiento y manejo de los ecosistemas de manglar y esperamos que sean de gran utilidad para investigadores, estudiantes, tomadores de decisiones y público en general.

Reiteramos el agradecimiento a todos los participantes.

Dr. Jony Ramiro Torres Velazquez
Coordinador General del Comité Organizador

GANADORES CONCURSO DE PRESENTACIONES ORALES

1er Lugar - **Francisco de Jesús Martínez Vázquez** con el trabajo titulado: *Una historia de reforestación comunitaria de manglares en el Estero el Dátil, Baja California Sur*.

2do Lugar - **Crhistian Aníbal Silva Ontiveros** con el trabajo titulado: *Dinámica microbiana en sedimentos de manglar en una laguna costera semiárida subtropical.*

3er Lugar - **Norma Angélica García Pinacho** con el trabajo titulado: *Reconstrucción de paleoincendios durante el holoceno tardío en la costa de Xcalak, Quintana Roo, México*

GANADORES CONCURSO DE PRESENTACIONES CARTELES

1er Lugar - **Nathaly Salas Mejía** con el trabajo titulado: *Composición y abundancia de peces carnívoros con desarrollo asociado al manglar del ANP El Soldado, Sonora, México.*

2do Lugar - **Martín Antonio Terminel Niebla y Bitia Bernice Yañez González** con el trabajo titulado: *Caracterización fisicoquímica de las aguas residuales mixtas que desembocan en Bahía de Lobos.*

3er Lugar - **Mayra I. Grano Maldonado** con el trabajo titulado: *"Los manglares también lloran": La antracnosis, el sufrimiento silencioso de los manglares en ambas costas mexicanas*

FOTO DE PARTICIPANTES EN EL CONGRESO

POEMA TITULADO: MANGLAR

Vigía del tiempo y el espacio,
tiempo exacto de una marea semidiurna,
espacio del ancho mar, la tierra y el cielo,
confín de terrígenos, oleajes y lloviznas.

Hasta aquí llegó simiente de la tierra,
expresada en sedimentos y nutrientes.
El mar te legó la sal de las mareas,
y el cielo el fragor de las tormentas.

Naces a diario en cada flor
perpetuidad de hipocótilos viajeros,
que se pierden jugueteando en la rompiente,
perfume intenso en la brisa mañanera,
¡¡del negro la diminuta flor!!

Manglar has estado allí preñado y observando,
los calores del último solsticio,
jaibas y robalos arribaron allá por junio
y partieron con la inundación de octubre.

Bajo el tupido bosque, esperaste
la germinación de una plántula,
era delicada y hasta efímera…terminó
¡¡arrancada por la ventisca del otoño!!

Mangle blanco de múltiples semillas
enamoradas de cualquier sustrato,
envidia del infértil botoncillo,
que jamás alcanzará la mar,
ahogado en la arena calcinante.

Del rojo las raíces en arcadas,
escondrijo de peces y cangrejos,
del negro acerados pneumatóforos,
respiro del fango enturbiecido.

¡Manglar! el de la eterna fronda,
borracha de sol y verde embelesada.
que recambias en lluvias y secas
tus hojas de sol y sombra tan tardías.

Hojarasca que la marea removió,
del etéreo fango en piso de lenticelas.

Detrito de poliquetos y nemátodos,
compañeros en anoxia de hongos y bacterias.

Te fugaste con la vaciante mañanera,
allende el mar deberás fructificar
en peces, ostras y mariscos,
¡Oh generoso manjar!

Manglar, refugio del plumaje colorido,
revuelo bullicioso en el ocaso,
que se esfuma en la partida cotidiana
de garzas, pelícanos y cormoranes.

Rodales esbeltos, regordetes y agachados,
de Laguncularia, Avicennia y Conocarpus
soldados en gris y caqui, fieles custodios de la playa
tan bella y solitaria…¡¡de Tecoanapa ella!!

Humedales valladar del Pacífico embravecido,
¡Manglares de Chiapas, Nayarit y Sinaloa!
los he visto exuberantes y extenuados
en Términos, Tamiahua y Alvarado.

Restos quedan en Topolobampo, Mecoacán y Pastoría
bosques esplendorosos del ayer,
réquiem de estulticia y pobreza
acompañaron su extinción apresurada.

Derribados con machete y motosierra
que abrieron del fango, las rojas venas,
con el ducto, carretera y condominio,
llenando el horizonte de asfalto ennegrecido,
en Cancún, Vallarta y Manzanillo

Fuimos simbiontes durante dos décadas,
al alba con el rocío de las hojas,
en el cenit en los fustes y las ramas,
melodía de tardes de tábanos y moscos.

¿Acaso? Debo revelar tus secretos,
de áreas, maderas y densidades,
a los intereses del desarrollo sustentable,
miopía neoliberal o un pretexto sexenal
para exfoliarte más en Oaxaca, Colima y Yucatán.

Mañana ya no estaremos aquí,
tú, sepultado bajo pétrea loza,

yo, lejos de aquí frente a escritorio,
intentando la restauración en una foto.

Cristian Tovilla Hernández, para mi hija Asmara Guadalupe Tovilla Moya con cariño y amor. “En el verano tardío”, 30 de agosto de 1998.

CONTENIDO

ANÁLISIS GEOESPACIAL 1

MODELO ESPACIAL PARA ESTIMAR LA BIOMASA AÉREA Y CAPTURA DE CARBONO 2

RECAPITULANDO SOBRE LA INCERTIDUMBRE EN LAS ESTIMACIONES DE MANGLAR. NAVACHISTE RELOADED 5

CLASIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE CAMBIO EN LA SUPERFICIE DE HUMEDALES EN BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO. 7

ANÁLISIS ESPACIAL DEL ECOSISTEMA MANGLAR EN LA LAGUNA DE TRES PALOS, ESTADO DE GUERRERO 9

CLASIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE CAMBIO EN LA SUPERFICIE DE MANGLAR EN EL ESTADO DE SONORA, MÉXICO. 11

CAMBIO GLOBAL 13

DE LO LOCAL A LO GLOBAL: AVANCES EN NAYARIT DEL PROYECTO RAÍCES, MANGLARES PARA LA COMUNIDAD Y EL CLIMA 14

RECONSTRUCCIÓN DE PALEOINCENDIOS DURANTE EL HOLOCENO TARDÍO EN LA COSTA DE XCALAK, QUINTANA ROO, MÉXICO 16

CONSERVACIÓN Y MANEJO 18

APROVECHAMIENTO DEL MANGLE BLANCO (*Laguncularia racemosa* [L.] Gaertn) PARA LA ELABORACIÓN DE CARBÓN VEGETAL EN PARAÍSO, TABASCO, MÉXICO. 19

CARACTERIZACIÓN DE SUELOS DE MANGLARES EN UN ESCENARIO KÁRSTCO, LA PENÍNSULA DE YUCATÁN 21

USOS Y DESUSOS DEL MANGLAR EN EL SISTEMA LAGUNAR DE ALVARADO 23

COMPOSICIÓN Y ABUNDANCIA DE PECES CARNÍVOROS CON DESARROLLO ASOCIADO AL MANGLAR DEL ANP EL SOLDADO, SONORA, MÉXICO 25

IDENTIFICACIÓN MORFOLÓGICA DE HONGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES EN ASOCIACIÓN CON MANGLARES EN ZONA COSTERA DE SINALOA 27

“LOS MANGLARES TAMBIÉN LLORAN”: LA ANTRACNOSIS, EL SUFRIMIENTO SILENCIOSO DE LOS MANGLARES EN AMBAS COSTAS MEXICANAS 29

ÍNDICE DE AMENAZA DE MANGLARES 32

IMPULSORES Y PRESIONES DE LA PÉRDIDA DE BOSQUES DE MANGLAR EN EL GOLFO DE MÉXICO 35

APLICACIÓN DEL MARCO DPSIR PARA EL ANÁLISIS SOCIOAMBIENTAL DE LOS MANGLARES: UN ESTUDIO DE CASO EN BAHÍA DE LA PAZ, GOLFO DE CALIFORNIA, MÉXICO. 38

CONSERVACIÓN Y CO-MANEJO MULTIACTOR EN SITIO RAMSAR HUMEDALES DE LA LAGUNA LA CRUZ..... 40

ECOFISIOLOGÍA 42

DINÁMICA MICROBIANA EN SEDIMENTOS DE MANGLAR EN UNA LAGUNA COSTERA SEMIÁRIDA SUBTROPICAL..... 43

VARIABILIDAD DEL CONTENIDO DE CLOROFILAS, NDVI, RELACIONES HÍDRICAS E INTERCAMBIO GASEOSO EN TRES ESPECIES DE MANGLE EN ESTERO EL SOLDADO, GUAYMAS, SONORA, MÉXICO 45

ESTIMACIÓN DE LOS ALMACENES Y FLUJOS DE CARBONO 48

ESTIMACIONES DE CARBONO AZUL EN MANGLARES DEL ESTERO LA CRUZ, GOLFO DE CALIFORNIA 49

DETERMINACIÓN DE CARBONO AÉREO EN MANGLARES DE LA UMA ÚRSULO GALVÁN, TABASCO 51

ESTIMACIONES DE CARBONO AZUL EN MANGLAR, DE TRES LAGUNAS SEMIÁRIDAS DEL GOLFO DE CALIFORNIA 54

ANÁLISIS DE FLUJOS ECOHIDROLÓGICOS ECOSISTEMA-ATMÓSFERA EN UN MANGLAR DE LA PENÍNSULA DE YUCATÁN..... 56

ESTIMACIONES DE CARBONO AZUL DEL MANGLAR EN RESERVA DE LA BIÓSFERA EL VIZCAÍNO, BAJA CALIFORNIA 58

ALMACENES DE CARBONO Y MACRONUTRIENTES EN SUELOS DE MANGLARES BAJO DIFERENTES CONDICIONES DE MANEJO 60

INTERCAMBIO DE CARBONO ASOCIADO A CONTROLES BIOFÍSICOS EN MANGLARES CONTRASTANTES SEMIÁRIDOS DEL NOROESTE DE MÉXICO .. 62

FACTORES AMBIENTALES QUE CONTROLAN LA EVOLUCIÓN TEMPORAL DE LOS FLUJOS DE ENERGÍA Y CARBONO EN MANGLARES ÁRIDOS DEL NOROESTE DE MÉXICO..... 64

ESTIMACIONES DE CARBONO DE RAÍCES Y NEUMATÓFOROS EN MANGLAR DEL CANAL DEL INFIERNILLO, GOLFO DE CALIFORNIA 66

ESTRUCTURA Y PRODUCTIVIDAD PRIMARIA 68

PRESENCIA DE LA APICULTURA EN LOS MANGLARES DE LA COSTA DE TABASCO, MÉXICO..... 69

DIVERSIDAD BACTERIANA EN SEDIMENTOS ASOCIADOS A MANGLE BOTONCILLO *CONOCARPUS ERECTUS* DE LÁZARO CÁRDENAS EN LA COSTA DEL PACÍFICO DE MÉXICO. 71

ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA EN ÁREAS DE PERTURBACIÓN EN UN MANGLAR: SITIO RAMSAR 1602 74

CILIADOS (ALVEOLATA: CILIOPHORA) DE LOS SEDIMENTOS EN LOS ECOSISTEMAS DE MANGLAR EN EL PACÍFICO MEXICANO 77

COMPARACIÓN DE PRODUCCIÓN DE HOJARASCA DE DOS ADVC EN EL MUNICIPIO BENITO JUÁREZ, QUINTANA ROO. 80

USO DE MADERA DE MANGLE EN LAS ÁREAS GANADERAS EN LA COSTA DE CHIAPAS, MÉXICO. 82

ESTRUCTURA, PRODUCTIVIDAD Y FENOLOGÍA DEL MANGLAR EN UNA REGIÓN ÁRIDA SUBTROPICAL DEL GOLFO DE CALIFORNIA 84

PRODUCCIÓN DE HOJARASCA EN UN MANGLAR CHAPARRO, ADVC BIOS PETEMPICH, BENITO JUÁREZ, QUINTANA ROO 86

REVISIÓN Y ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN DE HOJARASCA DE MANGLARES DE MÉXICO 88

CAMBIOS EN LA ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DEL MANGLAR EN LA RESERVA LA ENCRUCIJADA 90

GENÉTICA 92

REDUCCIÓN DE LA VARIACIÓN GENÉTICA CUANDO ESTÁ LEJOS DEL CENTROIDE DEL NICHO: PREDICCIÓN PARA LAS ESPECIES DE MANGLARES 93

MONITOREO 95

EUTROFIZACIÓN Y PROLIFERACIONES ALGALES EN AMBIENTE DE MANGLAR: LAGUNA “LA PASTORÍA”, OAXACA, MÉXICO. 96

RESTAURACIÓN Y CONSERVACIÓN DEL ECOSISTEMA A TRAVÉS DE LA GESTIÓN COMUNITARIA DEL EJIDO SISAL PUERTO 98

BIOGEOCHEMICAL BEHAVIOUR OF CADMIUM IN SEDIMENTS AND POTENTIAL BIOLOGICAL IMPACT ON MANGROVES UNDER ANTHROPOGENIC INFLUENCE: A BASELINE SURVEY FROM A PROTECTED NATURE RESERVE. 100

MONITOREO DEL IMPACTO DEL HURACÁN LORENA (2019) EN PARCHES DE MANGLAR DEL ARCHIPIÉLAGO ESPÍRITU SANTO 102

ANÁLISIS MÉTRICO DE LA LITERATURA CIENTÍFICA DE LOS HONGOS ENDÓFITOS ASOCIADOS A MANGLAR 105

CARACTERIZACIÓN FISICOQUÍMICA DE LAS AGUAS RESIDUALES MIXTAS QUE DESEMBOCAN EN BAHÍA DE LOBOS 107

SULFURO: EL REGULADOR MÁS IMPORTANTE EN LA DEGRADACIÓN DE MANGLARES DOMINADOS POR MAREAS 109

MONITOREO QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE MANGLARES ÁRIDO-TROPICALES DEL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA SUR 111

ANÁLISIS DE HOJAS DE MANGLE MEDIANTE ESPECTROSCOPIA FTIR Y ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES 113

COMPARACIÓN DE COMUNIDADES DE AVES MIGRATORIAS INVERNANTES ENTRE MANGLARES Y HÁBITATS DE TIERRAS ALTAS EN NAVOPATIA, SONORA 115

LEVANTAMIENTO DE FOTOGRAFÍA AÉREA Y VIDEO EN 1,369 KM DE MANGLARES DE MÉXICO CON DRONES DE ALA FIJA 118

RESTAURACIÓN ECOLÓGICA 122

RESPUESTA DEL MANGLE NEGRO (A*vicennia Germinans l*. EN PLANTACIONES PARA RESTAURACIÓN) SOBRE SUELOS DE RELLENO EN LA SOLUCIÓN SOMOS TODOS. PARAÍSO. TABASCO 123

LA CONSTRUCCIÓN DE CANALES EN LA RESTAURACIÓN; MEJOR AMIGO O PEOR ENEMIGO DE LOS MANGLARES 125

MODIFICAR LA MICROTOPOGRAFÍA COMO ESTRATEGIA PARA RESTAURAR MANGLARES MEJORA EL HIDROPERIODO, NUTRIENTES Y POTENCIAL REDOX 128

ESTABLECIMIENTO Y SUPERVIVENCIA DE PROPÁGULOS Y PLÁNTULAS DE MANGLE EN UNA ZONA DE RESTAURACIÓN 130

EVALUACIÓN DE LA COBERTURA DE MANGLE ROJO (*Rhizophora mangle*) EN EL POLÍGONO II DEL PLAYÓN, RESERVA DE LA BIÓSFERA DE SIAN KA'AN 132

PECES Y CANGREJOS, INDICADORES DEL PROGRESO DE LA RESTAURACIÓN DEL MANGLAR ASOCIADO A LA LAGUNA DE TAMPAMACHOCO 134

FRECUENCIA DOMINANTE DE LA INUNDACIÓN Y LA MAREA EN MANGLARES DEL CARIBE Y GOLFO MEXICANO: UNA PROPUESTA PARA IDENTIFICAR LA CONECTIVIDAD HIDROLÓGICA 137

EFECTOS DE LA RESTAURACIÓN HIDRÁULICA EN LA COMUNIDAD DE AVES EN MANGLARES DE TUXPAN, VERACRUZ 139

PRIORIZACIÓN DE ACCIONES DE RESTAURACIÓN DE MANGLARES, RESERVA DE LA BIOSFERA MARISMAS NACIONALES NAYARIT 141

RESTAURANDO EL ESTERO: RECUPERACIÓN DE ALMEJA ARROCERA (*Chione fluctifraga*) MEDIANTE UNA ZONA DE MANEJO INTEGRAL 144

UNA HISTORIA DE REFORESTACIÓN COMUNITARIA DE MANGLARES EN EL ESTERO EL DÁTIL, BAJA CALIFORNIA SUR. 146

FORTALECIMIENTO DE CAPACIDADES LOCALES PARA LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DE MANGLARES 148

RESPUESTAS DE LA HOJARASCA INDUCIDAS POR LAS ACCIONES DE RESTAURACIÓN DEL MANGLAR EN TAMPAMACHOCO 151

REHABILITACIÓN HIDROLÓGICA DE DREN PARA APORTAR AGUA DULCE A LAGUNA LAS GARZAS, MARISMAS NACIONALES NAYARIT 153

SERVICIOS ECOSISTÉMICOS 156

PERCEPCIÓN DE LOS SERVICIOS DE APROVISIONAMIENTO DEL MANGLAR: LA SOLUCIÓN SOMOS TODOS, PARAÍSO, TABASCO, MÉXICO. 157

VALORACIÓN DE LA FUNCIÓN DEL HÁBITAT DE LOS MANGLARES DEL ESTERO DE JÁCOME. TUXPAN, VERACRUZ 159

COBERTURA DE MANGLAR EN EL SUR DE SINALOA Y SUS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS 161

RETENCIÓN DE AGUA EN SUELOS DE MANGLAR COMO SERVICIO ECOSISTÉMICO DE REGULACIÓN DE INUNDACIONES..... 163

LA PESCA DE MOLUSCOS Y CRUSTÁCEOS ASOCIADAS AL MANGLAR EN BAHÍA MAGDALENA-ALMEJAS, BAJA CALIFORNIA SUR 166

IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN ECONÓMICA PRELIMINAR DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DE LOS MANGLARES EN BAJA CALIFORNIA SUR..... 168

EFECTO DEL MANGLAR SOBRE LA ICTIOFAUNA EN UN SISTEMA ESTUARINO DE CHIAPAS 170

AGIABAMPO, SONORA. MÉXICO: UNA APROXIMACIÓN AL ESTADO DE SALUD ACTUAL DEL SOCIOECOSISTEMA EN EL MARCO DE LOS RECURSOS DE MANGLAR. 173

DIVERSIDAD BIOLÓGICA DE INVERTEBRADOS COLIGADOS A MANGLAR EN EL SISTEMA LAGUNAR DE TOPOLOBAMPO, SINALOA, MÉXICO..... 175

ANÁLISIS GEOESPACIAL

MEMORIAS ARBITRADAS 2023

MODELO ESPACIAL PARA ESTIMAR LA BIOMASA AÉREA Y CAPTURA DE CARBONO

Baltazar Sánchez-Díaza[a,b]; Ángel Sol-Sánchez[a*]; Rudy Solís-Silvan[b]; Julio Cesar Cabrales-De La Cruz[b]; Guadalupe Amador-Valenzuela[b]

✉*sol@colpos.mx

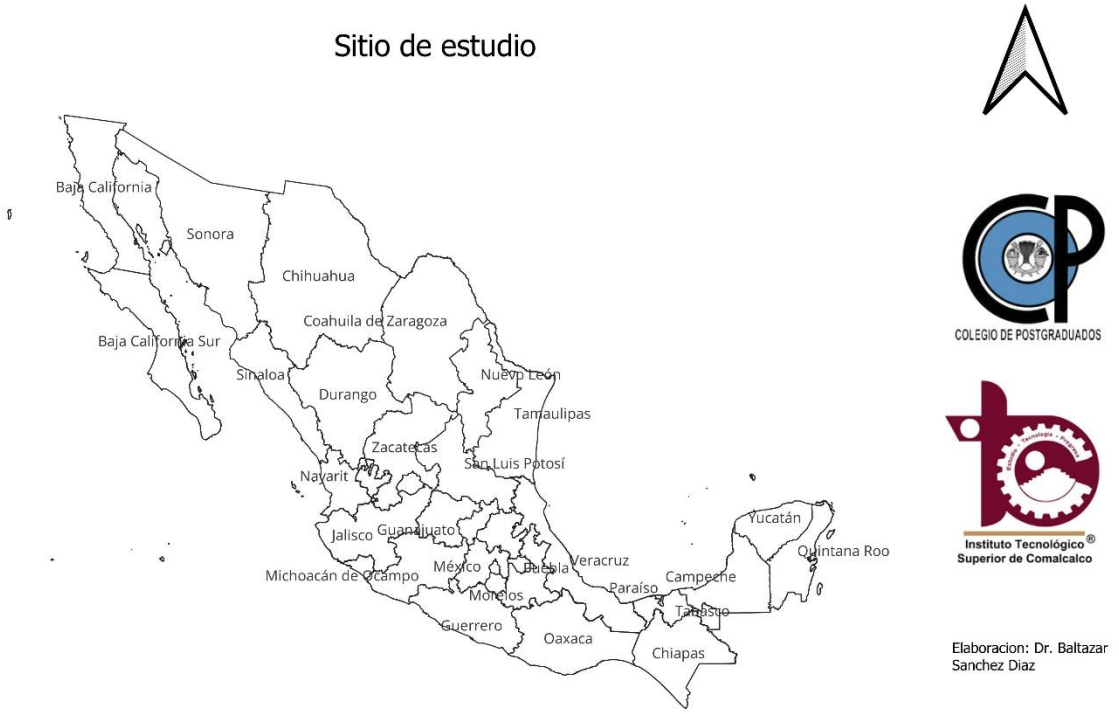
[a] Colegio de postgraduados, Campus Tabasco. Periférico Carlos A. Molina S/N Km. 3, Periférico Carlos A Molina SN, Ranchería Río Seco y Montaña, 86500 Heroica Cárdenas, Tabasco.
[b] Tecnológico Nacional de México, Campus Comalcalco. Carretera vecinal, Paraiso - Comalcalco KM 2, RA Occidente 3ra sección, 86650 Comalcalco, Tabasco.

Palabras clave: Teledetección, Índices de Vegetación Espectrales, Ecuaciones alométricas

Introducción. Los manglares son valiosos por los servicios ecosistémicos que ofrecen como la captación de carbono, prevención de la erosión costera, conservación de la biodiversidad y eliminación de sedimentos de agua contaminada, actuando, así como filtros biológicos. La biomasa forestal es una variable importante para cuantificar el papel de los manglares en la captura de carbono. La teledetección proporciona un método para estimar la biomasa a nivel de paisaje mediante el uso de los índices espectrales de vegetación como el índice de discriminación de manglares (MDI; Aye *et al.,* 2022; Thuy *et al.,* 2020; Nguyen *et al.,* 2019). **Metodología.** Se utilizaron imágenes de satélite Sentinel 2B, posteriormente se procesaron las imágenes para obtener el índice de discriminación de manglares (MDI), después se estimó la biomasa aérea en los manglares mediante la adopción del modelo realizo por Thuy *et al.* (2020), por último, se calculó la reserva de carbono sobre el suelo mediante la aplicación de la ecuación propuesta por Aye *et al.* (2022). **Resultados y discusión.** Se estimó que el almacenamiento de carbono en la UMA la Solución Somos Todos podría ser de aproximadamente 253.4894 toneladas por hectárea, el resultado obtenido mediante la aplicación de esta metodología fue muy parecida a la obtenida por Pech en el 2018, donde se mediante el software i-Tree obtuvieron un almacenamiento de carbono de 266.72 toneladas por hectárea en el ejido Úrsulo Galván muy cerca de nuestro sitio de estudio.

Tabla 1. Método de cálculo del índice de vegetación espectral

Índices de vegetación	Método de cálculo	Detalles de cálculo en Sentinel-2
Índice de discriminación de manglares (MDI)	MDI = (NIR - SWIR-2)/SWIR-2	(B8 - B12)/B12


Sitio de estudio
Baja California
Sonora
Chihuahua
Coahuila de Zaragoza
Baja California Sur
Sinaloa
Durango
Nuevo León
Tamaulipas
Zacatecas
San Luis Potosí
Nayarit
Yucatán
Jalisco
Guanajuato
Quintana Roo
Veracruz
Michoacán de Ocampo
México
Puebla
Campeche
Paraíso
Morelos
Tabasco
Guerrero
Oaxaca
Chiapas
COLEGIO DE POSTGRADUADOS
Instituto Tecnológico Superior de Comalcalco
Elaboracion: Dr. Baltazar Sanchez Diaz

Sitio de estudio
Campeche
Tabasco
Veracruz
Oaxaca
Chiapas
COLEGIO DE POSTGRADUADOS
Instituto Tecnológico Superior de Comalcalco
Elaboración Dr. Baltazar Sanchez Diaz

Figura 1. Sitio de estudio

Conclusiones. Los resultados de este estudio mostraron que los análisis a través de las imágenes de satélite pueden producir estimaciones razonablemente sobre el almacenamiento de carbono. Aunque este estudio recomienda hacer las mediciones en campo y posteriormente realizar una correlación entre los datos obtenidos con las imágenes y los datos tomados en campo, así observar el coeficiente de determinación (R2) y el error cuadrático medio (RMSE) del modelo espacial.

Referencias

- Aye, W. N., Tong, X., & Tun, A. W. (2022). Species Diversity, Biomass and Carbon Stock Assessment of Kanhlyashay Natural Mangrove Forest. Forests, 13(7), 1013.

Nguyen, L. D., Nguyen, C. T., Le, H. S., & Tran, B. Q. (2019). Mangrove mapping and above-ground biomass change detection using satellite images in coastal areas of Thai Binh Province, Vietnam. Forest and Society, 3(2), 248-261.

- Thuy, H. L. T., Tan, M. T., Van, T. T. T., Bien, L. B., Ha, N. M., & Nhung, N. T. (2020). Using sentinel image data and plot survey for the assessment of biomass and carbon stock in coastal forests of Thai Binh province, Vietnam. Applied Ecology and Environmental Research, 18(6), 7499-7514.

RECAPITULANDO SOBRE LA INCERTIDUMBRE EN LAS ESTIMACIONES DE MANGLAR. NAVACHISTE RELOADED

Rafael Hernández Guzmán[a]; **Arturo Ruiz Luna[b]***

✉*arluna@ciad.mx

[a] CONACYT - Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México.
[b] Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C. Mazatlán, Sinaloa, México.

Palabras clave: Cobertura, Google Earth Engine, variabilidad.

Introducción. Estudios previos sobre la variación en las estimaciones de cobertura de manglar en la bahía de Navachiste (Sinaloa, México), indican que la superficie estimada a partir de imágenes de satélite puede variar, aun en el corto plazo (Rivera *et al.,* 2016). Estos cambios en la extensión pueden atribuirse al método de estimación (clasificación supervisada, no supervisada, algoritmo de clasificación), a cambios fenológicos de la vegetación, a la experiencia del analista o simplemente, como consecuencia de procesos de deforestación y colonización del manglar (Ruiz-Luna *et al.,* 2008, Ruiz-Luna *et al.* 2011). Adicionalmente, en la mayoría de los trabajos que evalúan tendencias de cambio en la cobertura de manglar, los análisis se basan en un reducido número de imágenes, cada una representando una fecha por año y con espaciamiento temporal que puede ir de tres a más años. **Metodología.** Considerando lo anterior y tomando ventaja de la disponibilidad y accesibilidad a las imágenes de satélite, así como de las nuevas tecnologías disponibles en línea, se presentan los resultados del análisis temporal de la cobertura de manglar en Navachiste. Se utilizó la plataforma de cómputo en la nube Google Earth Engine (GEE) para generar clasificaciones supervisadas (Jhonnerie et al. 2015) con la aplicación de tres algoritmos (*Random Forest*, *Classification and Regression Trees*, y *Gradient Tree Boost*) para el periodo comprendido entre 1985 y 2022, utilizando una imagen por año. **Resultados y discusión.** A pesar de que se observaron variaciones entre las estimaciones generadas por cada algoritmo, estas diferencias no son importantes. Anualmente, la mayoría de las estimaciones se situaron entre valores mayores de 8000 y menores de 10000 ha. Se observaron periodos de aproximadamente 10 años, con valores promedio de cobertura >9000 ha (1990-2000 y 2010-2020), mientras que en el periodo 2000-2010, los valores de superficie de manglar fueron <9000 ha; sin embargo, no se determinó una tendencia significativamente distinta de cero, lo que de alguna manera implica estabilidad en la cobertura. **Conclusiones.** La estimación de cobertura generada a través de GEE proporciona un método para el monitoreo de ecosistemas de manglar, con alta disponibilidad de imágenes de satélite y diversos algoritmos de clasificación, que simplifican la extracción de información de esta cobertura. Los resultados de este trabajo ayudan a llenar los vacíos necesarios para la conservación y manejo forestal de estos ecosistemas. Sin embargo, al no encontrar una tendencia definida, con alta variabilidad en las estimaciones indica que deben considerarse otras variables como fenología y condiciones ambientales locales (e.g. regímenes de mareas), para entender dichas variaciones.

Referencias

- Jhonnerie, R., Siregar, V. P., Nababan, B., Prasetyo, L. B., and Wouthuyzen, S. (2015). Random forest classification for mangrove land cover mapping using Landsat 5 TM and ALOS PALSAR imageries. *Procedia Environmental Sciences*, 24, 215-221.
- Rivera V.P.A., A. Ruiz-Luna, R. Hernández G., N. Castañeda L. (2016). Estimación de la incertidumbre en evaluaciones de cobertura de manglar: Estudio de caso en el sistema lagunar Navachiste – Macapule (Sinaloa, México). En: Alatorre C.L.C., L.C. Bravo P., L.C. Wiebe Q., M.E. Torres O., M.I. Uc C. y M.O. González L. (Coords.). Estudios territoriales en México: Percepción remota y Sistemas de información espacial. UACJ. pp. 105-124. ISBN electrónico: 978-607-520-215-0.
- Ruiz-Luna, A., Acosta-Velázquez, J., and Berlanga-Robles, C. A. (2008). On the reliability of the data of the extent of mangroves: A case study in Mexico. *Ocean & Coastal Management*, 51(4), 342-351.
- Ruiz-Luna A., A. Cervantes E. and C.A. Berlanga-Robles. (2010). Assessing distribution patterns, extent, and current condition of Northwest Mexico mangroves. *Wetlands*. 30: 717-723

CLASIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE CAMBIO EN LA SUPERFICIE DE HUMEDALES EN BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO.

Miguel Ángel Sánchez-Rodriguez[a]*; Cervantes Escobar Aimée[a];

✉*msanchez@ciad.mx

[a] Centro de investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. Unidad Mazatlán. Laboratorio de Manejo Ambiental. Av. Sábalo-Cerritos, S/N. Col. Cerritos. CP. 82112. Mazatlán, Sinaloa, México.

Palabras clave: Humedales, Baja California, Percepción Remota

Introducción. Los humedales son ecosistemas de gran importancia a nivel internacional y hoy en día se tiene conocimiento de la diversidad de servicios ecosistémicos que éstos generan, entre los que se encuentran la protección contra tormentas y huracanes, mitigación de la erosión, secuestro de carbono, entre otros (Barbier, 2013). De ahí la importancia de generar información actualizada que permita definir estrategias para su conservación y manejo. **Metodología.** El presente trabajo de se llevó a cabo en la zona continental del estado de Baja California Sur, entre 0 y 50 msnm obtenidos del modelo Continuo de Elevaciones Mexicano 3.0 (CEM 3.0) con resolución de 30 m (INEGI, 2018), para lo cual se utilizaron técnicas de percepción remota con la finalidad de clasificar, estimar y determinar los cambios en la superficie de humedales en el estado. Se utilizaron imágenes Landsat 7 ETM+ y Landsat 8 OLI para realizar clasificaciones no supervisadas utilizando el módulo Kmeans del software TerrSet. **Resultados y discusión.** Para el periodo de estudio comprendido entre el 2000 y el 2019, la cobertura de humedales costeros naturales prácticamente se mantuvo constante durante 19 años, con una variación entre 0.6 y 5.2 % (Tabla 1), siendo la marisma humedal emergente persistente la que presentó esta última variación negativa, es decir, dicha cobertura pasó de 1 027 a 974 ha, a diferencia de la marisma de manglar que registró una variación de 0.6%, pasando de 24 769 a 24 912 ha (sin considerar las islas del estado), resultados muy similares a los registrados por Rodríguez-Zúñiga *et al.* (2013), quienes registraron una superficie de manglar en Baja California Sur de 26 694 ha para el año 2012. Aunque de manera general se observa a nivel estatal un incremento en la superficie de manglares, se observan pérdidas en áreas específicas como en Ensenada de La Paz, Estero de la Bocana y Laguna San Ignacio. Los mapas generados a partir de las clasificaciones de las imágenes 2000 y 2019 (Figura 1), muestran valores de exactitud por encima del 80 %. A pesar de las diferentes presiones o amenazas sobre los humedales costeros de Baja California Sur, los esteros o lagunas costeras, marismas sustrato no consolidadas, marisma humedal emergente persistente y los manglares, no han sido perturbados de tal manera que se vea reflejada una disminución considerable de sus superficies, presentando incluso incrementos en algunos humedales, tal es el caso de la marisma sustrato no consolidado. Así también, se encontró que Bahía Magdalena es el sitio con mayor superficie de humedales y el que concentra el 81.7 % de la superficie de manglar a nivel estatal.

Tabla 1. Variación de superficies de humedales costeros naturales en la zona costera de Baja California Sur para los años 2000 y 2019.

Clase	Área (ha)		Variación 2000-2019	
	2000	2019	ha	%
Esteros o lagunas costeras	242 328	243 974	1 646	0.7
Marisma sustrato no consolidado	81 658	84 916	3 258	4.0
Marisma humedal emergente persistente	1 027	974	-53	-5.2
Marisma manglar	24 769	24 912	143	0.6

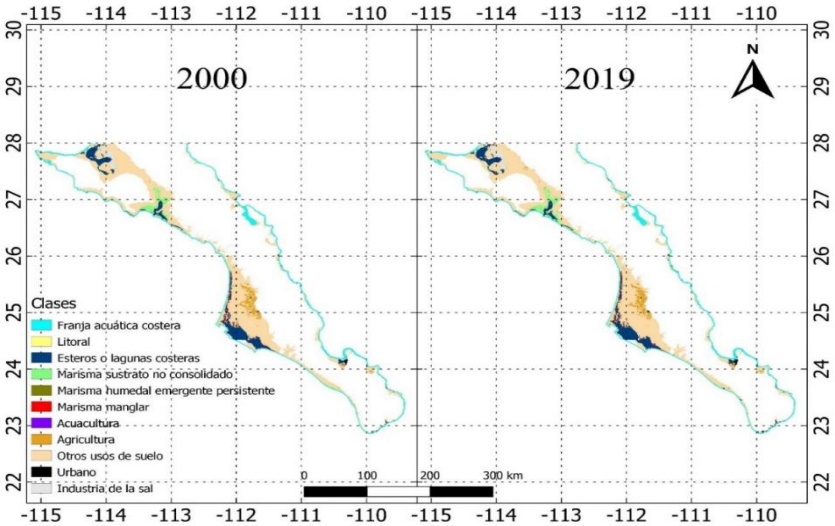


Figura 1. Mapa temático de cobertura y uso de suelo en la zona costera de Baja California Sur para 2000 y 2019.

Conclusiones. En el presente estudio la clasificación de imágenes Landsat para el año 2000 y 2019 reflejan comparativamente una baja pérdida de la superficie de humedales costeros de Baja California Sur. Además, se determina que Bahía Magdalena actualmente conserva el 46.5 % del total de humedales clasificados y el 81.7 % de la zona de manglar de todo el estado.

Referencias

- Barbier, E. (2013). Valuing Ecosystem Services for Coastal Wetland Protection and Restoration: Progress and Challenges. *Resources,* 2(*3*), 213–230. http://dx.doi.org/10.3390/resources2030213
- INEGI. (2018). Continuo de Elevaciones Mexicano (CEM). Recuperado el 5 de mayo de 2022, de https://www.inegi.org.mx/app/geo2/elevacionesmex/
- 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., Ressl, 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. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Recuperado el 12 de mayo del 2022, de https://www. https://www.researchgate.net/publication/272293455_Manglares_de_Mexico_Extension_distribucion_y_monitoreo

ANÁLISIS ESPACIAL DEL ECOSISTEMA MANGLAR EN LA LAGUNA DE TRES PALOS, ESTADO DE GUERRERO

Samuel Díaz Vergara[a*]; Benjamín Castillo-Elías[a]; Salvador Villerías Salinas[a]; Herlinda Gervacio-Jiménez[a]; José Ángel Vences Martínez[b]

✉*samdiaz2287@gmail.com

[a] Maestría en Geografía y Gestión Territorial del Centro de Investigación y Posgrado en Estudios Socioterritoriales (CIPES-Acapulco). Universidad Autónoma de Guerrero, Privada Alta Luz No. 35, Cerro de los Cañones C.P 39380, Fraccionamiento las Playas Acapulco de Juárez, Guerrero, México.
[b] Escuela Superior en Desarrollo Sustentable, Campus Costa Grande. Universidad Autónoma de Guerrero, Carretera Nacional Acapulco-Zihuatanejo km. 106+900. Col. Las Tunas en Tecpan de Galeana Guerrero, México.

Palabras clave: Deterioro, geoespacial, humedales, manglares.

Introducción. En México, los manglares son de importancia ecológica por los beneficios ambientales y socioeconómicos que representan. Estos ecosistemas han ido desapareciendo a lo largo de los años, con la pérdida de 161.267 ha entre 1976 y 2000, arrojando una tasa anual de 2.5 por ciento (INEGI, 2021). Las razones de la reducción de la cobertura forestal en estos ecosistemas son diversas, destacando las actividades antrópicas que conducen a la degradación de los manglares (Castillo-Elías *et al.,* 2018). El objetivo fue analizar los cambios temporales y espaciales en la tasa de degradación del ecosistema manglar en la laguna de Tres Palos entre los años 2005 y 2020. **Metodología.** Se utilizó el mapeo del Sistema de Monitoreo de Manglares Mexicanos (1970/1980-2020) del Portal Geográfico de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO, 2020). Se definieron cuatro años de referencia: 2005, 2010, 2015 y 2020. Se realizó un análisis espacial de la información del año de referencia para obtener datos sobre la cobertura de los ecosistemas de manglar en la laguna de Tres Palos. **Resultados y discusión.** Con base en un análisis espacial de la cobertura de manglar, se determinó que la cobertura de manglar registrada en la laguna Tres Palos fue de 910 ha en 2005 y de 806 ha en 2010, lo que significa una pérdida de 104 ha, debido a la expansión territorial de la localidad Colonia "La Poza" y la zona del aeropuerto. De 2010 a 2015, ocurrió la pérdida de manglares más representativa, pasando de 806 ha a solo 545 ha; lo anterior, significa que 261 ha de manglares se perdieron en la laguna durante ese tiempo. Entre 2015 y 2020, la superficie de manglar aumentó en 40 ha. A pesar del ligero incremento en la cobertura, los datos muestran que de 2005 a 2020, toda la cobertura de manglares en la laguna disminuyó un 36 %, de 910 ha a solo 585 ha en más de 15 años (Figura 1).

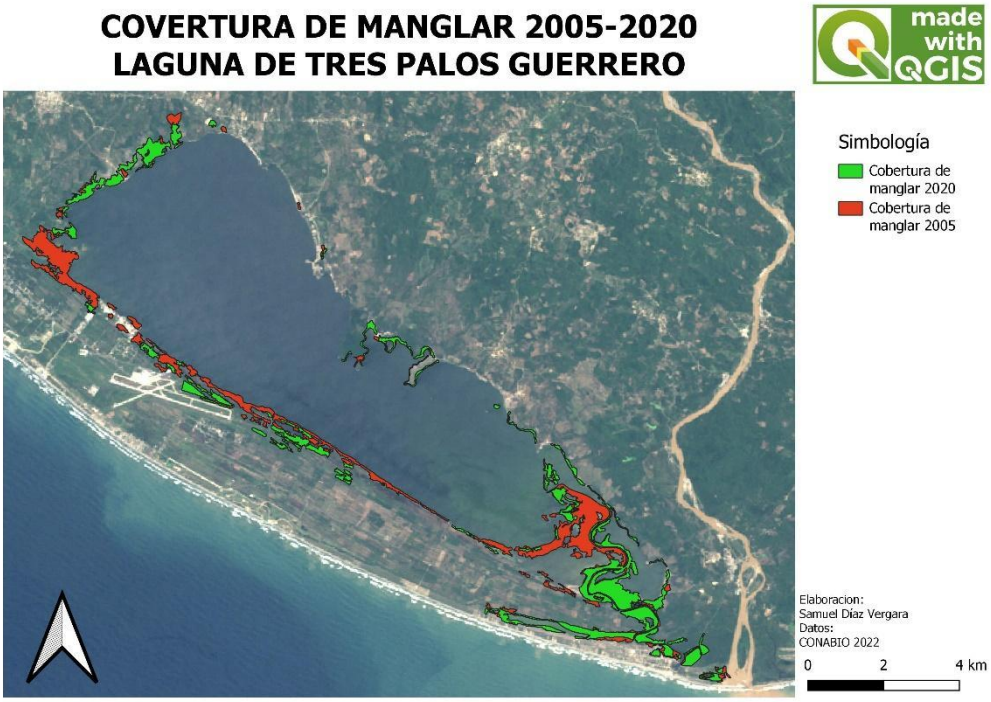


Figura 1. Cobertura de manglar de la laguna de Tres Palos, Guerrero (2005-2020)

Conclusiones. Las áreas de manglar de la laguna de Tres Palos, están experimentando una acelerada pérdida de superficie debido a problemas ambientales y acciones antrópicas de las poblaciones que se ubican en la zona límite del cuerpo lagunar.

Referencias.

- Castillo-Elías, B., Gervacio Jiménez, H., y Bedolla Solano, R. (2018). Estructura forestal de una zona de manglar en la laguna de Coyuca de Benítez, Guerrero. Revista Mexicana De Ciencias Forestales, 9(45). https://doi.org/10.29298/rmcf.v9i45.140
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2020). Extensión y distribución de manglares. Sistema de Monitoreo de Manglares de México (SMMM). https://www.biodiversidad.gob.mx/monitoreo/smmm/extensionDist
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI] (2021). Espacio y datos de México, Marco Geoestadístico. Recuperado de Espacio y datos de México. https://www.inegi.org.mx/app/mapa/espacioydatos/default.aspx

CLASIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE CAMBIO EN LA SUPERFICIE DE MANGLAR EN EL ESTADO DE SONORA, MÉXICO.

Abril Montijo Galindo[a]*; Miguel Ángel Sánchez Rodríguez[a]; Arturo Ruiz Luna[a]

✉*abril.montijo@gmail.com

[a] Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. Laboratorio de Manejo Ambiental. Avenida Sábalo Cerritos, S/N. 82100. Mazatlán, Sinaloa. México.

Palabras clave: Manglar, Percepción remota, Cobertura, Sonora

Introducción. En el contexto de cambio climático, los humedales costeros juegan un papel importante por su potencial de mitigación. Actúan como sumideros de carbono, estabilizan la costa, regulan la cantidad y calidad de agua además de que funcionan como una primera línea de defensa disminuyendo el impacto ante la acción de fenómenos extremos como huracanes y tormentas severas (Moya *et al.,* 2005). Con relación a esto, el ecosistema de manglar es el humedal costero más estudiado y documentado (Menéndez *et al.,* 2020). El objetivo del presente trabajo fue evaluar los cambios ocurridos en la cobertura de manglar en la zona costera del estado de Sonora durante un periodo de 20 años. **Metodología.** Se determinó mediante técnicas de percepción remota la extensión y distribución del manglar analizando y comparando las fechas de 2000, 2010 y 2019. Se analizaron imágenes Landsat 7 ETM+ y Landsat 8 OLI con métodos no supervisados, usando el módulo Kmeans del software TerrSet. **Resultados y discusión.** Los resultados muestran un ligero incremento en la superficie de manglar pasando de 8,139 ha durante la primera fecha a 8,726 ha en la última fecha, lo que representó un incremento del 6.7% (587 ha) en 20 años. La exactitud global de los mapas resultantes fue de 84.7% en el 2000, 90.1% en 2010 y 91.9% en 2019, y coeficiente de Kappa estimado de 0.84, 0.88 y 0.93 respectivamente. El sistema Bahía Guásimas-Estero Lobos, en la parte central del estado, es donde se concentra la mayor extensión de manglar con 3,875 ha, lo que representa el 44.4% del total estatal. Existen discrepancias de nuestros resultados con los datos de la extensión de manglar estimados para Sonora por CONABIO (2022), que reporta una superficie mayor a la estimada en este trabajo. Esto se asocia a diferencias metodológicas relacionadas con la resolución espacial de las imágenes satelitales empleadas, así como diferentes métodos de interpretación y clasificación con que se realizaron ambos estudios. A partir de los datos de CONABIO se detectó un incremento de 10% en la cobertura de manglar en un periodo de 15 años (de 2005 a 2020). La presencia de parches aislados y de pequeño tamaño que no son adecuadamente diferenciables por el sensor satelital ha sido reportada anteriormente en Sonora, lo que puede contribuir a una subestimación de la cobertura de manglar (Cervantes 2007). **Conclusiones.** No se reportan pérdidas de manglar en el estado de Sonora en los últimos 20 años, sin embargo, sería importante evaluar la calidad de la vegetación sobre todo en cuanto al grado de fragmentación del paisaje.

Referencias

- Cervantes, E.A. (2007). *Evaluación de la condición de los sistemas de manglar del noroeste de México a través de análisis espectrales y de indicadores de paisaje.* Tesis de maestría. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo AC.

- CONABIO (2022). *Sistema de Monitoreo de Manglares de México (SMMM) Extensión y distribución de manglares*. Recuperado el 24 de febrero de 2023, de https://www.biodiversidad.gob.mx/monitoreo/smmm/extensionDist
- Menéndez, P., Losada, I.J., Torres-Ortega, S., Narayan, S., Beck, M.W. (2020). The Global Flood Protection Benefits of Mangroves [versión electrónica] *Scientific Reports* 10:4404. https://doi.org/10.1038/s41598-020-61136-6
- Moya, B.V., Hernández A.E., Elizalde Borrell H. (2005). Los humedales ante el cambio climático. *Investigaciones Geográficas*. 37, 127-132.

CAMBIO GLOBAL

MEMORIAS ARBITRADAS 2023

DE LO LOCAL A LO GLOBAL: AVANCES EN NAYARIT DEL PROYECTO RAÍCES, MANGLARES PARA LA COMUNIDAD Y EL CLIMA

Coral Mascote-Maldonado[a*]; Jacobo Pilar; Villanueva María José[a]; Escobar Ninel[a]; López Ixchel[a]; Ruiz Lucía[a]

✉*cmascote@wwfmex.org

[a] World Wildlife Fund-WWF México. Av. Insurgentes 1217 interior 703, 704, 705, col. Del Valle, Delegación Benito Juárez, Ciudad de México,

Palabras clave: Conservación, restauración, cambio climático, resiliencia.

Introducción. WWF desarrolló el Proyecto Raíces, el cual busca beneficiar la restauración y conservación de los manglares en 4 países, entre ellos México, donde a su vez se eligió a los estados de Yucatán, Quintana Roo y Nayarit como sitios prioritarios para llevar a cabo dicho proyecto, el cual es apoyado por la fundación Bezos Earth Fund. Los objetivos del proyecto son, 1.- Mejorar el manejo de los ecosistemas de manglar a través del fortalecimiento de plataformas existentes y herramientas legales para la protección de manglares; 2.- Aumentar la resiliencia de comunidades costeras a través de la gobernanza del riesgo; y 3.- Buscar sostenibilidad de los medios de vida a través de soluciones financieras innovadoras. **Metodología.** Se realizó un análisis para identificar aquellos con mayor potencial de restauración en la RBMNN, con base en 3 criterios: 1.- presencia de características biofísicas que permitan el restablecimiento natural de manglares considerando el cambio climático; 2.- mayor aptitud del territorio a la provisión de servicios del ecosistema; y 3.- menor aptitud del territorio al desarrollo de actividades productivas. Se realizaron diagnósticos en 5 municipios y 5 comunidades aledañas a la RBMNN, acerca de su capacidad de respuesta frente al cambio climático y de manera más específica frente a fenómenos climatológicos extremos. Se realizó un mapeo de empresas comunitarias para la conservación (ECC) para identificar aquellas que están relacionadas con la conservación del manglar y que tienen potencial de crecimiento. **Resultados y discusión.** Se identificaron 1532 hectáreas de manglar con alto potencial de restauración, distribuidas en 4 regiones prioritarias de la RBMNN. Esta información se ha entregado a instancias de gobierno como Conanp y Conafor a fin de que sirva de apoyo para orientar proyectos de restauración. WWF seleccionó un área sobre el cual se hará un análisis a mayor profundidad (ecología forense) a fin de llevar a cabo acciones de restauración. Se han llevado a cabo 15 talleres con comunidades acerca de su respuesta frente a eventos extremos; Se formaron 4 comités comunitarios de respuesta avalados por Cenapred; 13 talleres de fortalecimiento a los ayuntamientos de los 5 municipios aledaños a la RBMNN. Se seleccionó una cooperativa con la que se ha llegado al acuerdo de colaborar a fin de fortalecer sus capacidades técnicas, financieras y operativas. **Conclusiones.** Contar con un estudio científicamente robusto acerca de los sitios que tienen potencial de restauración incrementa el éxito, sin embargo, es necesario considerar la parte social (gobernanza local, conflictos internos, riesgos, etc.) una vez que se elija un sitio de trabajo. Los diagnósticos comunitarios y municipales mostraron que la vulnerabilidad frente a eventos climáticos extremos podría disminuir de manera significativa si se generan estrategias de prevención adecuadas.

Referencias

- Guevara, O.E., Quaas, W.R., y Fernández, V.G. (2006). Lineamientos generales para la elaboración de Altas de Riesgos. Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana. Centro Nacional de Prevención de Desastres, Primera edición. México. ISBN:970-628-904-6
- Blanco, M., y Correa, M. (2011). Diagnóstico funcional de Marismas Nacionales. Universidad Autónoma de Nayarit y la Comisión Nacional Forestal con el patrocinio del Reino Unido.
- Teutli-Hernández, C., Herrera-Silveira, J., Cisneros-de la Cruz, D., Arceo-Carranza, D., Canul-Cabrera, A., Robles-Toral, P. J., Pérez-Martínez, O., Sierra-Oramas, D., Zenteno, K., UsBalam, H., Pech-Poot, E., Chiappa-Carrara, X., y Comín, F. A. (2021). Manual for the ecological restoration of mangroves in the Mesoamerican Reef System and the Wider Caribbean. Integrated Ridge-to-Reef Management of the Mesoamerican Reef Ecoregion Project - MAR2R, UNEP-Cartagena Convention, Mesoamerican Reef Fund. Guatemala City, Guatemala.

RECONSTRUCCIÓN DE PALEOINCENDIOS DURANTE EL HOLOCENO TARDÍO EN LA COSTA DE XCALAK, QUINTANA ROO, MÉXICO

Norma Angélica García Pinacho[a]; Alicia Carrillo Bastos[a]*****, Chloe Brynie Ulanie Rosas[a]; Gerald Islebe[b]

✉*alicia.cb@chetumal.tecnm.mx

[a] Tecnológico Nacional de México / IT de Chetumal. Av. Insurgentes No. 330, Chetumal, Quintana Roo, México.
[b] El Colegio de la Frontera Sur, Herbario, Departamento Conservación de la Biodiversidad, Avenida Centenario km 5.5, Apartado Postal 424, CP 77014, Chetumal, Quintana Roo, México

Palabras clave: Paleoincendios, Carbón, Manglar, Clima, Ambiente.

Introducción. Los incendios son un componente crítico del sistema de la tierra con influencia en el balance de energía y carbono, cambios en el clima y en el ecosistema. El manglar es un ecosistema sensible al fuego, no se adaptan a este factor y la recuperación toma décadas o siglos (Rodríguez-Trejo *et al.,* 2019). Se sabe que en algunos sitios de la región tropical el régimen de incendios fue distinto a lo largo del Holoceno tardío (últimos 3500 años), y ha sido asociado a las variaciones climáticas y la actividad humana. En Xcalak se han reportado variaciones en la abundancia del polen fósil de manglar, esto representa cambios hidrológicos (Rosas, 2018); sin embargo, no se han estudiado otros factores que pudieron modificar las asociaciones vegetales, tales como los incendios. Además, especies como *Rizophora mangle*, han sido descritas con alta carga de combustible forestal (CCF) (Barrios-Calderón *et al.,* 2019). Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue reconstruir la historia de incendios de los últimos 3500 años, así como su relación con el clima y vegetación. **Metodología**. Se analizó el carbón macroscópico (125µm) en 143 muestras utilizando la metodología de a Stevenson & Haberle (2005), extraído de una columna de 1.5 m de sedimento de manglar, en la Laguna cementerio, Xcalak, Quintana Roo, México. Se contabilizaron las partículas de carbón por gramo (p/g), estas fueron convertidas a tasa de acumulación de carbón (CHAR) y graficadas en Origin. La curva fue comparada con valores de carbonatos ($CaCO_3$) y de polen de un estudio anterior del mismo registro (Rosas, 2018). El tamaño del carbón (>125µm) se considera como incendios locales a distancias menores a 20 km de diámetro del sitio. La cronología se estableció mediante una regresión polinomial empleando dataciones por radiocarbono por espectrometría de masa por aceleración. **Resultados y discusión**. La historia de los incendios en laguna cementerio ha sido altamente variable durante el Holoceno tardío. Se lograron establecer 4 fases (Figura 1), registrando un máximo de 152 y un mínimo de 1 p/g. En la fase I la curva de CHAR fue baja, al igual que el porcentaje de polen de las especies de manglar. En la fase II se registró aumento en el CHAR y en el polen de manglar. El polen *Zea mays* confirma la presencia de agricultura para la zona. Al final de esta fase la especie *C. erectus* fue mejor representada mientras que la selva disminuyó. Los $CaCO_3$ indican condiciones regionales más secas lo cual coincide con lo reportado por otros autores para este mismo periodo. En la fase III la especie más abundante fue *R. mangle,* lo que indica condiciones de inundación y los picos de carbón se mantuvieron relativamente bajos. En la fase IV se registró el valor más alto de CHAR, este periodo coincide con otros estudios de paleoincendios, los autores atribuyen el aumento de CHAR a la expansión de terreno. El

ecosistema de manglar parece aumentar positivamente en fases de mayor actividad de incendios.

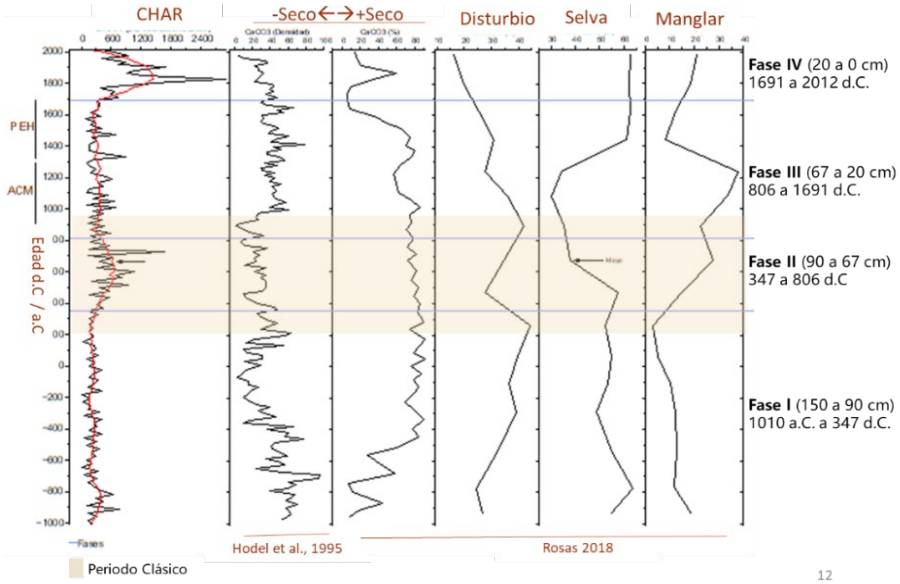


Figura 1. Gráfica representativa de la curva de CHAR, $CaCO_3$ y Polen.

Conclusiones. La historia de incendios para Xcalak muestra fases de cambio relacionadas con dos factores, las actividades humanas y el clima. Respecto a la vegetación de manglar, esta tiende a aumentar cuando la tasa de incendios se incrementa, esto podría estar relacionado con la carga de combustible forestal que genera. Este estudio es el primero que pretende entender la historia de incendios para ecosistemas de manglar en Quintana Roo.

Referencias

- Barrios Calderon R., Infante Mata A., Flores Garnica J., Jozeph B, H., Monzon Alvarado C., Villarobos Méndez S, M. (2019). Análisis comparativo de camas de combustibles forestales en un ecosistema de manglar. Madera y bosques, vol. 26, núm. 1, e2611950, 2020. Instituto de Ecología A.C.
- Hodell, D. A., Curtis, J. H., & Brenner, M. (1995). Possible role of climate in the collapse of Classic Maya civilization. *Nature*, *375*(6530), 391-394.
- Rodríguez Trejo, D. A., Martínez Muñoz, P., & Lara, P. J. M. (2019). Efectos del fuego en el arbolado de un bosque tropical de pino y en el de una selva baja caducifolia en Villaflores, Chiapas. *Ciencia Florestal*, 10331047.
- Rosas, C. B. U. (2018). *Reconstrucción paleoecológica de la franja de manglar Mahahual-Xcalak durante el Holoceno tardío*. Instituto Tecnológico de Chetumal.
- Stevenson, J., & Haberle, S. (2005). *Macro charcoal analysis: A modified technique used by the Department of Archaeology and Natural History*. http://palaeoworks.anu.edu.au/paltr05.pd

CONSERVACIÓN Y MANEJO

MEMORIAS ARBITRADAS 2023

APROVECHAMIENTO DEL MANGLE BLANCO (*Laguncularia racemosa* [L.] Gaertn) PARA LA ELABORACIÓN DE CARBÓN VEGETAL EN PARAÍSO, TABASCO, MÉXICO.

Hernández-Melchor Gloria Isela[a]*; **Sol-Sánchez Ángel**[b]

✉*gloria.hernandez@unach.mx

[a] Universidad Autónoma de Chiapas. Facultad Maya de Estudios Agropecuarios, carretera Catazajá - Palenque Km. 4, 29980 Catazajá, Chiapas. México
[b] Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco, periférico Carlos A. Molina S/N Km. 3, 86500 Heroica Cárdenas, Tabasco. México

Palabras clave: carbón vegetal, madera, mangle.

Introducción.
Los manglares integran un ecosistema natural único, en el que convergen factores bióticos y abióticos, de cuya interacción resulta una gama de productos tangibles e intangibles con alto valor económico, ecológico, y social, lo que conlleva a sumar esfuerzos para instaurar medidas necesarias que permitan regular su aprovechamiento de forma sostenible. En el aspecto socioeconómico el manglar genera beneficios a través del aprovechamiento forestal maderable, no maderable, y la captura de especies acuáticas, que en suma generan ingresos económicos que benefician de forma directa a las comunidades asentadas en sus alrededores, y que se comercializan en el mercado nacional e internacional.
Los diversos usos del manglar conllevan a una sobreexplotación del mismo en muchas partes del planeta, en Asia viven muchas familias en el manglar y lo han explotado excesivamente para la obtención de leña y la elaboración de carbón vegetal (Guevara-Chumacero *et al.,* 2019). Sin duda, el aprovechamiento maderable ha formado parte importante en la historia del desarrollo de la humanidad, en las primeras décadas del siglo XX el carbón vegetal fue el principal combustible de cocina, así en Puerto Rico el carbón fue una de las industrias locales más importantes; el corte de madera y la quema de carbón permitía la participación de hombres y mujeres, trabajando en pares o individualmente y desarrollan destrezas como blandir un hacha, cortar leña y formar una hoguera (Giusti, 2015). De igual forma, en el municipio de Centla, Tabasco, México, el aprovechamiento del mangle para la producción de carbón vegetal ha formado parte de la economía de subsistencia de los grupos mayas chontales (Guevara *et al*., 2020). Actualmente la demanda de carbón vegetal permanece, el principal mercado son los restaurantes y rosticerías, siendo la madera del mangle blanco (*Laguncularia racemosa* [L] Gaertn), la más cotizada debido a su propiedad calórica; cabe hacer mención que es una actividad que se ha practicado por generaciones, siendo una fuente de empleo e ingresos para las familias de los dueños del manglar. Así, este trabajo tuvo el objetivo de analizar el proceso de la producción de carbón vegetal de mangle blanco, y los beneficios económicos obtenidos, en el municipio de Paraíso, Tabasco. **Metodología.** El trabajo se realizó en el municipio de Paraíso, Tabasco, que cuenta con una importante zona lacustre, y colinda con el Golfo de México, siendo el municipio que alberga la mayor superficie de manglar en el estado. El caso de estudio fue una empresa familiar dedicada a la producción y comercialización de carbón vegetal de mangle blanco (*Laguncularia*

racemosa [L.] Gaertn), dedicados a dicha actividad por más de 15 años, y cuenta con los permisos de SEMARNAT para la transformación y comercialización de carbón de mangle. La información se obtuvo mediante entrevistas semiestructuradas dirigidas a identificar las actividades que implica el proceso de producción de carbón vegetal, volumen de producción, empleos, y egresos/ingresos generados. Asimismo, se realizó trabajo de campo para medir las trozas de mangle por cuerda, identificar las características de los hornos, y los volúmenes de carbón obtenidos. **Resultados y discusión.** La elaboración de carbón vegetal inicia con el derribo de los árboles de mangle blanco de siete años de edad en promedio, el seccionado en trozas de entre 60 y 80 cm de largo, el transporte en lancha del manglar hacia tierra firme, el apilado en cuerdas a pie de la lancha, de dimensiones promedio de 1.60 m x 1.5 m x 0.60 m (1.44 m^3), de allí se carga y transporta en vehículos hacia los hornos en donde se descarga, acarrea y se acomoda dentro del horno. Después de cerrado el horno se enciende e inicia el proceso de cocción el cual dura de 24 a 36 horas, dependiendo del tamaño del horno. Durante la cocción del carbón el propietario permanece cerca para evitar que se incinere. Posteriormente se deja reposar por tres días para su enfriamiento y se procede al envasado. El tiempo invertido en todo el proceso hacen un total de ocho días.

El volumen de producción depende de la capacidad de los hornos y el número de estos. La empresa en estudio cuenta con tres hornos, tres con capacidad para 4 m^3, y uno con capacidad de 6 m^3. Así, se obtiene una producción de 720 costales de carbón vegetal por mes, que generan un 60% de utilidades. El precio del costal de carbón al pie de los hornos es de 120 pesos al menudeo y 100 al mayoreo. Durante el proceso de producción de carbón vegetal se generan empleos permanentes a cuatro trabajadores fijos y se beneficia a seis familias. **Conclusiones.** De acuerdo al análisis económico, el aprovechamiento maderable del mangle blanco es una actividad rentable, que permite el autoempleo y mejora la calidad de vida de los involucrados, un ejemplo de uso, manejo y aprovechamiento sostenible del recurso.

Referencias

- Giusti C L. 2015 Trabajo y vida en el mangle. " madera negra y carbón en piñones (Loaiza), Puerto Rico (1880-1950). *Caribbean Studies*, vol. 43, no. 1, 2015, 3p. consultado el 3 Mar. 2023.
- Guevara-Chumacero M., Palma-Linares V. y Maltes-González C. (2020). Fuego en el manglar. La producción de carbón vegetal entre los mayas chontales de la costa de Centla, Tabasco. Antrópica. Rev. De Ciencias Sociales y Humanidades. No. 11. Pp. 64-87. http://orcid.org/0000-0002-2779-5638.
- Carvajal-Osesa M., Herrera-Ulloab A., Valdés-Rodríguez B., Campos-Rodríguez R. 2019. Manglares y sus Servicios Ecosistémicos: hacia un Desarrollo Sostenible. Gestión y Ambiente. (2019). 22(2), 277-290, DOI: https://doi.org/10.15446/ga.v22n2.80639

CARACTERIZACIÓN DE SUELOS DE MANGLARES EN UN ESCENARIO KÁRSTCO, LA PENÍNSULA DE YUCATÁN

José Luis Cortes-Esquivel[a]*; Jorge Herrera-Silveira[a]; Patricia Quintana-Owen[b]; Claudia Teutli-Hernández[a]; Oscar Pérez-Martínez[a]

✉*josel.cortes@cinvestav.mx

[a] Departamento de Recursos del Mar, Doctorado en Ciencias Marinas, CINVESTAV Unidad Mérida, Km 6, Antigua Carretera Mérida-Progreso, Cordemex, 97310, Mérida, Yucatán, México.
[b] Departamento de Física Aplicada, Laboratorio Nacional de Nano y Biomateriales (LANNBIO), CINVESTAV Unidad Mérida, Km 6, Antigua Carretera Mérida-Progreso, Cordemex, 97310, Mérida, Yucatán, México.

Palabras clave: Suelo, Histosol, manglar, almacenamiento.

Introducción. El suelo es un cuerpo natural sobre la superficie terrestre. Es considerado un ecosistema por sí mismo ya que en su interior se pueden encontrar componentes vitales para la proliferación de vida (nutrientes, minerales, organismos, agua, aire, etc.) (Bautista, 2011). Hoy en día es considerado un recurso no renovable a escala humana, esto porque el proceso de formación puede variar de entre cientos a miles de años, por ello, la degradación de los suelos puede intervenir directamente en procesos biológicos y químicos del medio ambiente influyendo directamente en el desarrollo natural de la cobertura vegetal que en él se encuentra. Los manglares son ecosistemas costeros cuya importancia reside entre otras en mitigar algunos de los efectos del cambio climático a través del almacenamiento de altas concentraciones de carbono en sus suelos (Mitch y Gosselink, 2000). Sin embargo, hoy en día el suelo en los manglares es el componente menos estudiado, por lo que no se han podido identificar los alcances y los factores que determinen el desarrollo de los suelos de manglar, esto aunado al incesante deterioro de estos bosques por el cambio de uso de suelo. Por lo anterior, nos planteamos como objetivo de este trabajo, identificar la variabilidad edáfica de los suelos bajo diferentes condiciones de manglar en la Península de Yucatán (PY) que representa un escenario geomorfológico de tipo kárstico. **Metodología.** Se analizaron 100 núcleos de suelos de diferentes sitios de la PY bajo diferentes condiciones de manglar (conservados, en restauración y degradados). Cada núcleo de suelo fue dividido en submuestras que iban de 0 a 10, de 10 a 20, de 20 a 30, de 30 a 50 y de 50 a 100 cm, a estas muestras se les analizó la salinidad intersticial *in situ*. Ya en el laboratorio, estas muestras se secaron a 70°C durante 48h; posteriormente se les realizaron análisis fisicoquímicos como: densidad aparente, materia orgánica (MO), color y textura. Por último, de acuerdo con las características de los suelos se clasificaron en grupos de suelo con ayuda de la WRB (2014). **Resultados y discusión.** Se observó que las características edáficas de los suelos de manglar están directamente relacionadas con las condiciones de este. La clasificación de los suelos sugiere que los suelos conservados suelen ser del grupo Histosols, en los que la MO es el principal componente del suelo con profundidades que van de los 60 cm hasta 2 m, con concentraciones de más de 46% de materia orgánica. Estos suelos contienen altas concentraciones de arcillas ligadas al almacenamiento de MO. Los suelos de manglares que se encuentran en proceso de restauración son del grupo Vertisols. Estos suelos cuentan con un horizonte orgánico de menos de 20cm de profundidad, y la MO es de alrededor del 20 al 45% observándose arcilla en los primeros

20 cm del suelo, sugiriendo que los procesos edafogénicos empiezan a restaurarse. Por último, los suelos en manglares en condición degradado son suelos del grupo Solonchak. Estos suelos son considerados "muertos", ya que no cuentan con la capacidad de albergar vida, esto se denota con los altos valores de salinidad y la ausencia de nutrientes y minerales (Tabla 1).

Tabla 1. Características edafogénicas de los suelos bajo diferentes condiciones de manglar.

Parámetro	Condición del manglar		
	Conservados	**En restauración**	**Degradados**
Profundidad de materia orgánica	> 0.6 m < 2.1 m	< 20 cm	< 1 cm
Contenido de materia orgánica	entre 46 y 80%	entre 20 y 45%	< 4%
Arcilla	≈ 20% (20 – 50 cm profundidad)	≈ 10% (0 – 20 cm profundidad)	0.1 - 0.3%
Color	Café oscuro	Café antes de los 10 cm Gris después de los 10 cm	Blanquecino
Carbonatos	<20%	Entre 50 y 70%	>93%
Periodo de inundación	Casi permanente	Intermedio	Nulo
Salinidad	< 60 g kg^{-1}	≈ 70 – 100 g kg^{-1}	> 100 g kg^{-1}
Clasificación de suelo	Histosols	Vertisol	Solonchak

Estos resultados indican que los suelos de manglar conservado han pasado por un proceso que modifican la composición natural de los suelos típicos de la PY, lo que se caracterizan por contener hasta 99% de carbonatos (Ortíz-Solorio, 2010). Sin embargo, debido a los aportes de minerales y de nutrientes transportados desde tierra adentro por el flujo del acuífero interno de la zona kárstica y de los aportes marinos que llegan a la costa, los cuales son retenidos por las raíces de los manglares permitiendo el almacenamiento no solo de carbono sino de estos nutrientes y minerales en sus suelos por largos periodos de tiempo. Se puede observar que los suelos de manglar en condición degradado son los suelos más cercanos a las condiciones mineralógicas de un suelo de la PY, sin embargo, la hipersalinidad evita el desarrollo de la vida en este ecosistema, generando la muerte no solo la muerte del manglar, sino del suelo en general. **Conclusiones.** Se observó que las características edafogénicas de los suelos de manglar están directamente relacionados a la condición del manglar y las condiciones salinas del sitio que son reguladas por el periodo de inundación.

Referencias

- Mitsch, W., & Gosselink, (2000). Wetlands. Wiley. 177-17, 333-373 y 584-609.
- Bautista, F., Palacio-Aponte, G., Quintana, P., & Zinck, J. A. (2011). Spatial distribution and development of soils in tropical karst areas from the Peninsula of Yucatan, Mexico. *Geomorphology*, *135*(3-4), 308-321.
- WRB. (2014), *Base Referencial Mundial del Recurso de los Suelo, modificada de 2014. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*, Roma, Italia.
- Ortiz-Solorio, C. A. (2010). Edafología. *Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Suelos.* Chapingo, Edo. de México, México.

USOS Y DESUSOS DEL MANGLAR EN EL SISTEMA LAGUNAR DE ALVARADO

Jaime Francisco Camelo-Vidal[a]*; Patricia Gerez-Fernández[a]; Citlalli López-Binnqüist[a]; Edward A. Ellis[a]; Blanca E. Cortina Julio[b]

✉*jaimefcovidal@gmail.com

[a] Centro de Investigaciones Tropicales, Universidad Veracruzana, José María Morelos #44, Zona Centro, 91000, Xalapa-Enríquez, Veracruz, México.
[b] Instituto de Investigaciones Biológicas / Universidad Veracruzana, Doctor Castelazo Ayala S/N, Industrial Animas, 91190 Xalapa-Enríquez, Veracruz, México.

Palabras clave: Veracruz, cambios, territorio, restricciones, pobladores.

Introducción. La importancia del manglar radica en los bienes y servicios ambientales que proporcionan a las poblaciones humanas a diferentes escalas (*e.g.* regional y local); entre estos, el uso de leña, la elaboración de carbón, madera de construcción, usos medicinales, y otros productos forestales maderables y no maderables para fines de subsistencia e ingresos (Moreno-Casasola *et al*., 2016). A nivel mundial la reducción en la extensión de los manglares llevó a establecer medidas de protección; en México, desde 2004 se establecieron restricciones legales para impedir su alteración o conversión a otros usos, requiriendo permisos especiales para su aprovechamiento. Estos mecanismos legales afectaron a los pobladores locales pues, desarticularon sus usos y costumbres respecto a los recursos naturales que históricamente utilizaban, además reducir sus fuentes de ingresos (Lugo *et al*., 2014). Este es el caso del sitio Ramsar Sistema Lagunar de Alvarado (SLA), comprende la mayor superficie de manglar de Veracruz; en su periferia y dentro de las lagunas está habitado aproximadamente por 40 mil personas, que hacen uso directo o indirecto de los recursos de este ecosistema (CONABIO, 2021). En el SLA están registradas cuatro especies de mangles (*Rhizophora mangle, Avicennia germinans, Laguncularia racemosa y Conocarpus erectus*). En esta zona las medidas para evitar el uso de la madera de mangle con severidad encarcelando a personas, lo que generó un cambio abrupto en los ingresos familiares. El objetivo de este estudio fue analizar los usos actuales de las especies de mangles, identificar los cambios ocurridos en la apropiación de su territorio y sus recursos a partir de la aplicación de la normatividad mexicana de los manglares, en el SLA. **Metodología.** El trabajo de campo tuvo un enfoque etnográfico con los siguientes métodos: 1) entrevistas semi-estructuradas y observaciones en campo con las familias; 2) observación participante en recorridos terrestres y acuáticos; 3) talleres de cartografía participativa. El análisis de los datos se dirigió a identificar categorías sobre los productos extraídos y elaborados con mangle (usos, destino, autoconsumo, frecuencia), las áreas del territorio utilizadas, tipo de productos acuícolas; así como otras actividades familiares, buscando patrones en el conocimiento y usos de las especies de mangle y los cambios ocurridos. **Resultados y discusión.** Se aplicaron entrevistas a 33 familias en 4 localidades. Todos reconocen a las tres especies de mangles presentes (mangle rojo, negro y blanco), distinguiendo sus cualidades fisionómicas (*e.g*. color, forma, dureza de la madera), similar a lo reportado por Basáñez *et al*. (2006). En el SLA registramos 12 tipos de uso actual de los mangles, superando el número de usos documentados en otros estudios en el estado (Díaz *et al*., 2004); sin embargo, esto contrasta con los 15 que se utilizaban antes de 2004. Entre los

usos desaparecidos están los rollos de madera, varas y rodizos de mangle blanco para TAMSA, carbón y leña para cocinar. Otros efectos de las restricciones legales fueron: cambio de la pesca para autoconsumo hacia una actividad económica intensiva; se dejaron de utilizar las áreas aledañas a los poblados donde se recolectaba madera, se almacenaba leña y ubicaban los hornos para elaborar carbón. Por último, otro cambio importante fue la intensidad de ciertos usos, antes de la prohibición los pobladores utilizaban cotidianamente diversas especies de mangles, en la actualidad la frecuencia disminuyó notablemente. **Conclusiones.** Los mecanismos de protección de los manglares lograron reducir ciertos usos del mangle y eliminar otros. Sin embargo, los pobladores del SLA siguen utilizando localmente varias especies, ahora como insumos para su actividad pesquera comercial. Los cambios en la apropiación del territorio son notables al dejar de utilizar porciones de tierra alrededor de las localidades por temor a la aplicación de la ley. Dadas las características socioeconómicas y culturales de los pobladores es injusto que se impida el uso de las especies de mangle pues su economía familiar depende de ellas. Consideramos que hay un vacío en las medidas de protección, dado que falta incorporar el manejo regulado del manglar y de los recursos pesqueros.

Referencias

- Basáñez, A. de J., Pérez, G., y Mencio, P. (2006). Características estructurales y usos del manglar en el ejido Cerro de Tumilco, Tuxpan, Veracruz. México. *Revista Científica UDO Agrícola*, 6 (1), 114-120.
- CONABIO (2021). Distribución de los manglares en México en 2020. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Sistema de Monitoreo de los Manglares de México. [Archivo shp.] Recuperado marzo 2022: https://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/
- Díaz, G. C., Mávil, J. E. M., y Luna, E. R. (2004). Plan de manejo para el manglar de Sontecomapan, Catemaco, Veracruz, México: una estrategia para la conservación de sus recursos naturales. *Madera y Bosques*, 10(2), 5-23.
- Lugo, A. E., Medina, E., & McGinley, K. (2014). Issues and challenges of mangrove conservation in the Anthropocene. *Madera y Bosques*, 20(SPE), 11-38.
- Moreno-Casasola, P. (2016). Servicios Ecosistémicos de las Selvas y Bosques costeros de Veracruz. México: INECOL-OIMT-CONAFOR-INECC.

COMPOSICIÓN Y ABUNDANCIA DE PECES CARNÍVOROS CON DESARROLLO ASOCIADO AL MANGLAR DEL ANP EL SOLDADO, SONORA, MÉXICO

Nathaly Salas-Mejía[a]*; Arreola-Lizárraga José Alfredo[a], Alcántara-Razo Edgar[a]

✉*nsalas@pg.cibnor.mx

[a] Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C., Unidad Guaymas, Guaymas Sonora, México.

Palabras clave: peces carnívoros, manglar, Área Natural Protegida, Golfo de California

Introducción. Una estrategia para garantizar el uso sostenible de peces de importancia pesquera, como los pargos y cabrillas, es proteger sus áreas de asentamiento y crianza (Claro & Lindeman, 2008), tal como las lagunas costeras y estuarios, que en México en su mayoría tienen vegetación de manglar (Arreola-Lizárraga *et al.,* 2018). El objetivo de este estudio fue conocer la comunidad de peces carnívoros asociados a vegetación de manglar en el Área Natural Protegida El Soldado. Esta laguna costera (1.6 km^2) se localiza en la costa este del Golfo de California y tiene vegetación de manglar compuesta por mangle negro *Avicennia germinans*, rojo *Rhizophora mangle* y blanco *Laguncularia racemosa* (BOGES, 2018). **Metodología.** Los peces se capturaron con dos trampas tipo Chesapeake (largo 100 cm, ancho 75 cm, altura 50 cm; con dos entradas, un encarnadero y revestidas con red de 1 cm de luz malla). Las trampas con carnada (sardina) se colocaron en un canal adyacente a las raíces del manglar durante 24 horas, cada semana, en cuatro ocasiones en un mes representativo de cada estación del año en el periodo mayo 2018 - febrero 2020. Los datos se procesaron en hoja de cálculo para presentar la abundancia de las especies de peces, así como la relación abundancia-biomasa y la estructura de tallas de las especies más abundantes. **Resultados y discusión.** Se observaron 8 especies de peces y agrupadas por gremio trófico fueron: carnívoros de segundo orden o ictio-invertívoros los pargos *Lutjanus argentiventris, L. colorado*, la cabrilla *Paralabrax maculatofasciatus*, el camotillo *Diplectrum pacificum*; carnívoros de primer orden o invertívoros las mojarras *Eucinostomus currani, E. dowii*; omnívoros la chopa *Abudefduf troschelii*; y herbívoros-detritivoros la lisa *Mugil curema.* El pargo amarillo *Lutjanus argentiventris* y la cabrilla arenera *Paralabrax maculatofasciatus*, representaron el 91% de la abundancia relativa. El pargo amarillo contribuyó con el 69 % (n = 161) de la abundancia relativa, se capturó durante todo el ciclo anual con mayor abundancia desde verano hasta invierno, y mostró individuos de 46 a 157 mm de longitud total, con predominancia de tallas en el intervalo de 71 a 110 mm. En sistemas de manglar de la costa oeste del Golfo de California, Cota-Nieto *et al.* (2014) determinaron como la especie más abundante de pargo al pargo amarillo, y Aburto-Oropeza *et al*. (2009) observaron individuos con tallas de 17-136 mm de longitud estándar, de estos el 99% < 100 mm. En ambos estudios la mayoría de los individuos estaban en su primer año de vida, aún sin alcanzar la talla de promedio de primera madurez reportada en 332 mm (Piñón *et al.,* 2009). La cabrilla arenera contribuyó con el 22 % (n = 52) de la abundancia relativa, se capturó desde primavera a otoño con mayor abundancia en primavera y verano, y se mostró individuos de 47 a 118 mm de longitud total, con predominancia de tallas en el intervalo de 71 a 90 mm. **Conclusiones.** Los

manglares constituyen áreas de crianza para especies de importancia pesquera como el pargo amarillo *Lutjanus argentiventris* y la cabrilla arenera *Paralabrax maculatofasciatus*. El Soldado establecida zona sujeta a conservación ecológica desde 2006, donde se encuentran prohibidas las actividades de pesca, tiene un papel importante como ANP en la protección de las primeras etapas del ciclo de vida de ambas especies, favoreciendo el desarrollo de individuos juveniles que después de alcanzar su etapa reproductiva se reclutan al stock explotado fuera del área natural protegida.

Referencias

- Aburto-Oropeza, O., I. Dominguez-Guerrero, J. Cota-Nieto y T. Plomozo-Lugo. (2009). Recruitment and ontogenetic habitat shifts of the yellow snapper (Lutjanus argentiventris) in the Gulf of California. Marine Biology, 156 (12): 2461–2472.
- Arreola-Lizárraga, J.A., G. Padilla-Arredondo, T.M. Ruiz-Ruiz, L.M. Cruz-García, L.C. Méndez-Rodríguez, P. Hernández-Almaraz y H.H. Vargas-González. (2018). Estuaries and Coastal Lagoons of Mexico: Challenges for Science, Management, and Conservation. pp. 251-284. En: Ortega-Rubio A. (ed.) Mexican Natural Resources Management and Biodiversity Conservation. Springer, Cham, Switzerland. ISBN 978-3-319-90583-9.
- Cota-Nieto, J., T. Plomozo, I. Dominguez-Guerrero, M.T. Costa y O. Aburto-Oropeza (2014). Snapper Habitat in Gulf of California Mangrove Forests. Data Mares. Interactive Resource. http://dx.doi.org/10.13022/M3CC77
- Piñón, A., F. Amezcua y N. Duncan (2009). Reproductive cycle of female yellow snapper Lutjanus argentiventris (Pisces, Actinopterygii, Lutjanidae) in the SW Gulf of California: gonadic stages, spawning seasonality and length at sexual maturity. Journal of Applied Ichthyology, 25(1): 18–25.
- BOGES. (2018). Programa de Manejo de la Zona sujeta a Conservación Ecológica Estero El Soldado y áreas aledañas. Boletín Oficial del Gobierno del Estado de Sonora. Tomo CC-II, No. 11, Sección IV, 6 agosto 2018, Hermosillo, Sonora.
- Claro, R., y K.C. Lindeman. (2008). Biología y manejo de los pargos (Lutjanidae) en el Atlántico occidental. La Habana, Cuba, Instituto de Oceanología, CITMA, 472 p.

IDENTIFICACIÓN MORFOLÓGICA DE HONGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES EN ASOCIACIÓN CON MANGLARES EN ZONA COSTERA DE SINALOA

Erick Alejandro Pérez-González[a], **Iván G. Martínez-Álvarez[b*]**, Xiomara Patricia Perea-Domínguez[b], Jorge Soto-Alcalá[b], Gerardo Sánchez-Bon[b]

✉*ivan.martinez@uadeo.mx

[a] CIIDIR-IPN Unidad Sinaloa, departamento de Biotecnología, Guasave, Sinaloa, México.
[b] Universidad Autónoma de Occidente, Unidad Regional Guasave, Departamento de Ciencias Naturales y Exactas, Guasave, Sinaloa, México. [c]Universidad Autónoma de Occidente, Unidad Regional Guasave, Departamento de Ciencias Biomédicas, Guasave, Sinaloa, México.

Palabras clave: Manglar, sedimento, espora, micorriza, raíz.

Introducción. Uno de los ecosistemas más productivos son los manglares, los cuales son una formación vegetal leñosa, densa, arbórea o arbustiva de 1 a 30 metros de altura, compuesta de una o varias especies de mangle y con poca presencia de especies herbáceas y enredaderas (CONABIO, 2021). En México predominan cuatro especies, el mangle rojo (*Rhizophora mangle),* mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), mangle negro (*Avicennia germinans*) y mangle Botoncillo (*Conocarpus erectus*). Estos ecosistemas presentan una serie de relaciones con otros microorganismos como bacterias, esponjas, hongos, entre otros, particularmente a la asociación de las raíces de los mangles con los hongos se le conoce cómo simbiosis micorrízica arbuscular, es una asociación simbiótica entre un grupo de hongos y la mayoría de las plantas. Dicha asociación se ha observado en prácticamente todos los ambientes terrestres, incluyendo en los humedales, lugar donde se desarrollan los manglares. Existen algunos trabajos sobre la descripción de especies de hongos micorrízicos arbusculares (HMA's) asociados al manglar. Sin embargo, en el estado de Sinaloa, existe solo un estudio relacionado con micorrizas de manglar, limitado a un solo sitio. Por lo tanto, la finalidad de la presente investigación fue realizar la identificación morfológica de hongos micorrícicos arbusculares en raíces de mangle y sustrato aledaño a la zona de manglar a lo largo de la zona costera del estado de Sinaloa. **Metodología.** Se colectaron muestra de sedimento y raíz de las cuatro especies de mangle (rojo, negro, blanco y botoncillo) a lo largo de la zona costera del estado de Sinaloa, siendo cinco los sitios en total: El Maviri, La Reforma, Bahía de Altata, Isla de la Piedra y Ojo de agua de Palmillas, Escuinapa, en el mes de julio del 2020. El aislamiento de esporas de HMA's mediante tamizado en húmedo, Gerdenman y Nicolson (1963), la identificación morfológica de las esporas se realizó con la guía Working With Mycorrhizas in Forestry and Agriculture (Brundrett et al., 1996). Mientras que la tinción de raíces se realizó con azul de tripano descrita por Hernández-Cuevas *et al.* (2008). **Discusión y resultados.** El análisis de sedimento mostró la presencia de esporas de HMAs en 4 de los 5 puntos de estudio, mismas que pertenecen al género *Glomus*. La clasificación se realizó tomando en cuenta 3 puntos clave, los cuales son: protuberancia donde aparece el apresorio, color y tamaño. Se logró observar la presencia de estructuras fúngicas de tipo micorriza arbuscular en raíces de mangle

botoncillo en cuatro de las zonas muestreadas y solamente un punto perteneciente a la Reforma, Angostura obtuvo presencia en mangle negro. En estudios previos realizados por Ramírez-Viga (2011), se identificaron morfológicamente 17 especies de HMA's, los cuales pertenecen a 10 géneros (1 *Glomus yerbadensis*) de 5 familias asociados a mangle botoncillo y mangle botoncillo variación cenizo (Conocarpus erectus var. sericeus) presentes en Yucatán, otro trabajo realizado por Chávez-Cárdenas, 2019, realizado en la zona costera de Guasave, Sinaloa, reporta presencia de esporas del género *Glomus* en el sedimento de las 4 especies de manglar presentes, así como se pudieron identificar estructuras fúngicas en una de la especie de mangle (Botoncillo), en **Conclusiones.** De las cuatro especies de mangle estudiadas: mangle rojo (*Rizophora mangle*), mangle negro (*Avicennia germinans*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*) en el estado de Sinaloa, se encontró micorrización solamente en el mangle botoncillo y mangle negro. Se encontraron hongos micorrízicos arbusculares en tres de los cinco puntos de muestreo. Los hongos fueron identificados morfológicamente como perteneciente al género *Glomus*; dichas esporas fueron encontrados en el sustrato aledaño a la rizosfera de las cuatro especies de mangle, lo que indica que el hongo lleva a cabo una relación simbiótica con las plantas de mangle. Se lograron ver estructuras endo micorrícicas las cuales son: presencia de vesículas e hifas dentro de las especies de mangle botoncillo y mangle negro. Se recomienda realizar el monitoreo al menos en cada una de las estaciones del año.

Referencias

- Chavez-Cárdenas C. (2019). Tesis de licenciatura. Identificación de hongo micorrízico arbuscular en asociación con especies de mangle presentes en zonas de manglar en el municipio de Guasave, Sinaloa.
- CONABIO. (2021). Manglares de México: Actualización & exploración de los datos del sistema de monitoreo 30/06/2021 - 20:35hrs.
- Ramírez Viga T. K. (2020). tesis maestría. "Influencia de las variables abióticas del suelo en la distribución y asociación micorrízica de dos especies de mangle en la laguna costera la carbonera, Chuburná, Yucatán"

"LOS MANGLARES TAMBIÉN LLORAN": LA ANTRACNOSIS, EL SUFRIMIENTO SILENCIOSO DE LOS MANGLARES EN AMBAS COSTAS MEXICANAS

Mayra I. Grano Maldonado*[a]; Aarón Ibarra Chacón[a]; Ma. Amparo Rodríguez Santiago[b]; Rosalio Ramos Payán[c]; Mario Nieves Soto[a]

✉*granomayra@uas.edu.mx

[a] Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Autónoma de Sinaloa, 82000 Mazatlán, Sinaloa.
[b] CONACyT, Universidad Autónoma del Carmen, Ciudad del Carmen, Campeche, México.
[c] Facultad de Ciencias Químico Biológicas, 80010, Universidad Autónoma de Sinaloa, Culiacán, Sinaloa, México.

Palabras clave: Fitopatología, *Colletotrichum* sp., *Fusarium* sp., manglares, hongos, México

Introducción. Los humedales son ecosistemas de gran importancia por los servicios ecosistémicos que brindan que incluyen su capacidad de albergar una alta biodiversidad, la purificación del agua, protección contra inundaciones y erosión del suelo, y zona de crianza y hábitat para muchas especies animales de importancia para las pesquerías. Por lo que la pérdida de manglares en áreas urbanas hace más vulnerable a las ciudades costeras al aumento del nivel del mar y las tormentas tropicales, así como la pérdida de playas por erosión y la drástica reducción de los recursos pesqueros que sustentan a una parte importante de la población (Meli *et al.,* 2014). A pesar de que los manglares, son símbolo ulterior de diversidad, refugio y resistencia, entre las amenazas a estos ecosistemas están las enfermedades como la antracnosis, una enfermedad fúngica que se caracteriza por causar lesiones y necrosis sobre el tejido vegetal y es causada por *Colletotrichum* sp. y *Fusarium* sp., entre los géneros más comunes e importantes (Weir *et al.,* 2012). Esta infección ha estado presente *de manera silenciosa* en las últimas décadas y ha ido en aumento en las cuatro especies de mangle (*Rhizophora mangle, Avicennia germinans, Conocarpus erectus* y *Laguncularia racemosa*). Dado lo anterior, se realizó un proyecto de restauración y conservación de zonas de manglares contaminadas por hongos fitopatógenos en el sureste mexicano que posteriormente fue extendido a las costas del Pacífico, en convenio de investigación multidisciplinaria entre la Universidad Autónoma de Ciudad del Carmen y la Universidad Autónoma de Sinaloa. El objetivo de este estudio fue identificar y caracterizar las especies de hongos que afectan a las cuatro especies de manglar en ambos litorales en México. Los fitopatógenos se identificaron con base en la morfología y características moleculares utilizando marcadores (ITS1/ITS4) luego fueron secuenciados y comparados en GenBank (NCBI). **Metodología.** Las hojas enfermas de cuatro especies de manglares: mangle negro (*A. germinans*), mangle blanco (*L. racemosa*), mangle botón (*C. erectus*), mangle rojo (*R. mangle*) y de mango (*Mangifera indica*) con el propósito de identificar el origen de la transmisión y el proceso de infección en la Laguna de Términos (Campeche), Cancún (Quintana Roo), estero del infiernillo y el sistema lagunar Huizache-Caimanero (Sinaloa), Acaponeta en Marismas Nacionales (Nayarit). Las hojas se colocaron en bolsas de papel etiquetadas y transportadas en hieleras al laboratorio (FACIMAR-UAS) donde fueron procesadas de acuerdo con Grano-Maldonado et al. (2021). **Resultados y discusión.**

Los hongos *Colletotrichum* sp. y *Fusarium* sp. Se aislaron por primera vez como causa de antracnosis en todas las especies de manglares en ambas costas. La identificación se llevó a cabo con la observación morfológica del micelio y las esporas (Weir *et al.,* 2012). Este fitopatógenos causa antracnosis en plantas cultivadas y nativas en regiones tropicales y templadas, principalmente causando daños y necrosis foliares y los manglares son altamente susceptibles.

Tabla 1. Especie de hongo fitopatógeno causante de antracnosis en las cuatro especies de mangle en ambas costas de México**.**

Especie de mangle	Hongo	Localidad
A. germinans	*Colletotrichum queenslandicum*	Laguna de Términos
L. racemosa	*Colletotrichum ti*	Laguna de Términos
C. erectus	*Colletotrichum ti*	Laguna de Términos
R. mangle	*Fusarium equiseti*	Laguna de Términos
M. indica	*Colletotrichum ti* *Fusarium equiseti*	Laguna de Términos
A. germinans	*Colletotrichum sp.**	Cancún
A. germinans	*Colletotrichum sp.**	Estero de Infiernillo
L. racemosa	*Colletotrichum sp.**	Estero de Infiernillo
A. germinans	*Colletotrichum sp.**	Laguna Huizache-Caimanero
L. racemosa	*Colletotrichum sp.**	Laguna Huizache-Caimanero
R. mangle	*Colletotrichum sp.**	Laguna Huizache-Caimanero
L. racemosa	*Colletotrichum sp.**	Marismas Nacionales, Acaponeta, Nayarit

*Resultados preliminares, esperando las secuencias para cotejar en Gen BanK.

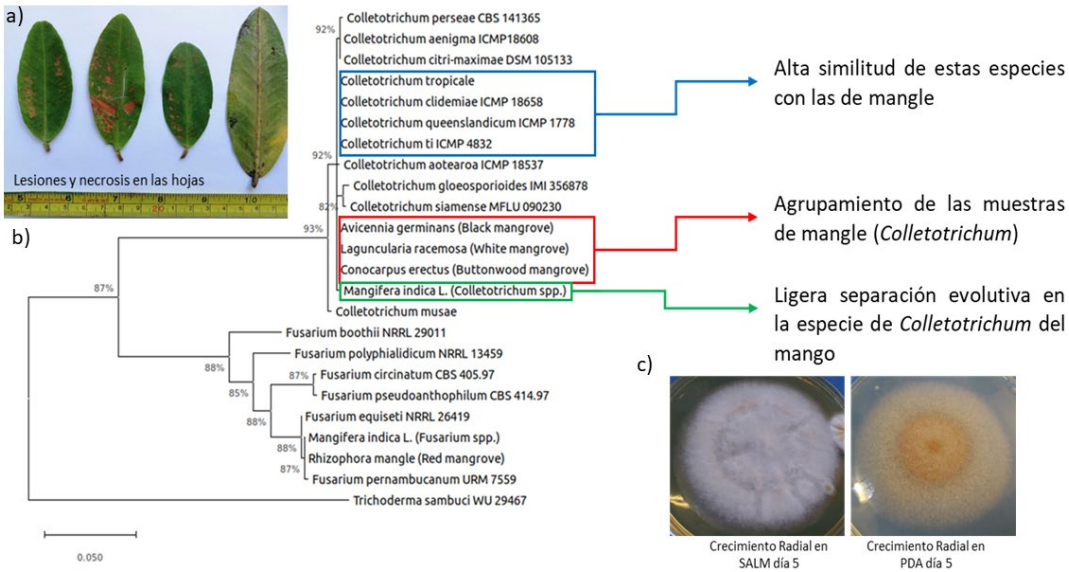


Figura 1. a) Muestras de hojas de manglares. b) Árbol Filogenético. Las muestras de hongo aisladas de mangle y la de mango (*Mangifera indica* L.) clasificadas morfológicamente anteriormente como pertenecientes al género *Colletotrichum* sp., se clasifican dentro de este grupo, con un valor de soporte (Bootstrap) alto (92%), lo cual nos da alta fidelidad de que este

agrupamiento es correcto. Estas se relacionan con las especies del género *Colletotrichum* como *C. tropicale* y *C. ti,* también con *C. gloeosporioides*, causantes de antracnosis en diferentes plantas como mango. c). El crecimiento miceliar del hongo en ambos agares.

Conclusiones. El presente estudio muestra que los manglares también son susceptibles a enfermarse con hongos patógenos provenientes de cultivos agrícolas en ambas costas de México. No obstante, el conocimiento sobre estos patógenos es aún limitado, siendo este el primer reporte en México donde se identificaron dos especies de hongos (*Colletotrichum* sp. y *Fusarium* sp.) causantes de antracnosis en las cuatro especies de mangle. Por ello, actualmente, ambas Universidades (UAS y UNACAR) colaboran en investigar el daño foliar que se genera en un proceso fotosintético, extensión de daño por superficie y el uso de antagonistas biológicos para su control y generar estrategias efectivas para su manejo.

Referencias

- Flores-de-Santiago, F., Kovacs, J. M. and, Flores-Verdugo, F. (2012). Seasonal changes in leaf chlorophyll a content and morphology in a sub-tropical mangrove forest of the Mexican Pacific. Mar. Ecol. Prog. Ser. 444:57-68.
- Grano-Maldonado, M. I., Ramos-Payan, R., Rivera-Chaparro, F., Aguilar-Medina, M., Romero-Quintana, J. G., Rodríguez-Santiago, A., & Nieves-Soto, M. (2021). First Molecular Characterization of *Colletotrichum* sp. and *Fusarium* sp. Isolated from Mangrove in Mexico and the Antagonist Effect of *Trichoderma harzianum* as an Effective Biocontrol Agent. The plant pathology journal, 37(5), 465–475.
- Meli P., Rey-Benayas J.M., Balvanera P. y Martínez-Ramos M. (2014). Restoration enhances wetland biodiversity and ecosystem services supply, but results are context-dependent: a meta-analysis. PLoS ONE 9(4): e93507.
- Osorio, J. A., Wingfield, M. J. and Roux, J. (2014). A review of factors associated with decline and death of mangroves, with particular reference to fungal pathogens. 2016. S. Afr. J. Bot.103:295-301.
- Weir, B. S., Johnston, P. R. and Damm, U. (2012). The *Colletotrichum gloeosporioides* species complex. Stud. Mycol. 73:115-180.

ÍNDICE DE AMENAZA DE MANGLARES

Valentina Platzgummer[a]*; Fabio Favoretto[b]; Octavio Aburto-Oropeza[b].

✉*valentina.platzgummer@gocmarineprogramme.org

[a] Centro para la Biodiversidad Marina y Conservación, La Paz, BCS, México.
[b] Scripps Institution of Oceanography, University of California San Diego, San Diego, CA 92093, USA

Palabras clave: manglar, índice de riesgo, conservación, amenazas antrópicas.

Introducción. A pesar de los esfuerzos a nivel nacional e internacional, la extensión de los manglares sigue disminuyendo a nivel mundial, y se prevé que esta tendencia continúe en el futuro (Friess *et al.*, 2019). La pérdida de manglares se debe principalmente a factores humanos como la deforestación directa, el cambio en el uso del suelo y la degradación vinculada a la expansión de la urbanización, la agricultura, la acuicultura y la ganadería en zonas adyacentes (Thomas *et al., 2017)*. Las nuevas tecnologías y los avances en Inteligencia Artificial ya se empezaron a aplicar al monitoreo de manglares (Hsu *et al.*, 2020). A pesar de su potencial, las acciones de seguimiento de los manglares basadas en la teledetección se han anclado en la dimensión temporal del pasado. Las estrategias para la conservación de los manglares necesitan, en cambio, un horizonte temporal más amplio y una planificación del uso del suelo orientada al futuro que beneficie a los ecosistemas de los manglares a largo plazo (Friess *et al.*, 2019). Al mismo tiempo, las directivas para la protección de manglar "top-down", ósea provenientes del nivel nacional o internacional de gobernanza, no siempre son eficaces a la hora de conectar las acciones de supervisión con resultados efectivos en la conservación de estos ecosistemas. Entre los obstáculos para la implementación de políticas de conservación a nivel local se han detectado factores como la falta de recursos, competencias y herramientas como obstáculos para la implementación (Golebie *et al., 2022).* Para un impacto más concreto en la conservación de manglar, se propone con esta investigación un enfoque centrado en el futuro y calibrado a las exigencias del nivel de gobernanza local, para que tanto la ciencia como la tecnología puedan ser utilizadas proactivamente para anticipar la pérdida de manglares. El objetivo del estudio es el desarrollo de una herramienta interactiva y accesible que permita a los políticos de los Municipios de México evaluar el riesgo de pérdida de manglares a nivel de parche. La herramienta desarrollada calcula el Índice de Amenaza de los Manglares (IAM), basado en la distancia euclidiana de los parches de manglar a cualquier factor de estrés que pueda potencialmente dañar los bosques de manglar en el área de estudio. **Metodología.** El paquete R "matrixr" ha sido programado para calcular el IAM. El paquete está integrado en el software QGIS que proporciona la interfaz para la identificación manual de las amenazas identificadas en el área alrededor de los parches de manglar. También pueden utilizarse conjuntos de datos existentes sobre extensión de manglar y uso de suelo. Para validar la capacidad del IAM de evaluar el riesgo de pérdida de manglares, se calculó el IAM para todos los manglares del estado de Sinaloa, México, en 2010 y se comparó este índice de riesgo con los manglares perdidos o perturbados en la misma zona en 2015 y 2020. Dado que el cálculo tuvo objetivo puramente científico de validación, se utilizaron conjuntos de datos procedentes únicamente de bases de datos nacionales (conjunto de datos "Cambios de la superficie de los manglares en México (2010- 2015)" y "Cambios

de la superficie de los manglares en México (2015- 2020)", CONABIO; conjunto de datos de "Uso de suelo y vegetación 2011" y "Red de carreteras de Mexico 2011", INEGI). Se llevaron a cabo análisis estadísticos, análisis de cambio de suelo y análisis de valores atípicos. **Resultados y discusión.** Se encontró que la relación entre el área de manglar pérdida o perturbada dentro de 2020 y el IAM en 2010 es positiva y significativa con un valor $p < 0,05$, lo que confirma que el IAM es un buen indicador del riesgo de pérdida de manglares debido a factores de estrés antrópicos. En la Figura 1.a y 1.b, la distribución de la densidad de los valores del IAM en 2010 muestra cómo los manglares perdidos o degradados en 2020 se concentran en la región donde el IAM presenta valores superiores a 0,50. El IAM medio en 2010 para los manglares perdidos o degradados en 2020 es de 0,67. El análisis del cambio de uso del suelo confirmó cómo los factores de estrés antrópicos tienen un peso importante en la pérdida y degradación de los hábitats de manglar en el área considerada.

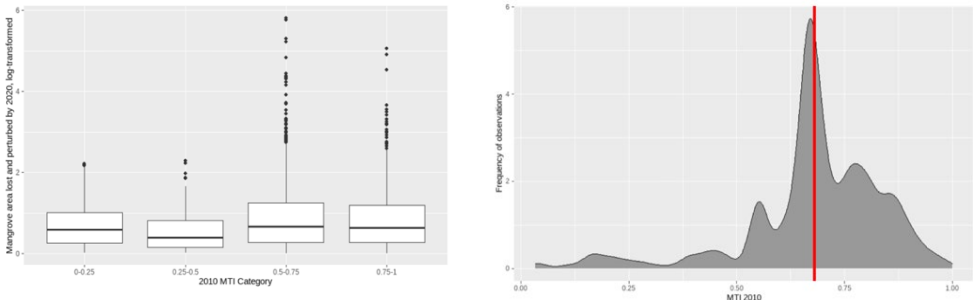


Figura 1. a) Distribución de densidad de los valores de IAM de los manglares de Sinaloa en 2010. b) Boxplot de densidad de manglares perdidos en 2020 según la categoría de riesgo del IAM de 2010.

Conclusiones. El cálculo del IAM en 2010 con datos procedentes de conjuntos de datos nacionales sobre uso de suelo subestima el IAM, ya que varias amenazas no se encuentran clasificadas según su clase de uso de suelo, como es el caso para infraestructuras acuícolas no clasificadas como tales. A pesar de la subestimación, el IAM demuestra ser una buena medida para la evaluación del riesgo de pérdida de manglar causada por actividades antrópicas. La metodología desarrollada allana el camino para un enfoque de ciencia participativa a la conservación de los manglares, ya que permite a los usuarios finales proporcionar datos para el cálculo del IAM. Las aportaciones de los usuarios pueden integrarse con los datos provenientes de las iniciativas nacionales de monitoreo, proporcionando un vínculo entre los enfoques "top-down" y "bottom-up" a la conservación. La parte central de la herramienta para el cálculo del IAM está disponible como prototipo en QGIS, todavía la interfaz final para usuarios está en fase de desarrollo.

Referencias

- Friess, D. A. *et al.* (2019). The State of the World's Mangrove Forests: Past, Present, and Future. *Annu. Rev. Environ. Resour.* 44, 89–115. 10.1146/annurev-environ-101718-033302.
- Golebie, E. J. *et al.* (2022). A qualitative systematic review of governance principles for mangrove conservation. *Conservation Biology* 36, e13850. 10.1111/cobi.13850.

- Hsu, A. J. *et al.* (2020). Driven by Drones: Improving Mangrove Extent Maps Using High-Resolution Remote Sensing. *Remote Sensing* 12, 3986. https://doi.org/10.3390/rs12233986.
- Thomas, N. *et al.* (2017). Distribution and drivers of global mangrove forest change, 1996–2010. *PLOS ONE* 12, e0179302. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0179302.

IMPULSORES Y PRESIONES DE LA PÉRDIDA DE BOSQUES DE MANGLAR EN EL GOLFO DE MÉXICO

Fabiola de la Cruz-Burelo[a]*; Cifuentes-Jara Miguel[b]

✉*fcruz@catie.ac.cr

[a] Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Unidad de Bosques y Biodiversidad, 7173 Turrialba, Costa Rica.
[b] Conservation International. Blue Climate. 2011 Crystal Dr. #600 | Arlington, VA 22022. USA.

Palabras clave: DPSIR, Zona costera, cambio de cobertura, SIG

Introducción. La región de la llanura costera del Golfo de México experimentó una transición económica importante pasando de una región rural y aislada; a zonas de ganadería comercial a gran escala, plantaciones de cultivos tropicales, desarrollo industria de hidrocarburos y petroquímica, lo que alteró el paisaje de la zona costera (Sánchez-Gil *et al*., 2004). El incremento de las actividades socioeconómicas sin una planificación adecuada a lo largo del tiempo, han generado conflictos entre los intereses del desarrollo, las economías locales y la conservación (Rodríguez García *et al*., 2022). El objetivo fue describir los principales factores antropogénicos que influyen en los cambios en la cobertura del manglar y las respuestas para el manejo y/o conservación utilizando el marco teórico de impulsores, presiones, estado, impactos y respuesta (DPSIR en inglés), para las relaciones socioecológicas entre los factores y las presiones. **Metodología.** El enfoque del análisis fue cualitativo, dirigido a identificar cada uno de los componentes del DPSIR (Impulsor, Presión, Estado, Impacto y Respuesta) para el cambio en la cobertura del suelo. Se consideraron los impulsores socioeconómicos en el período de 1980-2020. Para proporcionar datos del estado (E) del DPSIR, se realizó un análisis del cambio en la cobertura de los manglares. Utilizamos una de las cartografías disponibles, los mapas de cobertura de manglares (1981,2005 y 2020) del Sistema de Monitoreo de Manglares de México (SMMM), disponible en: http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/. Desarrollamos el modelo de cambio de cobertura del suelo en el software Dinámica EGO versión 7.1.1. **Resultados y discusión.** Las tendencias de cambio de las coberturas (1981-2020), mostraron que esta región presentó un desarrollo acelerado de la expansión urbana, aumento de las áreas dedicadas a la agricultura y la ganadería, desarrollo industrial por sobre las áreas de selvas, humedales y manglares. Estas tendencias, podrían explicarse porque esta área ha sido un centro importante de extracción de petróleo y gas, y desarrollo de importantes programas agrícolas y ganaderos (González-López y Giampietro, 2018). Igualmente, hubo un aumento rápido y sin planificación de infraestructuras de comunicación terrestres y marítimas (drenes, canales, plataformas). Por lo que, se desecaron tierras por el desarrollo de estas infraestructuras, lo que aumentó las áreas disponibles para agricultura y ganadería (Rodríguez García *et al*., 2022). La agricultura, la ganadería y la industria de hidrocarburos están fuertemente asociados con el crecimiento poblacional y contribuyen entre sí como los principales motores de cambio en el área de estudio (Tabla 1). Los principales impactos negativos encontrados fueron el azolvamiento de las lagunas costeras, interrupción de los flujos entre ríos, humedales, lagunas y llanuras de

inundación, alteración del proceso de erosión, transporte y deposición de sedimentos, fragmentación de ecosistemas (Domínguez-Domínguez *et al*., 2019).

Tabla 1. Composición espacio temporal de las coberturas del suelo en ha y porcentaje

Cobertura	1981		2005		2020		1981-2005		2005-2010	
	Ha	%	Ha	%	Ha	%	Ha	%	Ha	%
Otros humedales	481,201	34.2	477,257	33.9	464,844	33.0	3,944	0.82	12,413	2.6
Otra vegetación	288,948	20.5	222,132	15.8	198,088	14.1	66,816	23.12	24,044	10.8
Cuerpos de agua	259,661	18.4	270,432	19.2	275,139	19.5	-10,771	-4.15	-4,707	-1.7
Manglar	181,851	12.9	173,573	12.3	181,047	12.9	8,278	4.55	-7,474	-4.3
Agrícola – Pecuaria	179,197	12.7	237,690	16.9	253,200	18.0	-58,493	-32.64	-15,510	-6.5
Desarrollo antrópico	11,727	0.8	25,595	1.8	34,075	2.4	-13,868	-118.26	-8,480	-33.1
Sin vegetación	5,678	0.4	1,584	0.1	1,870	0.1	4,094	72.10	-286	-18.1

*Los datos negativos representan ganancias y los positivos pérdidas.

Como respuesta se desarrollaron diversas políticas, leyes, intervenciones de restauración, investigaciones, ordenamientos marinos, territoriales y ecológicos con enfoque en la conservación y la gestión sostenible de los bosques de manglar, para contrarrestar las presiones. Sin embargo, la región continúa enfrentando los desafíos de las políticas económicas que se desarrollaron desde los años 50 (Rodríguez-García *et al*., 2022). **Conclusiones.** Los impulsores y presiones a los que se enfrentan los manglares dependen en gran medida de las decisiones político económicas de la región, donde concurren actividades económicas (agricultura, ganadería e industria de hidrocarburos), la cual continúa abordando los desafíos de ordenar las actividades productivas, y, por lo tanto, se presenta un aumento de las áreas dedicadas a estas actividades y que causa presiones sobre las coberturas naturales de la zona costera. Por lo que, para abordar estos desafíos deberían centrarse en los problemas subyacentes (problemas socioeconómicos, políticos e institucionales) que enfrenta la región y el sistema de gobernanza aplicable al área ambiental, para reenfocar los esfuerzos en las áreas que requieren de intervención en el corto plazo.

Referencias

- Domínguez-Domínguez, M., Zavala-Cruz, J., Rincón-Ramírez, J.A., Martínez-Zurimendi, P. (2019). Management Strategies for the Conservation, Restoration and Utilization of Mangroves in Southeastern Mexico. Wetlands 39(5):907-919. DOI: https://doi.org/10.1007/s13157-019-01136-z.
- González-López, R., Giampietro, M. (2018). Relational analysis of the oil and gas sector of Mexico: Implications for Mexico's energy reform. Energy 154:403-414. DOI: https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.04.134.
- Rodríguez-García, HI., Ramos-Muñoz, D., Ramírez-Pacheco, A. (2022). Infraestructuras y transformaciones territoriales en Tabasco, México (1950-2017): un acercamiento desde la cartografía social. Economía, Sociedad y Territorio 22(69):571-601. DOI: https://doi.org/10.22136/est20221787

- Sánchez-Gil, P., Yáñez-Arancibia, A., Ramírez-Gordillo, J., Day, J.W., Templet, P.H. (2004). Some socio-economic indicators in the Mexican states of the Gulf of Mexico. Ocean and Coastal Management 47:581-596. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2004.12.003.

APLICACIÓN DEL MARCO DPSIR PARA EL ANÁLISIS SOCIOAMBIENTAL DE LOS MANGLARES: UN ESTUDIO DE CASO EN BAHÍA DE LA PAZ, GOLFO DE CALIFORNIA, MÉXICO.

Giovanni Ávila Flores[a*]; Marco Antonio Pérez Serrano[b]; Esther Monroy Robledo[b]; Alan Uriel Morán Mendoza[b]; Xiadani Solano Guevara[b]

✉*g.avila@uabcs.mx

[a] Grupo Interno de Investigación Soluciones Basadas en la Naturaleza. Departamento Académico de Ciencias Marinas y Costeras, Universidad Autónoma de Baja California Sur. Carretera al Sur Km. 5.5 Col. El Mezquitito C.P. 23080. La Paz, Baja California Sur, México.
[b] Departamento Académico de Ciencias Marinas y Costeras, Universidad Autónoma de Baja California Sur. Carretera al Sur Km. 5.5 Col. El Mezquitito C.P. 23080. La Paz, Baja California Sur, México.

Palabras clave: Baja California Sur, Métodos mixtos, Sitios Ramsar.

Introducción. Ante la importante problemática que enfrentan los manglares, es necesario abordar su estudio considerando un enfoque interdisciplinario y sistemático (Schwenke & Helfer, 2021). El marco DPSIR o FPEIR (Fuerzas de Cambio, Presión, Estado, Impacto, Respuesta) se creó con el propósito de estructurar y organizar información ambiental de manera coherente. Desde entonces, ha sido cada vez más utilizado en proyectos de investigación con el objetivo de facilitar la toma de decisiones. (Tscherning *et al*., 2012). Este método ha sido utilizado en el estudio de manglares en Indonesia, México, Filipinas, Tailandia, Nigeria y Malasia (Quevedo *et al*., 2023). El objetivo de este trabajo fue realizar una evaluación en siete manglares presentes en la Bahía de La Paz, y cercanos a la ciudad de La Paz, Estado de Baja California Sur, México. **Metodología.** Se llevó a cabo una investigación cualitativa basada en el Marco DPSIR, la cual incluyó un análisis de literatura específico para cada manglar, entrevistas semiestructuradas a actores y consultas a expertos locales (Sarmin, 2016). **Resultados y discusión.** Se generó un modelo base de 15 indicadores para cada manglar: 3 indicadores para Fuerzas de Cambio, 5 para Presión, 2 para Estado, 1 para Impacto y 4 de Respuesta. Sin embargo, el número de indicadores varió de acuerdo a las características propias de cada comunidad de manglar. Los resultados iniciales indican que si bien los factores de presión son similares (desarrollo urbano y cambio de uso de suelo) existen manglares que se encuentran en polígonos de Sitios Ramsar o áreas naturales protegidas, mientras que otros no se encuentran bajo la protección de este instrumento de política ambiental. **Conclusiones.** El presente trabajo se encuentra actualmente en proceso, ya que forma parte de las tesis de licenciatura de algunos de los coautores y están aún en desarrollo. No obstante, se puede concluir que los factores de presión son diferentes para cada uno de los manglares analizados, por lo que se requieren enfoques específicos para cada uno de ellos, que van desde un aumento en las actividades de inspección y vigilancia, hasta la realización de actividades de restauración ecológica.

Referencias

- Quevedo, J. M. D., Lukman, K. M., Ulumuddin, Y. I., Uchiyama, Y., & Kohsaka, R. (2023). Applying the DPSIR framework to qualitatively assess the globally

important mangrove ecosystems of Indonesia: A review towards evidence-based policymaking approaches. *Marine Policy*, 147, 105354.

- Sarmin, N. S., Hasmadi, I. M., Pakhriazad, H. Z., & Khairil, W. A. (2016). The DPSIR framework for causes analysis of mangrove deforestation in Johor, Malaysia. *Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management*, *6*, 214-218.
- Schwenke, T., & Helfer, V. (2021). Beyond borders: The status of interdisciplinary mangrove research in the face of global and local threats. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 250, 107119.
- Tscherning, K., Helming, K., Krippner, B., Sieber, S., & y Paloma, S. G. (2012). Does research applying the DPSIR framework support decision making?. *Land use policy*, 29(1), 102-110.

CONSERVACIÓN Y CO-MANEJO MULTIACTOR EN SITIO RAMSAR HUMEDALES DE LA LAGUNA LA CRUZ

Rodrigo Trejo[a*]; Lorayne Meltzer[a]

✉*rodrigo.trejo@prescott.edu

[a] Centro de Estudios Culturales y Ecológicos Prescott College, Bahía de Kino, Sonora, México.

Palabras clave: Sustentabilidad comunitaria, manejo costero, Sitio Ramsar, ANP costera.

Introducción. La conservación y manejo de los ecosistemas costeros requiere el involucramiento y compromiso de un gran número de actores. En el caso del Sitio Ramsar no. 2154 humedales de la Laguna La Cruz, el compromiso de la comunidad local de Bahía de Kino, Sonora, gobierno (CONANP), academia (Universidad de Sonora) y OSC (Prescott College AC), han permitido un involucramiento fuerte sobre la gestión enfocada al manejo sustentable de los servicios ambientales que provee el humedal. El sitio cuenta con una cobertura aproximada de 541.33 hectáreas de mangle negro (*Avicennia germinans)* y mangle rojo (*Rhizophora mangle)* (Miros *et al.,* 2020), esta franja de manglares es la entrada a un ecosistema con una riqueza y abundancia de especies; 154 especies de aves terrestres y acuáticas, 96 especies de peces pertenecientes a 34 familias y 63 géneros (Grijalva-Chon *et al.,* 1996), así como presencia de toninas (*Tursiops truncatus*) y tortuga verde o negra (*Chelonia mydas*) nos habla de la importancia del sitio desde el enfoque de abastecimiento, regulación, soporte y cultural. **Metodología.** En el año 1992 Prescott College comenzó a realizar monitoreos en Laguna La Cruz, enfocados principalmente en las especies de aves marinas, para el año 1995, a partir de los conocimientos adquiridos en los monitoreos, comenzaron a realizarse actividades de educación ambiental con la comunidad de Bahía de Kino, generando un programa de clases ambientales en la matrícula de los grados 4 y 6 de primaria, el cual continúa hasta la fecha. Con estas actividades como antecedente, con observaciones por parte de la comunidad local sobre disminución de abundancia de recursos pesqueros y la amenaza creciente del establecimiento de granjas de camarón, la comunidad local se acercó a Prescott College con el objetivo de adquirir herramientas de gestión, gobernanza y manejo sobre el humedal. **Resultados y discusión**. Para el año 2012 se facilitó un Taller de Herramientas para la Conservación del Estero Santa Cruz, lo que derivó en una comunidad de aprendizaje comunitaria que promovió y consolidó la designación de Sitio Ramsar en 2013, a partir de ello, se han unido esfuerzos y voluntades entre la CONANP, la Universidad de Sonora y Prescott College AC, implementando un Plan de Trabajo Interinstitucional con 6 subprogramas y 150 actividades. En los últimos 10 años, la comunidad respaldada por instituciones académicas y OSC, han intentado escalar las designaciones de conservación, por lo que se busca el establecimiento de un Área Natural Protegida, sin embargo, los esfuerzos no han logrado consolidarse ya que se requiere un alineamiento entre los tres niveles de gobierno para decretar este sitio como ANP. **Conclusiones:** En el Programa de Conservación de Humedales se continúan los esfuerzos para obtener instrumentos de manejo legales que permitan promover la sustentabilidad del sitio y dar a conocer el caso, así como estudiar a profundidad escenarios similares en otras lagunas costeras en México y establecer una ruta local en favor de la conservación multiactor.

Referencias

- Grijalva-Chon, J.M., S. Núñez-Quevedo, R. Castro-Longoria. (1996). Ictiofauna de la Laguna Costera La Cruz, Sonora, México. Ciencias Marinas 22(2): 129-150.
- Miros Gómez, J., Barraza Guardado, R., Zepeda Ibarra, J., Napoles Trujillo, S. (2021). Estudio Previo Justificativo para la declaratoria del Área Natural Protegida Municipal Zona de Conservación Ecológica Municipal: “Humedales de La Laguna La Cruz”, Instituto Municipal de Ecología, Hermosillo Sonora, México.

ECOFISIOLOGÍA

MEMORIAS ARBITRADAS 2023

DINÁMICA MICROBIANA EN SEDIMENTOS DE MANGLAR EN UNA LAGUNA COSTERA SEMIÁRIDA SUBTROPICAL

Silva-Ontiveros Crhistian Anibal[a*]; Piñon-Gimate Alejandra[b]; Torres-Velázquez Jony Ramiro[c]; Martinez-Porchas Marcel[d]; De los Santos-Villalobos Sergio[e]; Arreola-Lizarraga Jose Alfredo[a];

✉*csilva@pg.cibnor.mx

[a] Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. Unidad Guaymas, Programa de planeación ambiental y conservación, Guaymas, Sonora, México, C.P. 23096.
[b] Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, La Paz, Baja California Sur, Mexico.
[c] Tecnológico Nacional de México/I. T. del Valle del Yaqui. Academy of Biology. Laboratory of Ecology in Coastal Zones. Av. Tecnológico, Block 611, Bácum, Sonora. México.
[d] Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, Hermosillo, Sonora, México.
[e] Instituto Tecnológico de Sonora, Laboratorio de Biotecnología del Recurso Microbiano, Ciudad Obregón, México.

Palabras clave: Manglares, Laguna costera, Microorganismos, Bacterias, Nutrientes.

Introducción. Las comunidades de bacterias en sedimentos de lagunas costeras juegan un papel ecológico importante en procesos biogeoquímicos (Gómez-Acata *et al.,* 2023). Asimismo, su estructura y dinámica poblacional están asociadas con la variabilidad de los factores bióticos y abióticos, y esto se refleja tanto a nivel taxonómico como funcional (Rigonato *et al.,* 2018) que resultan de interés para entender procesos ecológicos. Específicamente la raíz del manglar propicia condiciones que favorecen el desarrollo de bacterias (Alzubaidy *et al.,* 2016) y se ha demostrado que los cambios estacionales influyen en el crecimiento microbiano en sistemas de manglar. El objetivo de este estudio es evaluar el cambio estacional de la densidad microbiana heterótrofa en sedimentos asociados al manglar de una laguna costera semiárida. **Metodología.** Se colectaron muestras de sedimento de manglares *Rizophora mangle* (mangle rojo) y *Avicennia germinans* (mangle negro) en seis sitios en un mes representativo de cada estación del año en la laguna El Soldado, Sonora, México, para realizar conteo de las densidades microbianas por el método de dispersión en placa. Se registraron temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y pH y se determinaron las concentraciones de nitrógeno amoniacal y fosfatos en la columna de agua. **Resultados y discusión.** La mayor densidad bacteriana en ambos sistemas de manglar se observó en primavera (Figura 1), los resultados sugieren que el incremento de la temperatura (Tabla 1) y de las concentraciones de NH_4^+ (Figura 1) que ocurren de invierno a primavera-verano están asociados a los incrementos en la densidad microbiana. González-Acosta *et al.* (2006), en manglar de zona árida del golfo de California, observaron que la temperatura fue el factor principal en controlar la dinámica microbiana.

Tabla 1. Variables fisicoquímicas de la columna del agua.

Estación	Temperatura	Salinidad	OD	pH
Invierno	17.53 ± 0.30	37.35 ± 0.01	6.65 ± 0.04	8.33 ± 0.00
Primavera	30.67 ± 0.21	37.58 ± 0.10	6.00 ± 0.56	8.22 ± 0.04
Verano	30.93 ± 0.18	35.51 ± 0.16	6.03 ± 0.48	7.86 ± 0.02
Otoño	18.26 ± 0.78	35.76 ± 0.04	8.77 ± 0.59	7.91 ± 0.03

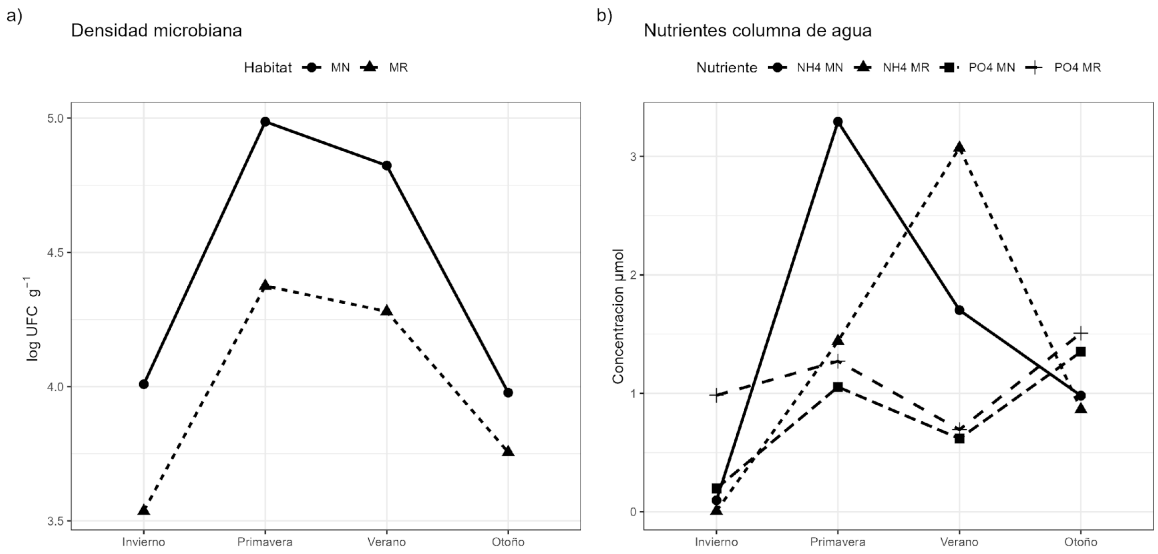


Figura 1. a) Cambio estacional de la densidad microbiana. b) Dinámica estacional de la concentración de nutrientes en la columna de agua.

Conclusiones. La densidad microbiana heterótrofa en sedimentos asociados al manglar tiene cambios estacionales asociadas a los incrementos de la temperatura y del amonio que ocurren de invierno a primavera-verano, de tal forma que la mayor densidad bacteriana se presenta en primavera y verano.

Referencias

- Alzubaidy, H., Essack, M., Malas, TB., Bokhari, A., Motwalli, O., Kamanu, FK., Jamhor, SA., Mokhtar, NA., Antunes, A., Simões, MF., Alam, I., Bougouffa, S., Lafi, FF., Bajic, VB. y Archer, JAC. (2016). Rhizosphere microbiome metagenomics of gray mangroves (Avicennia marina) in the Red Sea. Gene, 576(2): 626–636. doi: 10.1016/j.gene.2015.10.032
- González-Acosta, B., Bashan, Y., Hernandez-Saavedra, NY., Ascencio, F. y De La Cruz-Agüero, G. (2006). Seasonal seawater temperature as the major determinant for populations of culturable bacteria in the sediments of an intact mangrove in an arid region. FEMS Microbiology Ecology, 55(2): 311–321. doi: 10.1111/j.1574-6941.2005.00019.x
- Gómez-Acata, E. S., Teutli, C., Falcón, L. I., García-Maldonado, J. Q., Prieto-Davó, A., Yanez-Montalvo, A., ... & Herrera-Silveira, J. A. (2023). Sediment microbial community structure associated to different ecological types of mangroves in Celestún, a coastal lagoon in the Yucatan Peninsula, Mexico. PeerJ, 11, e14587.
- Rigonato, J., Kent, AD., Gumiere, T., Branco, LHZ., Andreote, FD. y Fiore, MF. (2018). Temporal assessment of microbial communities in soils of two contrasting mangroves. Brazilian Journal of Microbiology, 49(1): 87–96. doi: 10.1016/j.bjm.2017.04.008

VARIABILIDAD DEL CONTENIDO DE CLOROFILAS, NDVI, RELACIONES HÍDRICAS E INTERCAMBIO GASEOSO EN TRES ESPECIES DE MANGLE EN ESTERO EL SOLDADO, GUAYMAS, SONORA, MÉXICO

Argentel Martínez Leandris[a]; Peñuelas Rubio Ofelda[a*]; Torres Velázquez Jony Ramiro[a]; Ávila Amador Carlos[b]; Mascareño-Grijalva Juan José[c]

✉*openuelas.rubio@itvy.edu.mx

[a] Tecnológico Nacional de México campus Valle del Yaqui, Bácum, Sonora, México.
[b] Universidad De Granma (UDG), Bayamo, Cuba. CP:85100
[c] Comisión de Ecología y Desarrollo Sustentable, ANP Estero El Soldado. Boulevard Gabriel Estrada 145 SN, San Carlos, Sonora.

Palabras clave: estado fisiológico, eficiencia de uso de agua, especies halófitas, ajuste osmótico

Introducción. Es conocida la importancia de los manglares en las zonas costeras y el rol importante que juegan en la reducción de la instrucción marina a los suelos próximos a las costas (Jimenez *et al.,* 2022). Además, los manglares participan activamente en el ciclo del agua y en el balance carbonado (Kristensen *et al.,* 2022). En el noroeste de México existen tres especies de mangle conocidas como mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y mangle negro (*Avicennia germinans*). Muchas veces de manera combinada en sitios específicos, aunque con dominancias diferentes. Teniendo en cuenta la importancia de estas especies en los flujos de carbono, el ciclo del agua y la eficiente protección que realizan a los suelos próximos a las costas se realizó una investigación con el objetivo evaluar la variabilidad del estado fisiológico de mangles rojo, blanco y negro en el estero El Soldado, Guaymas, Sonora, así como el estatus hídrico e intercambio gaseoso en la condición de salinidad existente en la región.
Metodología. El estudio se realizó en el área de protección del manglar del estero "El Soldado" Guaymas, Sonora, en el mes de marzo de 2023. Se establecieron tres sitios experimentales para la toma de muestra, donde eran dominantes las especies de mangles *Rhizophora mangle* (Rm), *Lguncularia racemosa* (Lr) y *Avicennia germinans* (Ag). Se tomaron tres muestras aleatorias del agua intersticial en tres sitios aleatorios para determinar la conductividad eléctrica instantánea y el pH. Seguidamente se midieron en un total de 10 plantas de cada especie tomadas al azar. Las variables índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI) (con un GreenSeeker→, Trimble), fotosíntesis máxima, transpiración, conductancia estomática, temperatura del mesófilo (con un IRGA→ TP-System) y partiendo de las variables A máx y E, se determinó la eficiencia del uso del agua. El contenido de clorofilas se cuantificó mediante el uso de un SPAD→ (Minolta), y el potencial hídrico de raíces, tallos y hojas con la bomba de Scholander, (PMS→). Los datos obtenidos fueron procesados mediante análisis de varianza de clasificación simple y cuando existieron diferencias entre las medias se usó la prueba de comparación múltiple de MDS para un nivel de significación del 1%.
Resultados. La conductividad eléctrica del agua intersticial fue de 23.8 dS m^{-1}, sin diferencias significativas entre los sitios muestreados ($p=0.05627$), lo que denota que las tres especies se encontraban en similar condición de salinidad. El NDVI fue

significativamente superior en Rm (p=0.00125) con diferencias altamente significativas respecto a Lr y Ag. Similar respuesta se encontró en el contenido de clorofilas (p=0.00012). En esta variable fue muy notoria la diferencia entre las tres especies (Tabla 1).

Tabla 1. Conductividad eléctrica (CE) y pH del agua intersticial, NDVI y contenido de clorofila de mangle en el estero "El Soldado", Guaymas, Sonora, México.

Especie	CE (dS m^{-1})	pH	NDVI (-1<NDVI<1)	Clorofila (unidades Spad)
Rm	53.07±1.07	7.5^{b}	$0.78±0.01^{a}$	$94.73±3.24^{a}$
Lr	53.07±0.88	7.56^{b}	$0.73±0.02^{b}$	$85.48±2.19^{b}$
Ag	53.09±0.92	8.12^{a}	$0.57±0.01^{c}$	$41.43±2.56^{c}$
R^2	0.14	0.79	0.98	0.99
CV	0.02	1.14	11.41	22.17

En las tres especies de mangle estudiadas se formó un gradiente de potenciales desde las raíces hasta las hojas, para mantener la columna hídrica en el cuerpo vegetal con diferencias altamente significativas entre órganos (p=0.00019) (Figura 1). Entre las especies también existieron diferencias en la mayoría de los órganos en que se midió (p=0.4318). Rm presentó mayor potencial hídrico que las restantes, demostrando menor intensidad del estrés por salinidad que las otras especies. Los zancos de Rm y los neumatóforos del Ag y Lr no presentaron diferencias.

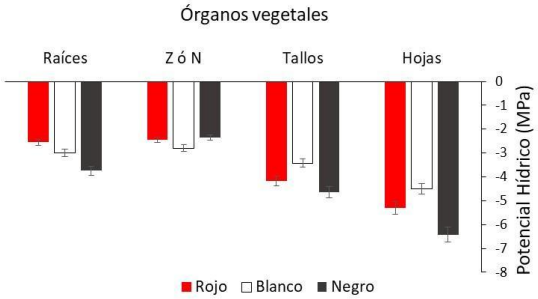


Figura 1. Potencial hídrico en raíces, zancos o neumatóforos (Z ó N), tallos y hojas de tres especies de mangle en el estero "El Soldado", Guaymas, Sonora, México.

El potencial hídrico más bajo lo presentaron las hojas del Ag. Esta respuesta se confirma por la necesidad de la planta de incluir sales (Figura 2) para disminuir su potencial osmótico y en consecuencia el hídrico, respecto a las otras dos especies evaluadas.

Figura 2. Morfología foliar de mangle Rm (a), Lr (b) y Ag (c). En "c" se muestra la acumulación de cristales de sal.

El análisis del intercambio de gases en las hojas de las tres especies permitió encontrar que el Rm realiza mayor fotosíntesis que las restantes especies con diferencias altamente significativas (p=0.00162). Similar respuesta se obtuvo en la transpiración, y en ninguna de las especies superó los 4 µmol de CO_2 m^{-2} s^{-1}.

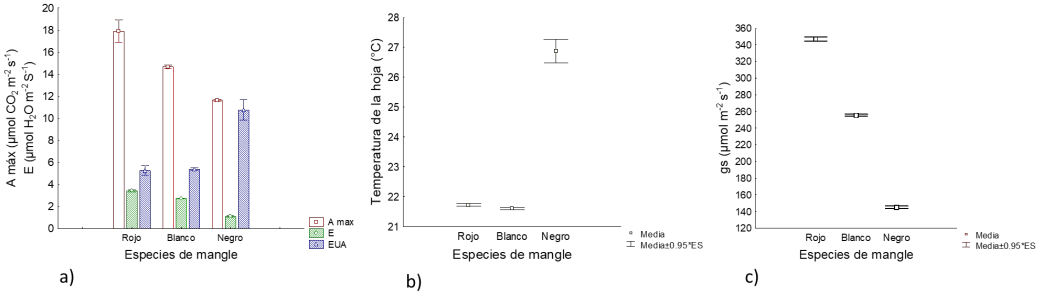


Figura 3. Fotosíntesis máxima (A máx), transpiración (E) y eficiencia de uso de agua (EUA) (a), conductancia estomática (gs) (b) y temperatura de la hoja (c) de tres especies de mangle en el estero "El Soldado", Guaymas, Sonora, México.

También existieron diferencias altamente significativas entre las especies para la EUA, aun cuando presentó la menor actividad fotosintética máxima. El Ag presentó la menor. La mayor gs la presentó el Rm, con diferencias altamente significativas respecto a las restantes dos especies (p=0.00127). Las especies de Rm y Lr no presentaron diferencias significativas en la temperatura de la hoja, pero estas dos especies sí, con respecto al Ag, cuya temperatura del mesófilo ascendió a 27.6 °C, cuando la temperatura ambiental fue de 24.5°C. El incremento de la temperatura presentó correlación negativa y altamente significativa con la transpiración en esta especie (r=-0.94**). Este resultado confirma el rol termorregulador de la transpiración en la temperatura del mesófilo de las plantas y de la anatomía de la hoja (Huang et al., 2022). **Conclusiones.** En el estero "El Soldado", a una conductividad eléctrica del agua de 53.8 dS m^{-1} el mangle rojo presentó mejor estado fisiológico, mayor contenido de clorofilas, mayor actividad fotosintética, transpiración y eficiencia de uso de agua que el mangle Lr y Ag. En las tres especies se formó un gradiente de potencial hídrico entre las raíces y las hojas. El mangle negro presentó un potencial hídrico en las raíces menores que en las hojas del mangle rojo, pero mayor eficiencia de uso del agua. En esta especie se encontró menor conductancia estomática y mayor temperatura del mesófilo.

Referencias

- Kristensen, E., Valdemarsen, T., de Moraes, P. C., Güth, A. Z., Sumida, P. Y., & Quintana, C. O. (2022). Pneumatophores and crab burrows increase CO2 and CH4 emission from sediments in two Brazilian fringe mangrove forests. *Marine Ecology Progress Series*, *698*, 29-39.
- Huang, G., Zhang, Q., Yang, Y., Shu, Y., Ren, X., Peng, S., & Li, Y. (2022). Interspecific variation in the temperature response of mesophyll conductance is related to leaf anatomy. *The Plant Journal*, *112*(1), 221-234.
- Jimenez, L. C. Z., Queiroz, H. M., Cherubin, M. R., & Ferreira, T. O. (2022). Applying the Soil Management Assessment Framework (SMAF) to Assess Mangrove Soil Quality. *Sustainability*, *14*(5), 3085.

ESTIMACIÓN DE LOS ALMACENES Y FLUJOS DE CARBONO

MEMORIAS ARBITRADAS 2023

ESTIMACIONES DE CARBONO AZUL EN MANGLARES DEL ESTERO LA CRUZ, GOLFO DE CALIFORNIA

Ramón H. Barraza-Guardado*[a]; Jony R. Torres-Velázquez[b]; Ana M. Pérez-Villalba[a]; Rolando Cota-Herrera[b]; Manuel Zúñiga-Panduro[a]; José M. Gutiérrez-Rongel[a].

✉*ramon.barraza@unison.mx

[a] Universidad de Sonora, Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas. Hermosillo, Sonora, México.
[b] Tecnológico Nacional de México/I. T. del Valle del Yaqui. Academy of Biology. Laboratory of Ecology in Coastal Zones. Av. Tecnológico, Block 611, Bácum, Sonora. México.

Palabras clave: Carbono azul, raíces, hojarasca, alometría

Introducción. La estimación de las existencias de C reveló un potencial muy alto de los manglares para secuestrar carbono y desempeñar un papel importante en el ciclo global del carbono (Mitra et *al.,* 2011). Los manglares, los pastos marinos y las marismas se conocen como ecosistemas de carbono azul; secuestran gases de efecto invernadero y almacenan más carbono orgánico a largo plazo por unidad de superficie que los bosques terrestres (Pendleton *et al.,* 2012). El C almacenado en la biomasa de los árboles vivos se puede estimar a partir de mediciones aéreas y subterráneas, es decir, el diámetro, la altura de los árboles, la hojarasca, las raíces y el suelo (Adame *et al.,* 2017). La asignación de biomasa y C en el manglar de matorral está influenciada por una variedad de factores, incluido el bajo desarrollo estructural (Matsui, 1998), en particular en respuesta a factores ambientales estresantes (Nguyen *et al.,* 2015). Además, los niveles de C org en el suelo aumentan a medida que las raíces crecen, mueren y acumulan carbono (Alongi, 2020). **Metodología.** En este contexto, el objetivo de la presente investigación fue estimar el stock de carbono (en relación con la biomasa) y el almacenamiento en el suelo del Estero La Cruz, Golfo de California. Entre las principales metodologías se utilizaron, trampas de hojarasca, núcleos de raíces, cuadrantes de neumatóforos, determinaciones en campo y laboratorio del físico químico del agua y sedimento. Los valores de biomasa se convirtieron a carbono por medio de ecuaciones alométricas. **Resultados y discusión.** En sedimento se registró un alto contenido de arcilla con un 72±1.4 %, limo con 20±3.1 % y arena con 19±1.1%, una densidad aparente de 59.8±1.0 % en promedio y humedad de 54.5±5%, además se registraron contenidos de materia orgánica promedio de 7.79±2.0%, con respecto al pH y la conductividad eléctrica se presentaron valores promedio de 6.2±0.6 y 65±1.6 respectivamente, con relación al contenido de fósforo en sedimento se presentó un promedio de 110±3.3 mg/kg. El físico químico del agua registró altos valores de salinidad promedios de 43.6±0.6 UPS, ORP de 52.3±17.6 mV y oxígeno disuelto de 2.5±0.3. La producción de hojarasca registro espacialmente un flujo de 4.26±0.3 Mg/ha, con la mayor producción de hojarasca en los meses de junio a octubre con un acumulado de 163±6.2 g/m^2. Las raíces subterráneas registraron una producción promedio de 1.33 g/m^2/año con una biomasa total de 7259±1524 g/m^2 con la mayor proporciona de raíces en el primer estrato con 2454±606.5 g/m^2. El contenido de necromasa fue de 1332.5±252 g/m^2. Los neumatóforos registraron una altura promedio de 12.8±0.5 cm, densidad de 681±36 neumatóforos/m^{2}con una biomasa de 535±41.2 g/m^2. El contenido de carbono en relación a biomasa fue de

38.97±7.5 $MgC_{org}{\cdot}ha^{-1}$. **Conclusiones.** El presente estudio proporciona información valiosa sobre el carbono en relación a la biomasa del manglar para manglares de zonas áridas del Pacífico norte de México. Se recomienda agregar las estimaciones de carbono del árbol (estructural) y en suelo, para obtener el stock y almacén total de carbono del ecosistema.

Referencias

- Mitra A, Sengupta K, Banerjee K. (2011). Standing biomass and carbon storage of above-ground structures in dominant mangrove trees in the Sundarbans. For Ecol Manage. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2010.09.013
- Pendleton L, Donato DC, Murray BC, Crooks S, Jenkins WA, Sifleet S, Craft C, Fourqurean JW, Kauffman JB, Marbà N, Megonigal P, Pidgeon E, Herr D, Gordon D, Baldera A. (2012). Estimating global blue carbon emissions from conversión and degradation of vegetated coastal ecosystems. PLOS ONE 7:e43542 DOI 10.1371/journal.pone.0043542.
- Adame, M.F., Cherian, S., Reef, R., Stewart-Koster, B., (2017). Mangrove root biomass and the uncertainty of belowground carbon estimations. For. Ecol. Manag. 403, 52–60.
- Matsui N (1998). Estimated stocks of organic carbon in mangrove roots and sediments in Hinchinbrook Channel, Australia. Mangroves Salt Marshes. https://doi.org/10.1023/A:1009959909208
- Nguyen HT, Stanton DE, Schmitz N, Farquhar GD, Ball MC. (2015). Growth responses of the mangrove Avicennia marina to salinity: Development and function of shoot hydraulic systems require saline conditions. Ann Bot. https://doi.org/10.1093/aob/mcu257 PMID: 25600273
- Alongi, D.M. (2020). Global Significance of Mangrove Blue Carbon in Climate Change Mitigation. Sci, 2, 67. https://doi.org/10.3390/sci2030067

DETERMINACIÓN DE CARBONO AÉREO EN MANGLARES DE LA UMA ÚRSULO GALVÁN, TABASCO

Carlos Roberto Ávila-Acosta[a]; **Marivel Domínguez-Domínguez[b*]**; César Jesús Vázquez-Navarrete[b]; Rocío Guadalupe Acosta-Pech[b]; Pablo Martínez-Zurimendi[c].

✉*mdguez@colpos.mx

[a] Programa de Doctorado de Ciencias Agrícolas en el Trópico. Colegio de Postgraduados Campus Tabasco, México.
[b] Colegio de Postgraduados Campus Tabasco, 86500. H. Cárdenas, Tabasco, México.
[c] El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Villahermosa, CP 86280 Villahermosa, Tabasco, México.

Palabras clave: Carbono almacenado, Protocolo Forestal, Ecuación Alométrica.

Introducción. Los manglares son un ecosistema de gran interés para las estrategias de mitigación del cambio climático y el aumento de las reservas forestales de carbono en países en desarrollo. La valoración de bienes y servicios ecosistémicos del manglar, con miras a generar información de base para implementar pago por servicios ambientales, es una alternativa de desarrollo de estos mercados en pro de la conservación; para ello es necesario determinar reservas de carbono de los manglares para monitorear su estado y tendencia de cambio. El objetivo fue determinar el carbono almacenado en el manglar de la UMA Úrsulo Galván, en Tabasco. **Metodología.** El Ejido Úrsulo Galván localizado en el sistema deltaico Grijalva-Mezcalapa y parte de la laguna de Mecoacán en Tabasco, está en proceso de certificarse como productor de carbono, lo que le permitirá obtener beneficios. La metodología se basa en el Protocolo Forestal para México Versión 2.0 (PFM V2.0) publicada por Climate Action Reserve (Kessler *et al.,* 2020). De 930 ha de manglar de la UMA se seleccionaron 126 parcelas circulares aleatorizadas. En cada parcela de radio fijo de 11.28 m (superficie de 1/25=0.04 ha) se midieron todos los árboles con DAP ≥ 30 cm y altura ≥ 3 m. Dentro de las parcelas grandes se ubicó una parcela más pequeña de radio fijo de 5.64 m (superficie de 1/100 ha = 0.01 ha) y se midieron todos los árboles con DAP ≥ 5 y < 30 cm. La medición del DAP se realizó a 1.30 m de altura. En R. mangle la medición se realizó a 30 cm por encima de la última raíz aérea. Las ecuaciones para determinar la biomasa aérea en *Rhizophora mangle* y *Laguncularia* racemosa fueron desarrolladas y validadas por Day *et al.* (1987) en manglares de Campeche, México, y para *Avicennia germinans* por Smith y Whelan (2006) en manglares de Florida, EUA. El carbono aéreo se obtuvo multiplicando la biomasa de cada árbol, por la cantidad de carbono específica en porcentaje. Los datos de biomasa se convirtieron a Mega gramos de CO_2e al dividir la biomasa (en kilogramos) entre 1000 y multiplicando el resultado por el factor de conversión 0.5 para transformar los valores de biomasa a carbono. Posteriormente se convirtió el valor a CO_2e. Los valores se ajustaron considerando los defectos y el vigor de cada árbol. Se calculó el CO_2e por hectárea en Megagramos, sumando la masa de los árboles de cada parcela, y dividiendo por la superficie de ésta en ha. Finalmente se obtuvo el valor promedio por hectárea y el resultado se multiplicó por el total de hectáreas inventariadas. **Resultados y discusión.** La biomasa aérea total fue 120.5 $Mg \cdot ha^{-1}$. *Laguncularia racemosa* generó las mayores contribuciones de biomasa (99.5 $Mg \cdot ha^{-1}$) que representan 82.6 % del total. La biomasa de *R. mangle* fue 20.33 $Mg \cdot ha^{-1}$ y de *A. germinans* 0.32 $Mg \cdot ha^{-1}$. Los valores de biomasa en Úrsulo Galván son más bajos que lo reportado para los manglares del área de Pantano

de Centla, Tabasco y la Laguna de Términos, Campeche (247.6 Mg·ha^{-1}; DAP>5 cm) y que los manglares de Boquilla de Oro y el área natural Protegida La Mancha y la Boquilla-Mancha, Veracruz (150.8 Mg·ha^{-1}; DAP>5 cm), pero más alto que lo reportado para los manglares de la Reserva de la Biósfera La Encrucijada, Chiapas (131.8 Mg·ha^{-1}; DAP>5 cm), de acuerdo con Sjögersten *et al.* (2021). El carbono total fue de 60.25 Mg·ha^{-1} y el CO_2e 221.1 Mg·C·ha^{-1}. *Laguncularia racemosa* generó las mayores contribuciones de CO_2e (192.4 Mg·C·ha^{-1}), con 82.6 % del total (Fig. 1). Los valores de carbono aéreo de este estudio coinciden con el valor promedio reportado por Herrera et al. (2016) en manglares de tipo cuenca (69.69 Mg·ha^{-1}), pero son menores que los reportados en manglares tipo ribereño (183.32 Mg·ha^{-1}).

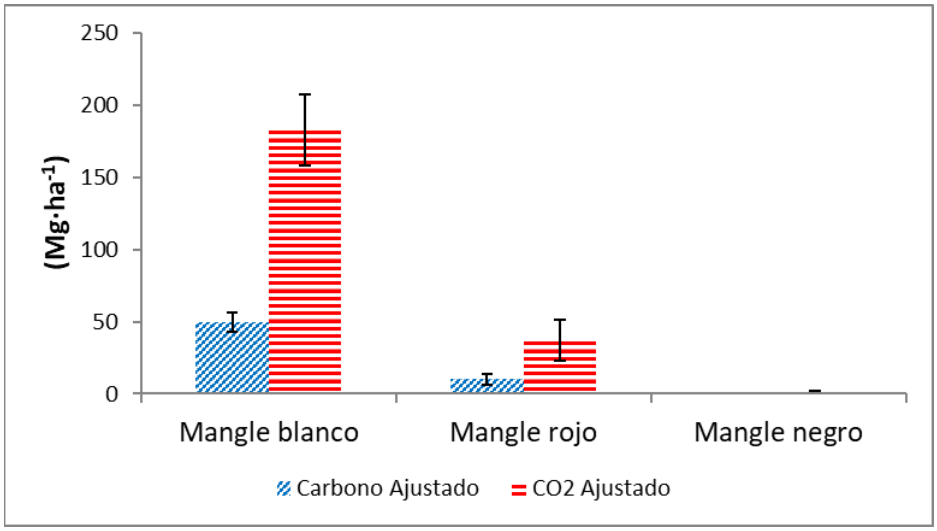


Figura 1. Carbono de la biomasa aérea y CO_2e por especie de mangle.

Conclusiones. El manglar presentó 141.5 Mg·ha^{-1} de biomasa aérea en la UMA Úrsulo Galván. *Laguncularia racemosa* generó el 82.6% de la contribución de la biomasa aérea de las tres especies. Las 930 ha de superficie de manglar de la UMA presentan 131,595 Mg de biomasa aérea. El carbono contenido en esa biomasa fue 65,797.5 Mg, que corresponde a 241,257.5 Mg·CO_2e.

Referencias

- Day J, J.W., Conner, W.H., Ley-Lou, F., Day, R.H., Machado N., A. (1987). The productivity and composition of mangrove forests, Laguna de Términos, México. Aquat Bot 27:267–284.
- Herrera S., J.A., Camacho R., A., Pech, E., Pech, M., Ramírez R., J. and Teutli H., C. (2016). Dinámica del carbono (almacenes y flujos) en manglares de México. Terra Latinoamericana, 34, pp.61-72.
- Kessler, A., Nickerson J., Remucal J. and Simón, C., (2020). Protocolo Forestal para México Versión 2.0. [pdf] Climate Action Reserve. Availabre at: <https://www.climateactionreserve.org/how/protocols/mexico-forest/> [Accessed 27 January 2022].
- Sjögersten, S., Barreda-Bautista, B., Brown, C., Boyd, D., Lopez-Rosas, Hugo, Hernández, E., Monroy, R., Rincón, M., Vane, C., Moss-Hayes, V., Gallardo-Cruz,

J.A., Infante-Mata, D., Hoyos-Santillan, J., Solórzano, J.V., Peralta-Carreta, C. and Moreno-Casasola, P., (2021). Coastal wetland ecosystems deliver large carbon stocks in tropical Mexico. *Geoderma,* [e-journal], 403, Article 115173.

- Smith, T.J. y Whelan, K.R.T. (2006). Development of allometric relations for three mangrove species in South Florida for use in the Greater Everglades Ecosystem restoration. Wetlands Ecology and Management 14:409-419.

ESTIMACIONES DE CARBONO AZUL EN MANGLAR, DE TRES LAGUNAS SEMIÁRIDAS DEL GOLFO DE CALIFORNIA

Torres Jony R.[a]*; Zulia M. Sánchez-Mejía[b]; Ramón H. Barraza Guardado[c]; Reyna Suzuky-Pinto[b], Yépez-González Enrico[b], Thelma M. Ruiz-Ruiz[d]

✉*jtorres.velazquez@itvy.edu.mx

[a] Tecnológico Nacional de México/I. T. del Valle del Yaqui. Academy of Biology. Laboratory of Ecology in Coastal Zones. Av. Tecnológico, Block 611, Bácum, Sonora. México.
[b] Instituto Tecnológico de Sonora, Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, 85000 Ciudad Obregón, México.
[c] Departmento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas, Universidad de Sonora.
[d] Universidad de Guadalajara, Departamento de Estudios para el Desarrollo Sustentable de Zonas Costeras. San Patricio Melaque, Jalisco, México C.P: 48980.

Palabras clave: Corg, Root biomass, Litterfall, *Conocarpus erectus*, Pneumatophore

Introducción. Los manglares, los pastos marinos y las marismas se conocen como ecosistemas de carbono azul debido a su capacidad de almacenamiento de carbono (C) y su papel en la mitigación de los impactos del cambio climático (Pendleton *et al.,* 2012; Friess *et al.,* 2022). Las reservas de carbono en los manglares están en función de la biomasa, que depende de la edad y la eficiencia del crecimiento (Banerjee *et al.,* 2019). La gestión de los ecosistemas costeros para los servicios de secuestro de carbono en ambientes áridos requiere caracterizar los diversos componentes donde se almacena el carbono (Schile, 2017). Además, naciones originarias como la comunidad yaqui confían en la conservación y sostenibilidad de los ecosistemas de manglares debido a los múltiples servicios que brindan (Sánchez-Mejía *et al.,* 2019). El objetivo de este estudio fue generar información de línea base del stock de carbono en relación a la biomasa aérea y subterránea en el ecosistema manglar y su asociación con controles ambientales en tres lagunas semiáridas ubicadas en el Golfo de California. **Metodología.** Se utilizaron diferentes métodos, estructura del árbol y mediciones de neumatóforos, trampas de hojarasca, núcleos de raíces y producción; junto con mediciones de parámetros fisicoquímicos en sedimentos en aguas superficiales e intersticiales. **Resultados y discusión.** El carbono medio en la biomasa total de manglares fue de 54,1 $MgC_{org}\cdot ha^{-1}$, con un máximo de 102,1±14,2 $MgC_{org}\cdot ha^{-1}$ en el sitio de Lobos. En áreas áridas, los manglares se caracterizan por mayores cantidades de biomasa subterránea asociada con factores ambientales como el pH, el potencial redox y la temperatura, lo que lleva a un alto contenido de C_{org} subterráneo. La producción de raíces es alta, lo que mejora la eficiencia del almacenamiento subterráneo de C_{org} relacionado con el ciclo de vida de las raíces (rotación). La presencia de *Conocarpus erectus* (L), nuevo registro del límite de distribución de la especie en el Golfo de California (Lobos), alcanzó los valores más altos de desarrollo estructural, productividad primaria basada en hojarasca y producción de raíces subterráneas y biomasa. **Conclusiones.** Estos hallazgos respaldan la recomendación de C. erectus para acciones de restauración (reforestación) en áreas que lo requieran, debido a su alta productividad primaria que ayuda a estabilizar la línea de costa y su mayor dinámica de almacenamiento de nutrientes y C_{org}. Se recomienda estimar el contenido de C en el suelo, los árboles muertos y la hojarasca para obtener estimaciones más precisas de las existencias y el almacenamiento total de carbono azul

en los ecosistemas de manglares. Además, analizar los aportes hídricos urbanos y agrícolas a la zona costera, que pueden influir en el desarrollo estructural (Biomasa) del manglar.

Referencias

- Pendleton L, Donato DC, et al. (2012) Estimating Global “Blue Carbon” Emissions from Conversion and Degradation of Vegetated Coastal Ecosystems. PLoS ONE 7(9): e43542. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0043542
- Friess DA, Howard J, Huxham M, Macreadie PI, Ross F (2022). Capitalizing on the global financial interest in blue carbon. PLoS Climate. 1(8):e0000061. https://doi.org/10.1371/journal.pclm.0000061
- Banerjee K, Sahoo ChK, Bal G, Mallik K, Paul R, Mitra A (2019) High blue carbon stock in mangrove forests of Eastern India. Tropical Ecology. 61(1):150-167. DOI:10.1007/s42965-020-00072-y
- Schile LM, Kauffman JB, Crooks S, Fourqurean JW, Glavan J, Megonigal JP (2017) Limits on carbon sequestration in arid blue carbon ecosystems. Ecological Applications, 27(3), 2017:859–874. https://doi.org/10.1002/eap.1489
- Sánchez-Mejía ZM, López JB, Espinoza JDS, Yépez EA (2019) Vegetación y flora: capital natural y riqueza cultural. In: Arreola-Lizárraga JA, Garatuza-Payan J, Yépez-González EA, Robles-Morúa A (Eds). Capital Natural y Bienestar Social de la Comunidad Yaqui. ISBN: 978-607-609-204-0, First edition.

ANÁLISIS DE FLUJOS ECOHIDROLÓGICOS ECOSISTEMA-ATMÓSFERA EN UN MANGLAR DE LA PENÍNSULA DE YUCATÁN

Jorge Uuh-Sonda[a]*; Sánchez-Mejía Zulia[a]; Figueroa-Espinoza Bernardo[b]*

✉*jorge.uuh@itson.edu.mx; bfigueroae@iingen.unam.mx

[a] Instituto Tecnológico de Sonora, Departamento de Ciencias del Agua y Medio Ambiente, 85000 Ciudad Obregón, México.
[b] Instituto de Ingeniería, Laboratorio de Ingeniería y Procesos Costeros, UNAM, 97355 Sisal, México.

Palabras clave: Eddy Covariance, Flujos Ecohidrológicos, Manglar de Cuenca.

Introducción. Los manglares son conocidos por su biodiversidad, sus múltiples servicios ecosistémicos, y su contribución como mitigadores naturales del cambio climático (Alongi, 2012). En la Península de Yucatán (PY), con más de la mitad de los manglares del país, se ha estudiado en los últimos 10 años los almacenes y flujos horizontales de Carbono (C) (Herrera-Silveira *et al.,* 2020), pero muy poco se conoce sobre los intercambios verticales con la atmósfera y sus controles ambientales (Alvarado-Barrientos *et al.,* 2021), los cuales podrían ser muy dinámicos como se ha observado en otros ecosistemas de la PY (Uuh-Sonda *et al.,* 2022). Recientemente se han implementado sistemas de Covarianza de Vórtices (Eddy Covariance, EC) en el país, que ofrecen información sobre la variabilidad espacial y temporal de los manglares (Alvarado-Barrientos *et al.,* 2021; Granados-Martínez *et al.,* 2021). Sin embargo, permanece el reto del monitoreo a largo plazo y la interacción con la sociedad civil comprometida en la conservación. **Metodología.** Un sistema de EC y biometeorología fue implementado en un manglar de cuenca, al noroeste de la PY (6 km de la comunidad de Sisal). Doce meses de datos continuos fueron procesados, filtrados, corregidos y analizados usando el software EddyPro® y rutinas creadas en MATLAB®. **Resultados y discusión.** La Figura 1 muestra la serie temporal diaria de los flujos de agua (Evapotranspiración, ET), dióxido de carbono (Net Ecosystem Exchange, NEE) y energía (calor sensible, H), así como de las distintas variables biometeorológicas (temperatura y humedad del aire: TA, RH; temperatura de agua: TW; nivel de inundación: WL; precipitación: P), obtenidas en un primer ciclo hidrológico del sitio (marzo 2022 a febrero 2023). La estacionalidad observada (inicio de lluvias: 29 de mayo) es característica del sitio. Al ser un manglar de cuenca, el WL, muestra estar mayormente modulado por la P, lo que provoca una constante disminución durante toda la temporada de secas, llegando a niveles por debajo del sedimento al término de esta. Esto provocaría una disminución en la ET debido a la escasa cantidad de agua superficial. Así mismo, la exposición del suelo a la atmósfera propiciaría un incremento en los flujos de carbono (y de H) hacia la atmósfera por el aumento de la respiración del ecosistema (Reco). Estos patrones se invierten en la temporada de lluvias, donde la disponibilidad de agua provoca un aumento tanto en la Evaporación superficial (E) como en el uso de agua del ecosistema (Transpiración, T), lo cual implica un aumento en la asimilación de carbono por fotosíntesis (GPP). Por ende, el ecosistema funciona de forma neta como una importante fuente de carbono en la temporada seca (189.2 gC/m^2) y como un moderado sumidero de carbono en la temporada de lluvias (-109.0 gC/m^2). La TA y TW muestran valores cercanos a 27 ºC sin mucha variabilidad a lo largo del año. **Conclusiones.** Los flujos verticales de carbono y

agua muestran estar acoplados y controlados por la entrada de agua vía precipitación y por ende al nivel de inundación, haciendo que este se comporte como fuente de carbono en la época de secas y como sumidero con la llegada de las lluvias, la temperatura no parece ejercer un control importante a diferencia de otros manglares en el país.

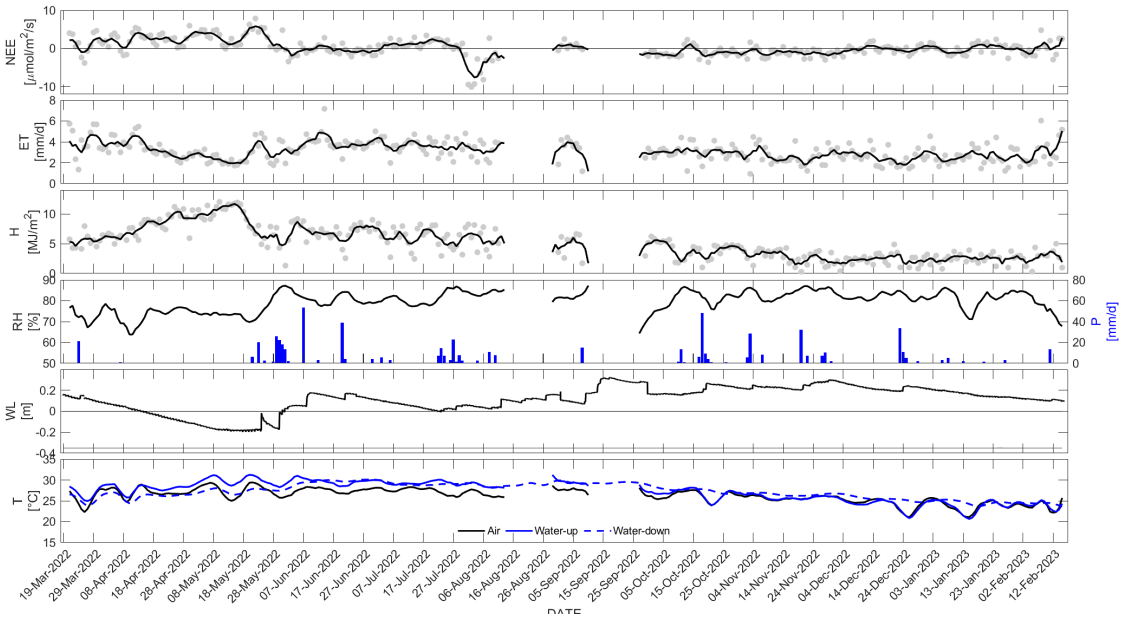


Figura 1. Flujos (NEE, ET, H) y principales variables ambientales (RH, P, WL y T).

Referencias.

- Alvarado-Barrientos, M. S., López-Adame, H., Lazcano-Hernández, et al. (2021). Ecosystem-atmosphere exchange of CO2, water, and energy in a basin mangrove of the northeastern coast of the Yucatan Peninsula. JGR Biogeosc., 126, e2020JG005811.
- Alongi, D. M., (2012). Carbon sequestration in mangrove forests. Carbon Management, 3:3, 313-322.
- Foken, T., Leuning, R., Oncley, S. R., et al. (2012). Corrections and data quality control. In M. Aubinet, et al. (Eds.), Eddy covariance: A practical Guide to measurement and data analysis. Springer Atmospheric Sciences.
- Herrera-Silveira, J. A., Pech-Cardenas, M.A., Morales-Ojeda, S. M., Cinco-Castro, S., et al. (2020). Blue carbon of Mexico, carbon stocks and fluxes: a systematic review. PeerJ 8:e8790 https://doi.org/10.7717/peerj.8790
- Granados-Martínez, K. P., Yépez, E. A., Sánchez-Mejía, Z. M., et al. (2021). Environmental Controls on the Temporal Evolution of Energy and CO2 Fluxes on an Arid Mangrove of Northwestern Mexico. JGR Biogeosc., 126. e2020JG005932.
- Uuh-Sonda, J. M., Figueroa-Espinoza, B., Gutiérrez-Jurado, H., et al. (2022) Ecosystem productivity and evapotranspiration dynamics of a seasonally dry tropical forest of the northwestern Yucatan Peninsula. JGR Biogeosc., 127, e2019JG005629.

ESTIMACIONES DE CARBONO AZUL DEL MANGLAR EN RESERVA DE LA BIÓSFERA EL VIZCAÍNO, BAJA CALIFORNIA

Aguilera-Bórquez Christian[a]*; Torres Jony R[a]; Frausto-Illescas Tannia[b], Ortega-Trasviña Celeste[b]

✉* caguilera.borquez@itvy.edu.mx

[a] Tecnológico Nacional de México/I. T. del Valle del Yaqui. Academy of Biology. Laboratory of Ecology in Coastal Zones. Av. Tecnológico, Block 611, Bácum, Sonora. México.
[b] CostaSAlvaje/WildCoast, Blvd. Las Dunas #160 Interior 203 Fracc. Playa Ensenada Ensenada, B.C. 22880 México.

Palabras clave: C_{org}, Biomasa de raíces, Necromasa, Hojarasca

Introducción. Los ecosistemas costeros con vegetación producen y secuestran cantidades significativas de carbono orgánico (Fourqurean *et al.,* 2012). La estimación de las existencias de C reveló un potencial muy alto de los manglares para secuestrar carbono y desempeñar un papel importante en el ciclo global del carbono (Banerjee *et al.,* 2019). Los manglares, los pastos marinos y las marismas se conocen como ecosistemas de carbono azul; secuestran gases de efecto invernadero y almacenan más carbono orgánico a largo plazo por unidad de superficie que los bosques terrestres (Pendleton *et al.,* 2012). La asignación de biomasa y C en el manglar de matorral está influenciada por una variedad de factores, incluido el bajo desarrollo estructural (Torres *et al.,* 2019), en particular en respuesta a factores ambientales estresantes (Nguyen *et al.,* 2015). Además, los niveles de C org en el suelo aumentan a medida que las raíces crecen, mueren y acumulan carbono (Alongi, 2020). En este contexto, el objetivo de la presente investigación fue estimar el stock de carbono (en relación con la biomasa) y el almacenamiento en suelo de la laguna San Ignacio y El Dátil, en una región árida del pacífico norte. **Metodología.** Se determinó la biomasa aérea en relación a la estructura y la hojarasca sobre el suelo, además, la biomasa subterránea se estimó con la extracción de núcleos a 45 cm de profundidad. Los contenidos de carbono en sedimentos se determinaron por medio de análisis de laboratorio. Los valores de biomasa se convirtieron a carbono por medio de ecuaciones alométricas. **Resultados y discusión.** Entre los principales resultados, se identificó contenidos de biomasa subterránea (raíces) inversa al desarrollo estructural por encima del suelo, con un promedio de 101.7 MgC ha^{-1}, y un contenido de carbono debajo del suelo (raíces, necromasa y suelo) 2.8 veces superior con respecto al carbono por encima del suelo (árboles y hojarasca). **Conclusiones.** El presente estudio proporciona información valiosa sobre el carbono en relación a la biomasa del manglar y almacenado en suelo, donde se identificó los contenidos de biomasa subterránea (raíces) inversa al desarrollo estructural por encima del suelo, con un promedio de 101.7 MgC ha^{-1}, con un contenido de carbono debajo del suelo (raíces, necromasa y suelo) 2.8 veces superior con respecto al carbono sobre el suelo (árboles y hojarasca). Se requiere la estandarización de los métodos para manglares tipo matorral de zonas áridas, además se recomienda realizar estudios que contemplan la temporalidad de los flujos de carbono (hojarasca) e incluir carbono de madera muerta y detritus para comprender mejor la distribución de los almacenes de carbono del ecosistema de manglar.

Referencias

- Alongi, D.M. Global Significance of Mangrove Blue Carbon in Climate Change Mitigation. Sci (2020), 2, 67. https://doi.org/10.3390/sci2030067
- Banerjee K, Sahoo ChK, Bal G, Mallik K, Paul R, Mitra A (2019) High blue carbon stock in mangrove forests of Eastern India. Tropical Ecology 61(1):150–167.
- Fourqurean, J. W., C. M. Duarte, H. Kennedy, N. Marbà, M. Holmer, M. A. Mateo, E. T. Apostolaki, G. A. Kendrick, D. Krause-Jensen, and K. J. McGlathery. 2012. Seagrass ecosystems as a globally significant carbon stock. Nature Geoscience 5:505–509.
- Nguyen HT, Stanton DE, Schmitz N, Farquhar GD, Ball MC. (2015). Growth responses of the mangrove Avicennia marina to salinity: Development and function of shoot hydraulic systems require saline conditions. Ann Bot. https://doi.org/10.1093/aob/mcu257 PMID: 25600273
- Pendleton L, Donato DC, Murray BC, Crooks S, Jenkins WA, Sifleet S, Craft C, Fourqurean JW, Kauffman JB, Marbà N, Megonigal P, Pidgeon E, Herr D, Gordon D, Baldera A. (2012). Estimating global blue carbon emissions from conversión and degradation of vegetated coastal ecosystems. PLOS ONE 7:e43542 DOI 10.1371/journal.pone.0043542.
- Torres JR, Barba E, Choix FJ (2019). Production and biomass of mangrove roots in relation to hydroperiod and physico-chemical properties of sediment and water in the Mecoacan Lagoon, Gulf of Mexico. Wetlands Ecology and Management 27:427–4

ALMACENES DE CARBONO Y MACRONUTRIENTES EN SUELOS DE MANGLARES BAJO DIFERENTES CONDICIONES DE MANEJO

Eliseo Hernández-Hernández[a]*; Juan Ignacio Valdez-Hernández[b]; Armando Gómez-Guerrero[b]; Eduardo Valdés-Velarde[a]

✉*e.hernandez.hd@gmail.com

[a] Universidad Autónoma Chapingo. Doctorado en Ciencias en Agricultura Multifuncional para el Desarrollo Sostenible. Carretera México-Texcoco. Km 38.5, Chapingo, Estado de México, México. C. P. 56230.
[b] Colegio de Postgraduados Campus Montecillo. Posgrado en Ciencias Forestales. Carretera México-Texcoco Km 36.5, Montecillo, Estado de México, México. C. P. 56230.

Palabras clave: nitrógeno, fósforo, potasio, manejo silvícola, conservación, recuperación

Introducción. La reserva de carbono es uno de los servicios ambientales más importantes que ofrecen los manglares, puesto que contribuyen a minimizar los efectos del cambio climático (Rovai *et al.,* 2022). El reservorio principal de carbono en estos ecosistemas se encuentra en el suelo y la disponibilidad de nutrientes en el suelo es un factor directamente relacionado con la capacidad de almacenar carbono en los manglares (Alongi, 2014). Por lo anterior, es necesario gestionar adecuadamente los suelos de manglares para conservar el carbono por largos periodos de tiempo. El objetivo principal del presente trabajo fue determinar los almacenes de carbono orgánico y macronutrientes del suelo en manglares bajo cuatro condiciones de manejo en el ejido El Tarachi, Veracruz. La hipótesis fue que las cuatro condiciones de manejo presentarían diferencias significativas en los almacenes de carbono orgánico y macronutrientes del suelo. **Metodología.** Se establecieron un total de 12 sitios de muestreo (SM) en manglares del ejido El Tarachi, Veracruz. Tres SM en condiciones de conservación, tres en recuperación y tres bajo manejo silvícola sostenible; estos SM se encontraban dentro de una Unidad de Manejo de Vida Silvestre (UMA). Tres SM más se ubicaron fuera de la UMA. Se colectaron dos núcleos de suelo de 0-50 cm de profundidad en cada SM. El carbono orgánico total (COT) del suelo se midió con un autodeterminador TOC SSM 5050A Shimadzu, el nitrógeno total (NT) por el método semi-micro Kjeldahl, el fósforo (P) mediante el método de Bray y Kurtz, y el potasio (K) por el método del acetato de amonio a pH 7.0. Después de verificar los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas, el análisis estadístico incluyó análisis de varianza (ANOVA) y pruebas de medias Tukey ($P < 0.05$). **Resultados y discusión.** El manglar bajo manejo silvícola presentó el mayor almacén de COT y NT ($P < 0.05$), mientras que los almacenes de P y K fueron similares en las cuatro condiciones ($P > 0.05$) (Tabla I). El manejo silvícola incrementó los reservorios de COT, Murdiyarso *et al.* (2021) reportaron resultados similares, al señalar que los residuos de la cosecha se acumulan e incrementan el volumen de sedimentos y de carbono en el suelo. El menor almacén de NT en el manglar bajo conservación puede ser el resultado de su edad, pues Alongi, Wattayakorn, Tirendi & Dixon (2004) señalan que los reservorios de NT disminuyen conforme incrementa la edad del manglar. Las similitudes entre los almacenes de P y K en las condiciones de manglar pueden deberse a que estos nutrientes son de los principales constituyentes del agua marina (Alongi, 2021).

Tabla 1. Almacenes de carbono y macronutrientes edáficos a 50 cm de profundidad en manglares del ejido El Tarachi, Veracruz.

Condición	COT	NT	P	K
		(Mg·ha^{-1})		
Conservación	108.7 b	6.2 b	0.06 a	1.1 a
Manejo silvícola	139.1 a	8.1 a	0.07 a	1.0 a
Recuperación	109.4 b	6.7 ab	0.09 a	1.4 a
Fuera de UMA	108.4 b	6.8 ab	0.11 a	0.7 a

Letras diferentes (a, b, c) indican diferencias significativas ($P < 0.05$).

Conclusiones. El manejo silvícola y aprovechamiento sostenible incrementó los almacenes de COT y NT en el suelo. La condición en la que se encuentra el manglar no causó cambios en los almacenes de P y K en el suelo. Los resultados demostraron que aún bajo manejo silvícola los manglares son sumideros muy importantes de carbono y que, manteniendo una vigilancia de los cambios en sus reservorios de nutrientes, se pueden manejar de manera sostenible.

Referencias

- Alongi, D. M. (2021). Macro- and Micronutrient Cycling and Crucial Linkages to Geochemical Processes in Mangrove Ecosystems. Journal of Marine Sciences and Engineering. 9(5),456. https://doi.org/10.3390/jmse9050456
- Alongi, D.M., Wattayakorn, G., Tirendi, F., Dixon, P. (2004). Nutrient capital in different aged forests of the mangrove *Rhizophora apiculata*. Botanica Marina. 47(2),16-124. https://doi.org/10.1515/BOT.2004.011
- Murdiyarso, D., Sasmito, S.D., Sillanpää, M., MacKenzie, R., Gaveau, D. (2021). Mangrove selective logging sustains biomass carbon recovery, soil carbon, and sediment. Scientific reports. 11(1),12325. https://doi.org/10.1038/s41598-021-91502-x
- Rovai, A.S., Twilley, R.R., Worthingon, T.A., Riul, P. (2022). Brazilian Mangroves: Blue Crbon Hotspots of National and Global Relevance to Natural Climate Solutions. Frontiers in Forests and Global Change. 4,787533. https://doi.org/10.3389/ffgc.2021.787533
- Alongi, D.M. (2014). Carbon Cycling and Storage in Mangrove Forests. Annual Review of Marine Science. 6,195-219. https://doi.org/10.1146/annurev-marine-010213-135020

INTERCAMBIO DE CARBONO ASOCIADO A CONTROLES BIOFÍSICOS EN MANGLARES CONTRASTANTES SEMIÁRIDOS DEL NOROESTE DE MÉXICO

Martha L. Vargas-Terminel[a*]; Julio C. Rodríguez[b]; Enrico A. Yépez[a]; Carlos A. Robles-Zazueta[c]; Christopher Watts[d]; Jaime Garatuza-Payán[a]; Rodrigo Vargas[e]; Zulia M. Sanchez-Mejia[a]

✉*martha.vargas41851@potros.itson.edu.mx

[a] Departamento de Ciencias del Agua y Medio Ambiente, Instituto Tecnológico de Sonora, Ciudad Obregón, Sonora, México.
[b] Departamento de Agricultura y Ganadería, Universidad de Sonora, Hermosillo, Sonora, México.
[c] Global Wheat Program, International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT), carretera México-Veracruz km 45, El Batán, C.P. 56237.
[d] Departamento de Física, Universidad de Sonora, Hermosillo, Sonora, México.
[e] Department of Plant and Soil Sciences, University of Delaware, Newark, DE, USA.

Palabras clave: covarianza de vórtices, productividad neta del ecosistema, MexFlux, modelos de ecuaciones estructurales

Introducción. Los manglares han recibido una atención significativa debido a su papel en el ciclo del carbono debido a sus tasas de productividad y almacenamiento de C altas (Lovelock & Duarte, 2019). Sin embargo, la dinámica funcional en estos sistemas es susceptible a las variaciones en tiempo y espacio de factores biofísicos y disturbios antropogénicos, particularmente en regiones semiáridas que son estacionalmente dinámicas (Sasmito *et al.,* 2019; Granados-Martínez *et al.,* 2021). Más aún, todavía hay debate sobre los efectos directos e indirectos y la importancia relativa de distintos factores biofísicos que influyen en la variabilidad de la productividad neta del ecosistema (NEP). Es por ello, que este trabajo tiene como objetivo identificar los principales factores biofísicos que controlan la variabilidad estacional de NEP y sus componentes: intercambio neto de CO_2 del ecosistema (NEE), productividad primaria bruta (PPB) y respiración del ecosistema (R_{eco}) en manglares del noroeste de México. **Metodología.** Los sitios de estudio comprenden dos manglares contratantes en noroeste de México: un manglar en estado de conservación (Estero El Sargento) y un manglar influenciado por actividades agropecuarios del Valle del Yaqui (Bahía de Tóbari); estos sitios forman parte de la Red Mexicana de Flujos Ecosistémicos (MexFlux), que comprende una red de sitios de monitoreo eco-hidrológico a largo plazo equipados con la de covarianza de vórtices en ecosistemas terrestres, marinos y costeros (Tarín *et al.,* 2022). En cada sitio, se realizaron mediciones continuas del intercambio neto de CO_2 del ecosistema (NEE) utilizando la técnica de covarianza de vórtices. Adicionalmente, mediciones de variables meteorológicas locales se llevaron a cabo de manera simultánea. Mientras que, para establecer las relaciones causa-efecto e identificar los factores biofísicos que ejercen una influencia sobre la variabilidad de NEE y sus componentes se aplicaron modelos de ecuaciones estructurales (SEM). **Resultados y discusión.** Durante el periodo de estudio, los sitios presentaron dinámicas de intercambio de CO_2 distintas y fungieron como sumideros netos de carbono, con una NEP neta anual para Estero El Sargento de -717 g C m^{-2} $año^{-1}$, mientras que para Bahía de Tóbari fue de -247 g C m^{-2} $año^{-1}$. Los SEM mostraron relaciones complejas de causa-efecto significativas de los factores

biofísicos sobre variabilidad de los flujos de carbono en ambos sitios, y su importancia relativa varió estacionalmente y entre los sitios. Por ejemplo, en ambos sitios NEE fue positivamente controlado por R_{eco} y negativamente influenciado por PPB, siendo este efecto más fuerte en Estero El Sargento. Por otro lado, la temperatura del aire (T_{air}) y el déficit de presión de vapor (VPD) ejercen un mayor efecto sobre la variabilidad de PPB y NEE (Leopold *et al.,* 2016) durante el invierno en Bahía de Tóbari, mientras que, en el verano estos controles biofísicos (T_{air} y VPD) ejercieron una mayor influencia sobre R_{eco} en ambos sitios, sin embargo, este efecto tuvo una correlación más fuerte en Estero El Sargento. **Conclusiones.** Nuestros resultados muestran el contraste entre el sitio con conservación (Estero El Sargento) con el sitio influenciado por actividades agropecuarias (Bahía del Tóbari), mostrando diferencias significativas en los controles biofísicos que regulan los patrones y magnitudes de NEE y sus componentes. Además, se destaca que R_{eco} fue notablemente más alto en el sitio de Bahía del Tóbari durante la etapa más activa de descargas de los drenes agrícolas en el Valle de Yaqui, lo cual promueve que el sistema sea una fuente neta de CO_2 durante el periodo invierno-primavera. Finalmente, este estudio resalta la importancia de considerar controles biofísicos adicionales como los flujos laterales, que permitan una mejor comprensión sobre el rol que ejercen en definir los procesos y la contribución los manglares semiáridos del noroeste de México en el ciclo de C global.

Referencias

- Granados-Martínez, K. P., Yépez, E. A., Sánchez-Mejía, Z. M., Gutiérrez-Jurado, H. A., & Méndez-Barroso, L. A. (2021). Environmental controls on the temporal evolution of energy and CO_2 fluxes on an arid mangrove of Northwestern Mexico. Journal of Geophysical Research: Biogeosciences, 126(7), e2020JG005932.
- Leopold, A., Marchand, C., Renchon, A., Deborde, J., Quiniou, T., & Allenbach, M. (2016). Net ecosystem CO_2 exchange in the “Coeur de Voh” mangrove, New Caledonia: Effects of water stress on mangrove productivity in a semi-arid climate. Agricultural and Forest Meteorology, 223, 217-232.
- Lovelock, C. E., & Duarte, C. M. (2019). Dimensions of blue carbon and emerging perspectives. Biology letters, 15(3), 20180781.
- Sasmito, S. D., Taillardat, P., Clendenning, J. N., Cameron, C., Friess, D. A., Murdiyarso, D., & Hutley, L. B. (2019). Effect of land-use and land-cover change on mangrove blue carbon: A systematic review. Global Change Biology, 25(12), 4291-4302.
- Tarin-Terrazas, T., Alvarado-Barrientos, S., Cueva-Rodríguez, A., Hinojo-Hinojo, C., del Castillo, E. G., Sánchez-Mejía, Z., ... & Yépez-González, E. A. (2020). MexFlux: sinergias para diseñar, evaluar e informar soluciones climáticas naturales. Elementos para Políticas Públicas, 4(2), 99-118.

FACTORES AMBIENTALES QUE CONTROLAN LA EVOLUCIÓN TEMPORAL DE LOS FLUJOS DE ENERGÍA Y CARBONO EN MANGLARES ÁRIDOS DEL NOROESTE DE MÉXICO.

Luis A. Méndez-Barroso[a]*, Karol. P. Granados-Martínez[a], Hugo. A. Gutiérrez-Jurado[b], Enrico. A. Yépez y Zulia. M. Sánchez-Mejía[a].

✉*lmendezb@asu.edu

[a] Instituto Tecnológico de Sonora, Departamento de Ciencias del Agua y Medio Ambiente, 85000 Ciudad Obregón, México.
[b] Departamento de Ciencias de la Tierra, Medio Ambiente y Recursos, Universidad de Texas en El Paso, TX, 79902, EE.UU.

Palabras clave: Manglares semiáridos, covarianza de vórtices, captura de carbono, cambio climático.

Introducción: A pesar de las duras condiciones ambientales en las que se desarrollan los manglares en regiones áridas y semiáridas, se sabe muy poco sobre la estacionalidad del intercambio neto del ecosistema (NEE, flujo de intercambio de CO_2 entre la atmósfera y la superficie) en dichas regiones del planeta (*Adame et al., 2021*). Además, los manglares áridos brindan una gran cantidad de servicios ecosistémicos como madera, biodiversidad, refugio de especies acuáticas, protección contra huracanes y oleaje, y mantenimiento de la pesca local (*Aburto-Oropeza et al., 2008; López-Medellín et al., 2011*). **Metodología**: Se estimó el intercambio neto del ecosistema (NEE) y los flujos de intercambio de calor latente (λE) y sensible (H) en manglares áridos de la costa oriental del Golfo de California mediante la técnica de covarianza de vórtices junto con observaciones meteorológicas e hidrológicas durante el período de Noviembre de 2017 a Noviembre de 2019. Paralelamente, se exploró la fenología de los manglares áridos dentro de la huella registrada por los instrumentos de medición de flujos, utilizando datos de NDVI del satélite Sentinel-2 (*Granados-Martínez et al., 2021*). La relación entre NEE y Radiación fotosintéticamente activa (PAR) para diferentes niveles de inundación, temperatura del aire y deficit de presión de vapor se realizó mediante el método de regresión de Mitscherlinch (*Aubinet et al., 2002; Barr et al., 2010*). **Resultados:** Nuestros resultados sugieren que la partición estacional de energía y la magnitud de NEE están altamente acopladas con los cambios estacionales en el nivel de inundación de las mareas, el déficit de presión de vapor y la temperatura del aire. Los niveles de marea bajos facilitan la transmisión de calor a la atmósfera, lo que lleva a la partición de energía a H; mientras que el aumento de la inundación y el déficit de presión de vapor, facilita la transmisión de vapor de agua dando como resultado el dominio de λE. La tasa estacional más baja de NEE se observó durante los meses de mayor inundación por marea (Junio-Agosto), mientras que la tasa estacional más alta de NEE coincidió con los niveles promedios de inundación más bajos (Marzo-Mayo). El NEE estimado para el año 2018 fue de −745.3 gC m−2 año−1, mientras que para el año 2019 fue de −307.4 gC-2 m-1 año. **Conclusiones:** Los resultados proponen una posible tendencia de disminución en la capacidad de secuestro de carbono de los manglares áridos como resultado del aumento del nivel del mar y la temperatura del aire, ambos como consecuencia del calentamiento global.

Referencias

- Aburto-Oropeza, O., Ezcurra, E., Danemann, G., Valdez, V., Murray, J., & Sala, E. (2008). Mangroves in the Gulf of California increase fishery yields. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *105*(30), 10456–10459. https://doi.org/10.1073/pnas.0804601105
- Adame, M. F., Reef, R., Santini, N. S., Najera, E., Turschwell, M. P., Hayes, M. A., et al. (2021). Mangroves in arid regions: Ecology, threats, and opportunities. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, *248*, 106796. https://doi.org/10.1016/j.ecss.2020.106796
- Aubinet, M., Heinesch, B., & Longdoz, B. (2002). Estimation of the carbon sequestration by a heterogeneous forest: Night flux cor- rections, heterogeneity of the site and inter-annual variability. *Global Change Biology*, *8*(11), 1053–1071. https://doi.org/10. 1046/j.1365-2486.2002.00529.x
- Barr, J. G., Engel, V., Fuentes, J. D., Zieman, J. C., O'Halloran, T. L., Smith, T. J., III, & Anderson, G. H. (2010). Controls on mangrove for- est-atmosphere carbon dioxide exchanges in western Everglades National Park. *Journal of Geophysical Research*, *115*, G02020. https://doi.org/10.1029/2009JG001186
- Granados-Martínez, K. P., Yépez, E. A., Sánchez-Mejía, Z. M., Gutiérrez-Jurado, H. A., & Méndez-Barroso, L. A. (2021). Environmental controls on the temporal evolution of energy and CO2 fluxes on an arid mangrove of Northwestern Mexico. *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*, *126*(7), e2020JG005932 https://doi.org/10.1029/2020JG005932

ESTIMACIONES DE CARBONO DE RAÍCES Y NEUMATÓFOROS EN MANGLAR DEL CANAL DEL INFIERNILLO, GOLFO DE CALIFORNIA

Bringas-Izaguirre Carlos*[a]; Torres Jony R.[a]; Ramón H. Barraza-Guardado[b]

✉* cbringas.izaguirre@itvy.edu.mx

[a] Tecnológico Nacional de México/I. T. del Valle del Yaqui. Academy of Biology. Laboratory of Ecology in Coastal Zones. Av. Tecnológico, Block 611, Bácum, Sonora. México
[b] Universidad de Sonora, Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas. Hermosillo, Sonora, México.

Introducción. El carbono azul es el acumulado en el suelo, la biomasa aérea viviente (hojas, ramas y tallos), la biomasa subterránea viviente (raíces) y la biomasa no viviente (por ejemplo, hojarasca y madera seca) de manglares, marismas y pastos marinos (Mcleod *et al.,* 2011). El carbono azul queda secuestrado en la biomasa vegetal viviente por períodos relativamente cortos (desde años hasta décadas). A diferencia de los ecosistemas terrestres, el carbono secuestrado en los suelos costeros puede ser considerable y puede quedar atrapado por períodos muy largos (desde siglos hasta miles de años), dando lugar a existencias de carbono de gran tamaño (Duarte *et al.,* 2005; Duarte-Lacono *et al.,* 2008). El carbono azul presenta una gran importancia en la Mitigación del cambio climático y adaptación a sus efectos, cubren menos de 0.5% de la superficie marina mundial (Teutli-Hernández, 2016), pero captan carbono a una tasa anual de dos a cuatro veces mayor que la de los bosques tropicales maduros, y almacenan entre tres y cinco veces más carbono por área (CCA, 2014). A pesar de múltiples beneficios como servicios ambientales, los ecosistemas de carbono azul se encuentran entre los ecosistemas más amenazados, y su cobertura relativamente baja (Duarte *et al.,* 2013; Gedan *et al.,* 2011). El objetivo de este estudio es determinar el stock de carbono azul en relación a la biomasa de raíces subterráneas y neumatóforos del manglar en el canal del infiernillo e isla tiburón, Golfo de California. **Metodología.** Se utilizó el método de extracción de núcleos de raíces a 45 cm de profundidad, además se muestrearon los neumatóforos en cuadrantes de 50x50 cm y se tomaron muestras de sedimento para la determinación de pH, textura, materia orgánica, densidad aparente y contenido de humedad. El contenido de carbono se determinó por medio de ecuaciones alométricas. **Resultados y discusión.** Se identificó un alto contenido de arena en sedimento de 80.1±2.8 % con bajos contenidos de limo y arcilla (6.4±1.5 y 13.5±1.1 % respectivamente). En relación al pH se identificaron niveles de 7.3±0.15 en promedio y bajos contenidos de materia orgánica de 3.1±0.6 %, la densidad aparente y contenidos de humedad presentaron valores de 1.2±0.05 g/cm^3 y 27±3.2 % respectivamente. Las biomasas de raíces subterráneas registraron valor promedio de 7041±1780 g/m^2 y densidad y biomasa de neumatóforos promedio de 340 g/m^2 y 476 neumatóforos/m^2. El Stock de carbono (Raíces + neumatóforos) dio como resultado de 2878.6 g/m^2. **Conclusión.** Los datos generados sobre carbono azul en manglar de canal de infiernillo nos muestran la alta capacidad del manglar chaparro para almacenar carbono debajo del suelo. Se recomienda ampliar el análisis con las determinaciones de carbono aéreo y en sedimento.

Referencias

- Mcleod (2014). Métodos para evaluar las existencias y los factores de emisión de carbono en manglares, marismas y pastos marinos.18,182. Duarte. Métodos para evaluar las existencias y los factores de emisión de carbono en manglares, marismas y pastos marinos. 2014,18,182.
- Duarte-Iacono (2014). Métodos para evaluar las existencias y los factores de emisión de carbono en manglares, marismas y pastos marinos.18,182.
- King ,Lester, Gedan. (2014). Métodos para evaluar las existencias y los factores de emisión de carbono en manglares, marismas y pastos marinos. 20,182.
- Duarte (2014). Carbono azul de México, stocks y flujos de carbono: una revisión sistemática.2,36.
- Teutli, H. (2016). Dinámica del carbono (almacenes y flujos) en manglares de México", Terra Latinoamericana, 61,72.
- CCA. El carbono azul en América del Norte, Comisión para la Cooperación Ambiental, Montreal, 4pp.

ESTRUCTURA Y PRODUCTIVIDAD PRIMARIA

MEMORIAS ARBITRADAS 2023

PRESENCIA DE LA APICULTURA EN LOS MANGLARES DE LA COSTA DE TABASCO, MÉXICO.

Hugo Alvarado-Díaz[a]; **Juan Manuel Zaldívar-Cruz*[b]**; Ángel Sol-Sánchez[b]; Said Cadena-Villegas[c]; Jorge Ismael Tucuch-Haas[d];

✉*zaldivar@colpos.mx

[a] Estudiante de Maestría. Programa de Posgrado en Producción Agroalimentaria en el Trópico. Colegio de Postgraduados Campus Tabasco, Periférico Carlos A. Molina S/N Km. 3, 86500 Tabasco.
[b] Profesor Investigador. Colegio de Postgraduados Campus Tabasco, H. Cárdenas, Tabasco, cp. 86500.
[c] Investigador. Colegio de Postgraduados Campus Tabasco, H. Cárdenas, Tabasco, cp. 86500.
[d] Investigador. INIFAP, Mocochá, Yucatán.

Palabras clave: Miel, ecosistema, manglar.

Introducción. Los manglares son ecosistemas dinámicos de árboles y arbustos que crecen a lo largo de las costas en los trópicos y subtrópicos, donde desempeñan importantes funciones siendo la apicultura uno de los servicios que ofrece. A nivel local los manglares son muy importantes para la actividad apícola, ya que la época de floración de estos ecosistemas se complementa con la de la vegetación de bosques secos que predominan en los alrededores, lo que hace que los apicultores eviten alimentar las abejas o que esta sea en menor grado en la época de escasez (May, 2015). La floración de los mangles se presenta por lo general en todo el año siendo *Avicenia germinans* la especie que presenta un mayor porcentaje sobre todo en los meses de junio y julio. Gracias a esto, los apicultores pueden obtener una miel de características muy particulares en sabor debido a las condiciones salobres del ambiente (Torres *et al*., 2017). Aunque Tabasco cuenta con importante potencial apícola, no se tiene reportes de esta actividad en las zonas de manglar en la costa del estado, por lo que el presente trabajo tiene como objetivo, identificar la presencia de actividad apícola y describir sus principales características de producción. **Metodología.** El presente estudio se llevó a cabo en las localidades que cuentan con manglar en la costa del estado de Tabasco. Este se ubica en el sureste de la República Mexicana entre las coordenadas 17° 15' 00" y 18° 39' 07" latitud Norte y 90° 50' 23" y 94° 07' 49" longitud Oeste. Se consultó el Padrón de Apicultores registrados en la Delegación de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural del Estado de Tabasco y de acuerdo a esta información, se ubicaron a los apicultores mediante recorridos y visitas prospectivas para determinar su vigencia y disponibilidad para colaborar con el presente estudio. En los meses de marzo a agosto de 2022 se aplicaron entrevistas semiestructuradas y dirigidas a conocer las características de los apicultores, los apiarios, su producción y se colectaron muestras de miel para caracterizarlas de acuerdo a su contenido de humedad y color NOM-004-SAG/GAN (2018)**. Resultados y discusión.** Se identificaron 26 apicultores en diferentes localidades de los municipios de Cárdenas (15 %), Comalcalco (39 %), Paraíso (35 %) y Centla (11 %) (Figura 1), en los cuales, los apiarios se encuentran en el manglar o cerca de este ecosistema, siendo el mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y mangle negro (*Avicenia germinans*) las especies predominantes. Domínguez-Domínguez y Martínez-Zurimendi (2019) mencionan que, en el estado, estos municipios son los más representativos en cuanto al ecosistema de

manglar, lo que podría justificar la presencia de actividad apícola en esta zona a diferencia de otros municipios del mismo estado.

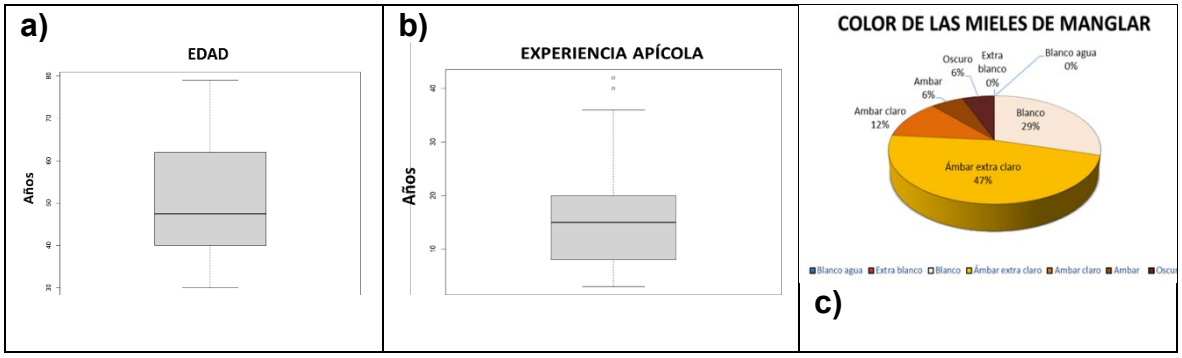


Figura 1. Paneles a y b (Características de los apicultores), panel c (colores de las mieles).

El 4 % de apicultores son mujeres y el 96 % hombres que cuentan con un promedio de 46.5 años de edad y 16 años de experiencia apícola (figura 1). Los apiarios se constituyen de 10 colmenas en promedio, siendo la miel y la cera los productos de mayor importancia. La producción media anual de miel es de 606.4 litros por año, que los productores comercializan a un precio promedio de $ 130.00 por litro, obteniendo una ganancia anual promedio de $ 78 832.00 por productor. Las mieles que se producen son de color Ámbar extra claro (figura 1). con un contenido de humedad promedio del 20 %, las cuales se comercializan como miel líquida para consumo directo, para curar enfermedades respiratorias o para preparar jarabes para la tos. Por lo antes mencionado, la miel es el producto más importante económicamente para los apicultores de esta zona. **Conclusiones.** Los manglares de la costa de Tabasco cuentan con producción apícola, la cual es una actividad económica secundaria, pero de mucha importancia socioeconómica para las familias costeras, siendo la miel líquida para consumo directo o para preparar jarabes, el producto de mayor comercialización en la zona.

Referencias

- Domínguez-Domínguez M. y Martínez-Zurimendi P. (2019). Beneficios ambientales, usos forestales maderables y no maderables del manglar en la planicie costera. La biodiversidad en Tabasco. 1:243-247.
- May T. (2015). Apicultura y conservación de la biodiversidad en el caribe – muchos intereses convergentes y algunos divergentes – Estudio de caso: República Dominicana. Ambiente y sostenibilidad (5): 69-77.
- NOM-004-SAG/GAN (2018) Producción de miel y especificaciones.
- Torres V.J.R., Infante-Mata D., Sánchez A.J., Espinoza-Tenorio A. y Barba E. (2017). Atributos estructurales, productividad (hojarasca) y fenología del manglar en la Laguna Mecoacán, Golfo de México. Revista de Biología Tropical. 64 (4): 1592-1608.

DIVERSIDAD BACTERIANA EN SEDIMENTOS ASOCIADOS A MANGLE BOTONCILLO *CONOCARPUS ERECTUS* DE LÁZARO CÁRDENAS EN LA COSTA DEL PACÍFICO DE MÉXICO.

Aldo Rojas Alanis[a]*; Cristal Ramos Madrigal[a]; Luis Eduardo Servín Garcidueñas[a]

✉*rojasalanisa@gmail.com

[a] Laboratorio de Microbiómica, Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad Morelia, UNAM, Morelia, Michoacán, 58159, México

Palabras clave: Manglar, sedimentos, bacterias, diversidad, ecología

Introducción. Los manglares son ecosistemas estuarinos que constituyen entre el 60 % y el 70 % de la costa en los trópicos y subtrópicos, desempeñan un importante papel protector y funcional en el equilibrio ecológico. Por lo tanto, los manglares forman un componente crucial de la cadena alimentaria en el bioma costero salino. El entorno dinámico del ecosistema de manglares debido a la afluencia de las mareas, la salinidad, el pH, la temperatura, la disponibilidad de luz, el grado de anoxia del suelo, la textura del suelo, el patrón de precipitaciones y la disponibilidad de nutrientes orgánicos e inorgánicos proporciona un entorno excelente para una amplia gama de organismos con heterogénea funciones (Holguín *et al.,* 2001). Además, los manglares son importantes reservorios de diversidad microbiana (Imchen *et al.,* 2018) varios grupos funcionales de bacterias, como bacterias fijadoras de nitrógeno, solubilizadoras de fosfatos, reductoras de sulfato y metales, tienen una gran abundancia en el hábitat de los manglares. Estos grupos funcionales bacterianos juegan un papel esencial en la promoción de la utilización de elementos nutritivos por parte de las plantas de mangle (Jing *et al.,* 2013). A pesar de los avances globales en la comprensión de la diversidad microbiana y su papel, el conocimiento de esta en manglares mexicanos ha sido muy poco estudiada por lo que esta investigación tiene como objetivo describir la composición y diversidad en los sedimentos de una zona de manglar del pacifico mexicano a través de la secuenciación masiva de amplicones de genes 16S rRNA. **Metodología.** La colecta de muestras se realizó en el municipio costero de Lázaro Cárdenas, Michoacán en dos sitios distintos; el primero correspondiente a el estero “Barra de Pichi” con coordenadas geográficas 17° 56„ 32„" N y 102° 19„ 41"" O y sobre 0 msnm. El segundo sitio denominado como “Barra de Santa Ana” con coordenadas 17° 58" 00" N y 102° 17" 37"" O y 0 msnm, ambos sitios con vegetación de manglar de la especie *conocarpus erectus*. Se colectaron tres muestras (MBS1, MBS2 y MBS3) de 30 gramos de sedimento por muestra de una profundidad de 10 cm del área de la rizosfera. Para analizar la diversidad bacteriana, se amplificaron las regiones V1–V3 del 16S bacteriano. El gen del ARNr se amplificó por PCR de acuerdo con el protocolo del fabricante, se utilizó el kit Nextera XT index (Illumina) para la preparación de la biblioteca y la muestra resultante se cuantificó con el kit de ensayo Qubit ADN de doble cadena (dsDNA) (Life Technologies, EEUA). La secuenciación se realizó utilizando una plataforma MiSeq con un formato de extremos emparejados de 300 pb (Macrogen Co., Seúl, Corea del Sur). Las lecturas se evaluaron y filtraron con el software FastQC v.0.11.8, posteriormente las lecturas se procesaron en QIIME2 v.2022.2.1, y las secuencias representativas de ASV se asignaron taxonómicamente utilizando la base de datos SILVA v.138 SSURef Nr99. **Resultados y**

discusión Se obtuvieron un total de 481.562 lecturas clasificadas en 48 *phyla* (figura 1), en donde los más representativos fueron *Proteobacteria Bacteroidota Desulfobacterota Verrucomicrobiota Actinobacteriota Chloroflexi Firmicutes Acidobacteroidota Planctomycetota Campylobacterota,* agrupadas en 29 familias donde 16 familias son únicas entre las tres muestras y el resto compartidas (figura 2). El mayor porcentaje de identificaciones a nivel filo corresponden a la muestra 1 más próxima a la línea costera, la muestra con menor diversidad de filos corresponde a MBS3, las secuencias corresponden a metabolismo anaeróbico quimiolitotrófico o quimioheterotrófico y anoxigénico, así como microorganismos activos involucrados en el metabolismo de un compuesto específico o isótopos pesados como como ^{13}C, ^{18}C y ^{15}N

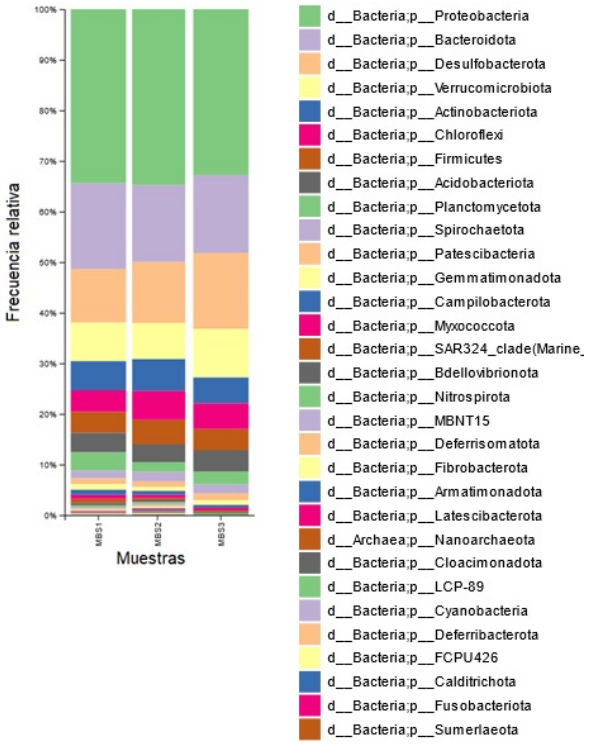
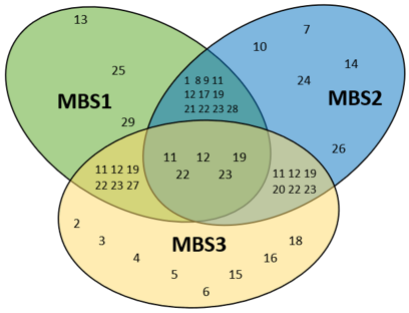


Figura 1. Composición taxonómica y abundancias relativas a nivel de filo.



Familia	Identificador
Anaerolineaceae	1
Acetobacteraceae	2
Acholeplasmataceae	3
Acidiferrobacteraceae	4
Acidihalobacteraceae	5
Acidobacteriaceae	6
Arcobacteraceae	7
Comamonadaceae	8
Desulfocapsaceae	9
Desulfosarcinaceae	10
Flavobacteriaceae	11
Gallionellaceae	12
Geobacteraceae	13
Hydrogenophilaceae	14

Familia	Identificador
Izemoplasmataceae	15
Leptospirillaceae	16
Nitrosomonadaceae	17
Paludibacteraceae	18
Pedosphaeraceae	19
Peptostreptococcales	20
Pirellulaceae	21
Prolixibacteraceae	22
Rhizobiaceae	23
Rhodanobacteraceae	24
Rhodobacteraceae	25
Rhodocyclaceae	26
Spirochaetaceae	27
Sulfurimonadaceae	28
Xanthobacteraceae	29

Figura 2. Diagrama de Venn con las familias agrupadas por muestra.

Conclusiones. Obtuvimos resultados donde se identificaron secuencias de bacterias involucradas en la transformación de nutrientes, fotosíntesis, fijación de nitrógeno, metanogénesis, solubilidad de fosfatos, reducción de sulfatos y producción de otras sustancias, los resultados son consistentes con otros trabajos en manglar (Basak *et al.,* 2016; Nathan *et al.,* 2020).

Referencias

- Basak, P., Pramanik, A., Sengupta, S., Nag, S., Bhattacharyya, A., Roy, D., ... & Bhattacharyya, M. (2016). Bacterial diversity assessment of pristine mangrove microbial community from Dhulibhashani, Sundarbans using 16S rRNA gene tag sequencing. Genomics data, 7, 76-78.

- Holguin G, Vazquez P, Bashan Y (2001) The role of sediment microorganisms in the productivity, conservation, and rehabilitation of mangrove ecosystems: an overview. Biol Fert Soils 33:265–278.
- Imchen, G. Li, Z. Changing bacterial profile of Sundarbans, the world heritage mangrove: impact of anthropogenic interventions World J. Microbiol. Biotechnol., 31 (2015), pp. 593-610.
- Jing, X. T., Peng, X., Deng, G. H., Sheng, H. F., Wang, Y., Zhou, H. W., & Tam, N. F. Y. (2013). Illumina sequencing of 16S rRNA tag revealed spatial variations of bacterial communities in a mangrove wetland. *Microbial ecology*, *66*, 96-104.
- Nathan, V. K., Vijayan, J., & Ammini, P. (2020). Comparison of bacterial diversity from two mangrove ecosystems from India through metagenomic sequencing. Regional Studies in Marine Science, 35, 101184.

ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA EN ÁREAS DE PERTURBACIÓN EN UN MANGLAR: SITIO RAMSAR 1602

Agustín de Jesús Basáñez Muñoz[a]*; Fernanda Gutierrez-Rivera[b]; Liliana Cuervo-López[a]

✉*abasanez@uv.mx

[a] Universidad Veracruzana, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Km. 7.5 Carretera Tuxpan-Tampico, Colonia Universitaria C.P. 92895 Tuxpan, Veracruz, México.
[b] Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Área de Protección de Flora y Fauna "Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan", Avenida Adolfo Ruiz Cortínez No. 55 Colonia Adolfo Ruiz Cortínez C.P. 92880 Tuxpan, Veracruz. México.

Palabras clave: Contribución, especies, estructura, bosque

Introducción. En sitios de manglar que presentan algún tipo de degradación y en la que se incorporen estrategias de restauración, un estudio que se hace indispensable es la caracterización estructural Romero-Berny *et al.* (2019). En un bosque de mangle asociado a la laguna de Tampamachoco, Veracruz se presenta un sitio perturbado y se observa una perturbación diferenciada. En el presente estudio se busca utilizar el índice de valor de importancia en tres sitios con diferentes grados de perturbación de un bosque de mangle y definir la contribución de cada especie a la estructura del bosque. **Metodología.** Los datos fueron colectados con base a cinco transectos perpendiculares a la laguna de Tampamachoco, cuatro de los cuales atravesaron los grados de perturbación y se contó con un transecto de referencia. En cada transecto, se realizaron a cada 50 m cuadrantes de 10 x 10 m, en donde se identificaron las especies, se tomó el diámetro a 130 cm y se obtuvo su área basal. Con el procesamiento de densidad, dominancia y frecuencia se obtuvo el Índice de Valor de Importancia (IVI) como lo proponen Rodríguez *et al.* (2018). Con la información obtenida se realizaron análisis multivariados y su contraste entre grados de perturbación. **Resultados y discusión.** En la tabla 1 se muestran los valores del IVI para cada especie y en función a cada una de las zonas y las distancias con referencia a la laguna. *Avicennia germinans* fue la especie más importante en seis sitios perturbados y *Rhizophora mangle* solo en dos, en contraste, en el sitio de referencia se alternan las dos especies a lo largo del transecto e inclusive, *Laguncularia racemosa* aparece al final del bosque. Lewis *et al.* (2017) citando a Pool *et al.* (1977) y Cintron *et al.* (1978) muestran que la estructura de un manglar está estrechamente relacionada con el estrés del bosque y su salud, en el presente estudio la presencia de una sola especie en la subzona parcialmente degradada. Un análisis multivariante de la varianza (MANOVA) indicó que existen diferencias significativas entre los valores del IVI por subzona (Wilks´lambda: 0.4669; P = 0.0113), en donde la subzona parcialmente degradada es diferente con las otras tres subzonas.

Tabla 1. Índice de Valor de Importancia (IVI) por zonas de degradación y sitio de referencia.

Zona degradada A	Subzona: No degradada (0-200 m)				Subzona: Parcialmente degradada (225-300 m)				Subzona: Completamente degradada (325-550 m)			
Especie	**Densid. relativa**	**Dominan. relativa**	**Frecuen. relativa**	**IVI**	**Densid. relativa**	**Dominan. relativa**	**Frecuen. relativa**	**IVI**	**Densid. relativa**	**Dominan. relativa**	**Frecuen. relativa**	**IVI**
R. mangle	41.81	39.61	41.18	**122.60**								
A. germinans	57.39	59.74	52.94	170.07	100	100	100	**300**				
L. racemosa	0.80	0.65	5.88	7.33								
Zona degradada B	Subzona: No degradada (0-200 m)				Subzona: Parcialmente degradada (225-300 m)				Subzona: Completamente degradada (325-550 m)			
Especie	**Densid. relativa**	**Dominan. relativa**	**Frecuen. relativa**	**IVI**	**Densid. relativa**	**Dominan. relativa**	**Frecuen. relativa**	**IVI**	**Densid. relativa**	**Dominan. relativa**	**Frecuen. relativa**	**IVI**
R. mangle	49.16	8.93	40.03	98.12								
A. germinans	50.52	90.62	53.33	**194.47**	100	100	100	**300**				
L. racemosa	0.32	0.45	6.64	7.41								
Zona degradada C	Subzona: No degradada (0-200 m)				Subzona: Parcialmente degradada (225-300 m)				Subzona: Completamente degradada (325-550 m)			
Especie	**Densid. relativa**	**Dominan. relativa**	**Frecuen. relativa**	**IVI**	**Densid. relativa**	**Dominan. relativa**	**Frecuen. relativa**	**IVI**	**Densid. relativa**	**Dominan. relativa**	**Frecuen. relativa**	**IVI**
R. mangle	70.34	69.51	38.88	**178.73**								
A. germinans	28.73	28.07	44.45	101.25	100	100	100	**300**				
L. racemosa	0.93	2.42	16.67	20.02								
Zona degradada D	Subzona: No degradada (0-200 m)				Subzona: Parcialmente degradada (225-300 m)				Subzona: Completamente degradada (325-550 m)			
Especie	**Densid. relativa**	**Dominan. relativa**	**Frecuen. relativa**	**IVI**	**Densid. relativa**	**Dominan. relativa**	**Frecuen. relativa**	**IVI**	**Densid. relativa**	**Dominan. relativa**	**Frecuen. relativa**	**IVI**
R. mangle	63.09	63.30	50	**176.39**	50.86	7.30	20	78.16				
A. germinans	36.91	36.70	50	123.61	49.14	92.70	80	**221.84**	100	100	100	**300**
L. racemosa												
Sitio de referencia												
Especie	**Densid. relativa**	**Dominan. relativa**	**Frecuen. relativa**	**IVI**	**Densid. relativa**	**Dominan. relativa**	**Frecuen. relativa**	**IVI**	**Densid. relativa**	**Dominan. relativa**	**Frecuen. relativa**	**IVI**
R. mangle	74.11	74.26	42.85	**191.22**	18.26	18.73	50	86.99	50.74	50.14	46.15	**147.03**
A. germinans	22.73	22.87	42.85	88.45	81.74	81.27	50	**213.01**	47.63	49.13	46.15	142.91
L. racemosa	3.16	2.87	14.30	20.33					1.63	0.73	7.70	10.06

Conclusiones. Con base a los valores del Índice de Valor de Importancia en zonas parcialmente degradadas la especie que siempre estuvo presente en las distintas áreas fue *Avicennia germinans*, mostrando que es la especie más importante en los sitios de muestreo y por ser la única presente en la subzona degradada, con mayor resistencia al estrés.

Referencias

- Lewis, R. R., Milbrandt, E. C., Brown, B., Krauss, K. W., Rovai, A. S., Beever, J. W., & Flynn, L. L. (2015). Stress in mangrove forests: Early detection and preemptive rehabilitation are essential for future successful worldwide mangrove forest management. Marine Pollution Bulletin, 109(2), 764–771. http://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.03.006

- Rodríguez-Zúñiga M. T., E. Villeda-Chávez, A. D. Vázquez-Lule, M. Bejarano, M. I. Cruz-López, M. Olguín, S. A. Villela-Gaytán, R. Flores (Coordinadores). (2018). Métodos para la caracterización de los manglares mexicanos: un enfoque espacial multiescala. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Ciudad de México. 272 pp.
- Romero-Berny, E.I., Tovilla-Hernández, C., Torrescano-Valle, N. y Schmook, B (2019). Heterogeneidad structural del mangler como respuesta a factores ambientales y antrópicos en el Soconusco, Chiapas, México. Polibotánica. 47,39-58. DOI: 10.18387/polibotanica.47.4

CILIADOS (ALVEOLATA: CILIOPHORA) DE LOS SEDIMENTOS EN LOS ECOSISTEMAS DE MANGLAR EN EL PACÍFICO MEXICANO

Rosaura Mayén-Estrada[a]; Carlos Alberto Durán-Ramírez[a]; Fernando Olvera-Bautista[b]; **Víctor Manuel Romero-Niembro[c*]**

✉*romerolagusc@gmail.com

[a] Laboratorio de Protozoología, Facultad de Ciencias, UNAM. Circuito ext. s/n. Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, Ciudad de México, México.
[b] Departamento de Biología Comparada, Facultad de Ciencias, UNAM. Circuito ext. s/n. Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, Ciudad de México, México.
[c] Aldea Verde, Av. del Bejuco 4, El Carrizal, 76030, Santiago de Querétaro, México.

Palabras clave: ciliados, protistas, biodiversidad, manglares

Introducción. Los manglares son ecosistemas en los que se han documentado comunidades de protistas heterótrofos como los ciliados (Lynn, 2008). El conocimiento de la biodiversidad de los ciliados que habitan en los sedimentos de manglares de la vertiente Pacífico mexicano es aún parcial (Mayén-Estrada *et al.,* 2020). El objetivo del presente trabajo es proporcionar la información de los ciliados que habitan en estos ecosistemas. **Metodología.** Realizamos una revisión bibliográfica de la literatura disponible para ciliados habitantes de manglar en el litoral del Pacífico mexicano, que incluyó principalmente publicaciones científicas y tesis, así como el informe CONABIO-CAT KT003 (2020). Se extrajo información de la base de datos BIOTICA v. 5.0 del proyecto Catálogo de Autoridades Taxonómicas KT003- CONABIO. Las búsquedas consideraron como criterios "phylum", "localidad", "ambiente", "forma de vida", "ecoregion marina de México" y "cita bibliográfica". Además, se realizó una búsqueda adicional en motores de búsqueda. Los registros incluidos corresponden a taxones a nivel de especie verificadas taxonómicamente. **Resultados y discusión**. Obtuvimos los datos de 36 especies (Tabla 1) que habitan en los sedimentos de los manglares del estado de Nayarit, que corresponden a especies de vida libre, las cuales poseen cilios tigmotácticos (Kalinowska, 2013; Lynn, 2017), y son libre nadadores entre los intersticios de los sedimentos. Se incluye el listado taxonómico de las especies agrupadas en diez de las once clases de ciliados de acuerdo con Lynn (2017) identificadas en esta región del Pacífico mexicano. **Conclusiones**. Se han registrado 36 especies de ciliados de vida libre (Phylum Ciliophora) incluidas en diez clases. La clase Spirotrichea está representada por siete especies y la clase Plagyopilea solamente por una especie. Las especies de ciliados registradas habitan entre los sedimentos del ecosistema de manglar en San Blas, Nayarit. El conocimiento de las comunidades de protistas en manglares del Pacífico es prácticamente nulo, siendo primordial incrementar los estudios en la región dada su importancia ecológica. Agradecimientos. A la CONABIO por el financiamiento del proyecto CAT KT003 “Protistas ciliados y flagelados heterótrofos.

Tabla 1. Riqueza específica de ciliados de los sedimentos en el ecosistema de manglar de San Blas, Nayarit

Clase	Especies de ciliados
Armophorea Lynn, 2004	*Metopus contortus*
	Metopus palaeformis
Colpodea Small & Lynn, 1981	*Colpoda maupasi*
	Colpoda steinii
Heterotrichea Stein, 1859	*Anigsteinia oligonucleata*
	Spirostomum teres
Karyorelictea Corliss, 1974	*Trachelocerca gracilis*
Litostomatea Small & Lynn, 1981	*Lacrymaria olor*
	Lacrymaria salinarum
	Lacrymaria versatilis
	Litonotus fasciola
	Loxophyllum helus
	Loxophyllum uninucleatum
	Mesodinium acarus
	Mesodinium pulex
	Siroloxophyllum utriculariae
Nassophorea Small & Lynn, 1981	*Drepanomonas obtusa*
	Cinetochilum margaritaceum
Oligohymenophorea de Puytorac et al., 1974	*Cyclidium glaucoma*
	Frontonia marina
	Urocentrum turbo
	Uronema marinum
Plagiopylea Small & Lynn, 1985	*Sonderia sinuata*
Prostomatea Schewiakoff, 1896	*Coleps hirtus*
Spirotrichea Bütschli, 1889	*Aspidisca cicada*
	Aspidisca lynceus
	Chaetospira muelleri
	Euplotes trisulcatus
	Euplotes nana
	Halteria grandinella
	Euplotes minuta
	Protocruzia adhaerens
	Rimostrombidium conicum
	Strombidium calkinsi
	Trachelostyla pediculiformis
	Uroleptus caudatus

Referencias

- Kalinowska, K. (2013). Community structure of psammon ciliates in sandy beaches of lakes. Oceanological and Hydrobiological Studies. 42(1), 14-21, DOI: 10.2478/s13545-013-0051-5
- Lynn, D. H. 2008. The ciliated protozoa: characterization, classification, and guide to the literature. Dordrecht: Springer.

- Lynn, D. H. (2017). Ciliophora. En: Archibald, J. M., Simpson, A. G. and Slamovits, C. H. (Eds.). Handbook of the Protists (Second Edition). Springer.
- Mayén Estrada, R., Reyes Santos, M., Durán Ramírez, C. A., Medina Durán, J. H., Olvera Bautista, J. F. Y., Vicencio Aguilar, M. E. & V. M. Romero Niembro. (2020). Protistas ciliados y flagelados heterótrofos. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ciencias. Informe final SNIB-CONABIO, Proyecto No. KT003. Ciudad de México.

COMPARACIÓN DE PRODUCCIÓN DE HOJARASCA DE DOS ADVC EN EL MUNICIPIO BENITO JUÁREZ, QUINTANA ROO.

Ruiz-Noguez Felipe Alberto[a*]; Gómez-Nieto Gerardo Miguel[a]; Dominguez-Victorica María Blanca[a]; Cruz-Sagrero Karina[a]

✉* ggomez@sylvatica.com.mx; fruiz@sylvatica.com.mx

[a] SYLVATICA, S.C.®, Av. Nichupté 20, Atrium, Loc. 404, S.M. 19, Mz. 02, Cancún, Quintana Roo, C.P. 77500. Tel (998) 845-5161.

Palabras clave: Manglar, ADVC, Hojarasca.

Introducción. La cobertura de los manglares de México los coloca en cuarto lugar a nivel mundial, tan sólo en Quintana Roo se identifican cinco modalidades de manglar: manglar mixto, manglar enano o chaparro, manglar ribereño, manglar franja y manglar isla (Granados-Sánchez *et al.,* 2018), por lo que se impulsa la importancia de reconocer su valor ecológico. Evaluaciones a nivel mundial destacan el papel de los manglares en el ciclo del carbono, principalmente como almacenes de carbono orgánico (Corg) en los sedimentos y exportadores de Corg disuelto y particulado, sin embargo, existe menos información sobre flujos de Corg, dominando los relacionados con la caída de hojarasca (Herrera-Silveira *et al.,* 2016); la fuente más importante de energía vegetal en los ecosistemas se produce de las partículas de detritos que se originan en los árboles, arbustos, juncos y pastos de la cuenca (Odum & Heald, 1975). En el presente trabajo se hace un análisis comparativo de la producción de hojarasca de dos sistemas de manglar diferentes, el primero de manglar chaparro disperso de mangle rojo (*Rhizophora mangle*) dentro del Área Destinada Voluntariamente a la Conservación (ADVC) “Bios Petempich”; el segundo un manglar mixto conformado por mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*), dentro del ADVC “Puerta del Mar”. Ambas en el municipio de Benito Juárez, Quintana Roo. **Metodología.** En el ADVC “Bios Petempich” se establecieron cuatro parcelas permanentes en el área, con una dimensión de 100 m² (10 m x 10 m). Dentro de cada parcela se colocaron 10 canastas fijas, resultando un total de 40 canastas. Para el ANP “Puerta del Mar” se distribuyeron 6 canastas, en un manglar con altura promedio de 13 m. Se compararon los datos mensuales obtenidos en ambas áreas, los de Bios Petempich obtenidos en 2021 y los del ADVC Puerta del Mar tomados en los meses de agosto a diciembre de 2022; la hojarasca colectada de cada una de las canastas fue procesada y posteriormente se separó y proceso en cada uno de sus componentes (hojas, flores, y estípulas). El procesamiento de la hojarasca consistió en el pesaje del material en las condiciones en que se colectaron (material húmedo), posteriormente se realizó el proceso de secado del material a una temperatura de 70 °C durante dos horas, y se pesó nuevamente de forma conjunta y de manera separada por cada uno de sus componentes. **Resultados y discusión.** El comparativo de los resultados muestra que existe una mayor producción de hojarasca en Bios Petempich que la encontrada en Puerta del Mar, ya que los valores por mes se muestran en la Tabla 1, y se expresan de manera gráfica en la Figura 1.

Tabla 1. Comparativo de producción de hojarasca.

ADVC	AGO	SEP	OCT	NOV
PUERTA DEL MAR	0.2355	0.4061	0.4212	0.2296
BIOS PETEMPICH	0.5896	0.5896	0.5896	0.7927

ton/ha/año

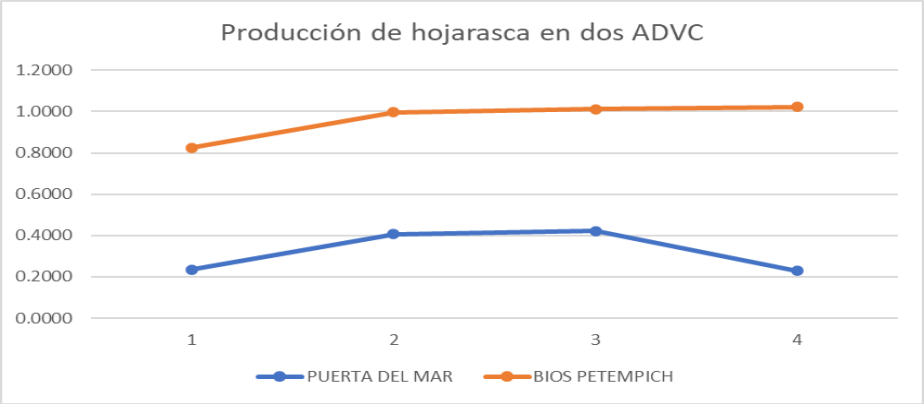


Figura 1. En la gráfica se muestra el comparativo de la producción de hojarasca en los dos ADVC.

Conclusiones. Como se puede apreciar la producción de hojarasca en todos los meses es mayor en Bios Petempich, lo que permite suponer que el manglar mixto de Puerta del Mar presenta condiciones hidrológicas más estables y por lo tanto menor estrés ambiental que el que presenta Bios Petempich, que corresponde a un manglar de cuenca en donde son notables los cambios en el nivel de inundación, presencia de perifiton y el nulo aporte de material alóctono.

Por lo que el presente trabajo es una evidencia de las diferencias entre los tipos de manglar y la influencia de las variables ambientales en la producción de materia orgánica.

Referencias.

- Granados-Sánchez, D., López-Ríos, G., Martínez, F. D. J., & Martínez-Castillo, J. (1998). Los manglares de Quintana Roo. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo (México).
- Herrera Silveira, J. A., Camacho Rico, A., Pech, E., Pech, M., Ramírez Ramírez, J., & Teutli Hernández, C. (2016). Dinámica del carbono (almacenes y flujos) en manglares de México. Terra Latinoamericana, 34(1), 61-72.
- Odum, W. E., & Heald, E. J. (1975). Mangrove forests and aquatic productivity. In Coupling of land and water systems (pp. 129-136). Springer, Berlin, Heide

USO DE MADERA DE MANGLE EN LAS ÁREAS GANADERAS EN LA COSTA DE CHIAPAS, MÉXICO.

Cristian Tovilla Hernández[a]; **Jony R. Torres Velázquez[b*]**

✉*jtorres.velazquez@itvy.edu.mx

[a] Laboratorio de Ecología y Manejo Integral de Zona Costera, El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Tapachula, Carretera Antiguo Aeropuerto km. 2.5 Tapachula Chiapas, México C.P. 30700, Fax 962 6289800.
[b] Instituto Tecnológico del Valle del Yaqui (ITVY), Valle del Yaqui, Bácum, Sonora. Km 25. Carretera a San Ignacio Río Muerto. Tel.: (643) 4357100 Fax: (643) 4357101.

Palabras claves: Postes, mangle, bosques residuales, costos.

Introducción: A nivel socioeconómico los manglares constituyen uno de los recursos más valiosos, la conservación de esta vegetación tiene gran importancia a nivel social, debido a la multitud de servicios ecosistémicos que proporcionan. Esta vegetación se encuentra bajo gran presión antrópica, situación que amenaza los servicios ambientales que brindan a la población (Lopez-Rodríguez, 2018). **Objetivo** cuantificar el uso, volumen y costo de la madera de mangle como postes extraídos durante 18 años en el litoral de Chiapas. **Metodología**: El estudio comprende el periodo: 2000-2018, se realizaron acuerdos con los propietarios de ranchos para realizar el monitoreo del uso de madera con una frecuencia 2-3 años. Se identificaban las especies y numeraba con pintura color negro los postes en cada cerca, se obtenía la altura, diámetro, peso y costo de los postes. Después del segundo monitoreo se revisaba el número de postes iniciales, sustituidos y faltantes. Cada poste sustituido se volvía a numerar, colocando una línea roja horizontal debajo del número para diferenciarlos del resto de postes. **Resultados y discusión**: Se registraron 21 especies de árboles utilizadas como postes y se midieron 15,652 postes en 15 localidades de seis municipios de Chiapas y uno en Oaxaca. Los municipios de Arriaga, Tonalá y Pijijiapán fue donde más extracción de madera de mangle existe. C*onocarpus erectus* (48.4%) y *Laguncularia racemosa* (30.7%) son las especies más utilizadas (79.1%). El 2001 fue el año de mayor explotación con el 88%, donde un m^3 de madera requiere 83.3 postes de *C. erectus* y 105.3 de *L. racemosa*. La altura de los postes (2m) es similar; mientras el diámetro y el peso registraron una amplia variación, C*. erectus* registro 8.48±0.05cm., y 9.71±.06kg., *L. racemosa* 7.72±0.09cm/8.08±0.05kg. En el periodo estudiado se han extraído 7865.8 m^3 de madera, correspondientes a 4682 y 3196m^3 a *C. erectus* y *L. racemosa.* El costo de los postes registró un aumento progresivo desde $317 pesos el m^3 en 2000, hasta $1791 pesos en 2018. Existen localidades como La Gloria en Arriaga donde la extracción es excesiva (1259.3m^3), 98.5% corresponden a *C. erectus.* **Conclusiones:** la sobreexplotación de madera por la ganadería ha provocado la eliminación de *C. erectus* y ha provocado que muchas áreas están quedando como bosques residuales o “esqueletos”; por el contrario, las localidades aledañas a la Reserva La Encrucijada registraron valores de extracción bajos (3.5%). Esto concuerda con estudios realizados en forma simultánea en todo el litoral por Santamaría (2014) y Tovilla *et al.* (2018).

Referencias

- López-Rodríguez, FV. (2018). Mangrove Concessions: An Innovative Strategy for Community Mangrove Conservation in Ecuador. In: Makowski C and Finkl CW (eds) Threats to Mangrove Forests: Hazards, Vulnerability, and Management. Cham: Springer International Publishing, pp. 557–578. doi: 10.1007/978-3-319-73016-5_25.
- Santamaría-Damián S, Acosta-Velázquez J, Romero-Berny EI, Tovilla-Hernández C, (2015). Cambios en la cobertura de los manglares y modificación del terreno en el Sistema Lagunar Los Patos-Sólo Dios, en la costa de Chiapas, México. Lacandonia 9 (1): 21-30.
- Tovilla H.C., Salas R.R.L., de la Presa P.J.C., Lan R.A., Villatoro A.E.M., Ovalle E.F., Barrios R.M.A., de la Cruz M.G. (2018). Informe Final del Proyecto FN005: Inventario y Monitoreo del Estado Actual de los Bosques de Manglar de Chiapas y Oaxaca. Laboratorio de Ecología y Manejo Integral de Sistemas Costeros, El Colegio de la Frontera Sur ECOSUR, Unidad Tapachula y Comisión Nacional Para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad (CONABIO), Ciudad de México, 287pp.

ESTRUCTURA, PRODUCTIVIDAD Y FENOLOGÍA DEL MANGLAR EN UNA REGIÓN ÁRIDA SUBTROPICAL DEL GOLFO DE CALIFORNIA

Mascareño-Grijalva Juan José[a*]; Jony R. Torres-Velázquez[a]; Sánchez-Mejía Zulia[b]; Arreóla-Lizárraga José A.[c]

✉*mgrijalvajuanjose@gmail.com

[a] Nacional de México/I. T. del Valle del Yaqui. Academy of Biology. Laboratory of Ecology in Coastal Zones. Av. Tecnológico, Block 611, Bácum, Sonora. México.
[b] Instituto Tecnológico de Sonora (ITSON), 5 de febrero 818 sur, Col. Centro 85000. Cd. Obregón, Sonora, Departamento de Ciencias del Agua y Medio Ambiente.
[c] Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. (CIBNOR). Unidad Guaymas, Carretera a Las Tinajas, Predio El Tular s/n, Guaymas, Sonora, 85454, México.

Palabras clave: Manglar, fenología, litterfall, hidroperíodo, piezómetro

Introducción. Las comunidades de manglares son diversas y su composición de especies varía longitudinalmente a lo largo del mundo (Tomlinson, 1986), son ecosistemas altamente productivos porque aportan permanentemente, a través de su hojarasca, material orgánico a los compartimentos tróficos de detritívoros y descomponedores (Lee, 2008). La productividad de los manglares en la mayoría de los casos ha sido cuantificada la producción de hojarasca (Steinkey & Charles, 1984), expresada en la cantidad producida por unidad de área y tiempo (Kristensen *et al.,* 2008). La producción de hojarasca del manglar varía en función a diferentes condiciones como forest type (Lugo, Brown & Brinson, 1988), especie, geomorfología (Arreola-Lizárraga, Flores-Verdugo & Ortega-Rubio, 2004), hidrología (Zaldivar-Jiménez *et al.,* 2004), salinidad (Twilley *et al.,* 1997), precipitaciones (Torres *et al.,* 2017). Este estudio se realizó en manglares de tres lagunas costeras de la costa este del Golfo de California con el objetivo de conocer sus atributos estructurales, fenología y su productividad primaria en relación con la fisicoquímica del agua, precipitación y temperatura. **Metodología.** La producción de hojarasca se estimó por medio de trampas y la fisicoquímica del agua (superficial, intersticial y subterránea) e hidroperíodo se determinaron por medio de piezómetros. **Resultados y discusión.** El manglar estuvo compuesto por *Rhizophora mangle* (L.), *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn y *Avicennia germinans* (L.) Stearn. Los resultados mostraron salinidades en agua intersticial y subterránea > 50 psu como resultado de los escasos aportes de agua dulce y se demostró evidencia negativa entre la altura del manglar y la salinidad, estas condiciones se reflejan con bajo desarrollo estructural (mayor altura 5.1 ± 0.2 m, mayor diámetro 15.1 ± 1.6 cm, mayor área basal 42.3 ± 2.9 m^2 ha^{-1}) y con mayor densidad de *A. germinans*. La floración del manglar comenzó previo a la temporada de lluvias con mayor producción en junio y la mayor producción de frutos se seleccionó en septiembre con el nivel más alto de hidroperíodo (agosto a octubre), la producción de flores y frutos aumentaron con la temperatura del aire y del agua (correlación positiva) intersticial y subterráneo (junio a octubre). **Conclusiones.** La producción promedio de hojarasca de estos manglares fue de ~ 4 ton ha-1año-1. Cabe destacar que la respuesta fenológica del manglar a las variables de temperatura (aire y agua), enfatiza la necesidad de su monitoreo en series largas de tiempo para documentar dichos procesos ante escenarios de cambio climático.

Referencias

- Kristensen, E., Bouillon, S., Dittmar, T., & Marchand, C. (2008). Organic carbon dynamics in mangrove ecosystems: a review. Aquatic Botany, 89(2), 201–219.
- Lee Y., S., Kristensen, E., Twilley R., R. (2008), Mangrove ecosystems: a global biogeographic perspective. Springer International Publishing, Cham, Switzerland, pp. 347–371.
- Lugo, A. E., Brown, S., & Brinson, M. (1988). Forested wetlands in freshwater and salt-water environments. Limnology and Oceanography, 33(4, part 2), 894–909.
- Steinkey, T. D., & Charles, L. M., (1984). Productivity and phenology of Avicennia marina (Forsk.) Vierh. And Bruguiera gymnorhiza (L.) Lam. In Mgeni Estuary, South Africa. In: Teas, (eds.), Physiology and Management of Mangroves. Dr. W. Junk Publishers, pp. 22-31.
- Tomlinson, P. B. (1986). The botany of mangrove (p. 413). Cambridge, England: University Press.
- Torres, J. R., Infante-Mata, D., Sánchez, A. J., Espinoza-Tenorio, A., & Barba, E. (2017). Atributos estructurales, productividad (hojarasca) y fenología del manglar en la Laguna Mecoacán, Golfo de México Revista de Biología Tropical, 65, 1592–1608.
- Twilley, R. R., Pozo, M., García, V. H., Rivera-Monroy, V. H., Zambrano, R., & Bodero, A. (1997). Litter dynamics in riverine mangrove forest in the Guayas River estuary, Ecuador. Oecología, 111, 109-122.
- Zaldívar-Jiménez, A., Herrera-Silveira, J., Coronado-Molina, C., & Alonzo-Parra, D. (2004). Estructura y productividad de los manglares en la reserva de biosfera Ría Celestún, Yucatán, Madera y Bosques, 2, 25–35.

PRODUCCIÓN DE HOJARASCA EN UN MANGLAR CHAPARRO, ADVC BIOS PETEMPICH, BENITO JUÁREZ, QUINTANA ROO

Gómez Nieto Gerardo Miguel[a*], Miriam Garza López[a]; Suárez Montes Luis[a]; Tierra Blanca Macedo Paola[a]; Lazo Arjona Rogelio[a]

✉*ggomez@sylvatica.com.mx

[a] SYLVATICA, S.C.®, Av. Nichupté 20, Atrium, Loc. 404, S.M. 19, Mz. 02, Cancún, Quintana Roo, C.P. 77500. Tel (998) 845-5161. Correo electrónico:

Palabras Clave: Manglar Chaparro, producción de biomasa, hojarasca, ADVC

Introducción. Se considera a los manglares como uno de los ecosistemas que presenta una alta tasa de productividad primaria. La caída de hojarasca (hojas, flores, ramas y estípulas) son indicadores del grado de productividad primaria neta que puede ser acumulada en el suelo, remineralizada a través de su degradación in situ.

La cantidad de materia orgánica que produce el manglar está en función de distintos factores, tales como, condiciones fenológicas, estacionalidad, hidro periodo, entre otros, para conocer cuál es la producción de biomasa que genera el manglar chaparro (*Rhizophora mangle*) se procedió a medir durante el año 2021, la producción mensual de hojarasca en el Área Destinada Voluntariamente a la Conservación "Bios Petempich", ubicada en el municipio de Benito Juárez, Quintana Roo. En la Península de Yucatán Zaldívar-Jiménez *et al.* (2004) estudiaron la caída de hojarasca en la Reserva de la Biosfera Ría Celestún, Yucatán, presentado los máximos valores de producción en dos periodos, el primero en época de seca (mayo) y el segundo durante la época de lluvia (agosto y septiembre); las hojas fueron el aporte más significativo con 70 y 80%, además se encontró un gradiente de producción de acuerdo con la estructura de la laguna. También Navarrete-Oliva (2002) estudió la caída de la hojarasca de los manglares del Canal de Bacalar Chico, para lo cual colectaron desde julio 2016 a julio 2017 en cinco sitios en dos canastas, el total de caída de la hojarasca anual fue de 2.61 m-2·día-1. Finalmente, cabe mencionar que no se encontraron estudios para los manglares del Norte de Quintana Roo, relacionados con la producción de hojarasca. Brown & Lugo (1982) indican que la hidrología, la entrada de nutrientes, salinidad y tipo de suelo son los factores más importantes que afectan la estructura y productividad de los mangles. Al respecto Coronado-Molina *et al.,* (2012) analizaron la dinámica de la hojarasca en relación con variables latitudinales, geomorfológicas, hidrológicas, suelo y salinidad, encontrando mayor producción de hojarasca durante la época de lluvia, con valores de 2.5 Mg/ha/año. **Metodología.** Para este estudio se establecieron cuatro parcelas permanentes en el área, con una dimensión de 100 m^2. En cada parcela se colocaron 10 canastas fijas, elaboradas a base de tubo de PVC y malla tipo mosquitero. Cada canasta tiene una superficie de 0.25 m^2, en la colocación de las canastas se procuró obtener la mayor cobertura del follaje, se realizó la colecta mensual de la hojarasca. La metodología para determinar el peso de los componentes fue: se pesó el material colectado en húmedo y posteriormente se sometió a un proceso de secado a 70 °C durante dos horas y posteriormente se determinó el peso de la materia seca por componente en una balanza granataria. Se calculó la producción por canasta y se determinó el promedio de los valores obtenidos de las diez canastas de cada parcela, los datos se transformaron para

determinar la producción promedio de biomasa por metro cuadrado (ton ha^{-1}) de cada parcela. **Resultados y discusión.** Los datos obtenidos de la producción de hojarasca en un año van de 4.38 a 6.1 ton/ha y el mes más productivo correspondió al mes de agosto con un promedio de 0.59 ton/ha. El mes menos productivo resultó ser enero con una producción promedio de 0.26 ton/ha. Este comportamiento se encuentra estrechamente ligado a la temporada de lluvias en la región. **Conclusiones.** Del volumen colectado en las canastas el 88.90% corresponde a hojas, el 3.71% a flores y el 7.39% a estípulas, siendo prácticamente nulos los propágulos.

Referencias

- Brown, S. y Lugo, A. (1982). A comparison ef structural an functional characteristics of salt water and fresh water wetlands. En B. T. Gopal, Wetlands Ecology and Mangement (págs. 109-130). Jaipur, India: Scientific Publishers.
- Coronado-Molina, C., Álvarez-Guillén, H., Day-Jr, J., Reyes, E., Pérez, B., Vera-Herrera F. y Twilley, R. (2012). Litterfall dynamicsin carbonate and deltaic mangrove ecosystems in the Gulf of Mexico. Wetlands Ecology and Management(20), 123-136.
- Navarrete-Oliva, R. (2002). Litter production of Rhizophora mangle al Bacalar Chico, Southern Quintana Roo. Universidad y Ciencia, 18:36.
- Zaldívar-Jiménez, A., Herrera-Silveira, J., Coronado Molina, C.y Alonso-Parra, D. (2004). Estructura y productividad de kis manglares en la Reserva de la Biósfera Ría Celestún, Yucatán, México. Maderas y Bosques(10), 25-35.

REVISIÓN Y ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN DE HOJARASCA DE MANGLARES DE MÉXICO

Jony R. Torres[a]; Edgar Villeda-Chávez[b]; **José A. Arreola-Lizárraga[c*]**; Cristian Tovilla-Hernández[d]; Dulce Infante-Mata[d]; Everardo Barba-Macías[e]

✉*aarreola04@cibnor.mx

[a] Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico del Valle del Yaqui, Academy of Biology Laboratory of Ecology in Coastal Zones, Av. Tecnológico, Block 611, Bácum, Sonora.
[b] Comisión Nacional de la Biodiversidad (CONABIO). Liga Periférico Insurgentes Sur 4903, Parques del Pedregal, Delegación Tlalpan, Ciudad de México, 14010.
[c]Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. (CIBNOR). Unidad Guaymas, Carretera a Las Tinajas, Predio El Tular s/n, Guaymas, Sonora, México, 85454.
[d] El Colegio de la Frontera Sur. Unidad Tapachula. Department of Sustainability Sciences. Tapachula, Chiapas, México.
[e] El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Villahermosa. Department of Sustainability Sciences, CP 86280 Villahermosa, México. ebarbaec@gmail.com

Palabras clave: Productividad, Manglares, México

Introducción. El ecosistema manglar es reconocido como uno de los más productivos a nivel mundial, esta productividad ha sido cuantificada principalmente por la cantidad de hojarasca producida por unidad de área y tiempo. El ecosistema de manglar funciona sobre una base de materia (nutrientes, sedimentos, materia orgánica, agua dulce y salobre), y energía (luz, temperatura, oleaje, mareas y huracanes), estos elementos permiten que el aparato fotosintético produzca una cierta cantidad de biomasa que se expresa en productividad primaria; la cual es variable dependiendo de factores que inciden en el desarrollo del manglar, como la latitud, estacionalidad, tipo de suelo, microtopografía, geomorfología y precipitación (Orihuela-Belmonte *et al.,* 2004; Torres *et al.,* 2018). Este estudio tiene como objetivo presentar una síntesis del conocimiento de la producción de hojarasca generada por los bosques de manglar en México. **Metodología.** Se realizó una revisión de artículos científicos, tesis y reportes técnicos. Todas las publicaciones consultadas utilizaron el método de canastas bajo el dosel para recolectar la hojarasca. Con base en las fuentes consultadas, se organizó una base de datos con los valores de producción de hojarasca (expresado en gramos de peso seco por metro cuadrado por año) y la información se agrupó por especie, tipo estructural de manglar, región, entidad federativa y sitio de estudio. **Resultados y discusión.** La región con más estudios fue el Pacífico Norte. Las regiones con menos estudios fueron Pacífico Central y Pacífico Sur. El valor más alto de aporte de hojarasca (25.7 Mg/ha/año) se registró en la Laguna de Tres Palos, Guerrero, región tropical semi-húmeda y el valor más bajo (1.75 Mg/ha/año) en Las Guásimas, Sonora, región semiárida-subtropical. Las principales variables reconocidas como factor causal de la producción de hojarasca son: la precipitación, la salinidad, los nutrientes, las condiciones ambientales (áridas, cársticas, húmedas), la estructura y la físico-química del agua en los sedimentos (salinidad, pH, potencial de oxidación-reducción)**. Conclusiones**. La integración de la información de la productividad de los manglares de México representa un punto de referencia para un análisis comparativo de la producción de hojarasca a escala multianual, en un espectro de tipos estructurales de manglares, en diferentes regiones del país y considerando

variables ambientales. Asimismo, el análisis regional permitirá establecer escenarios futuros, con fines de manejo y conservación de estos valiosos ecosistemas.

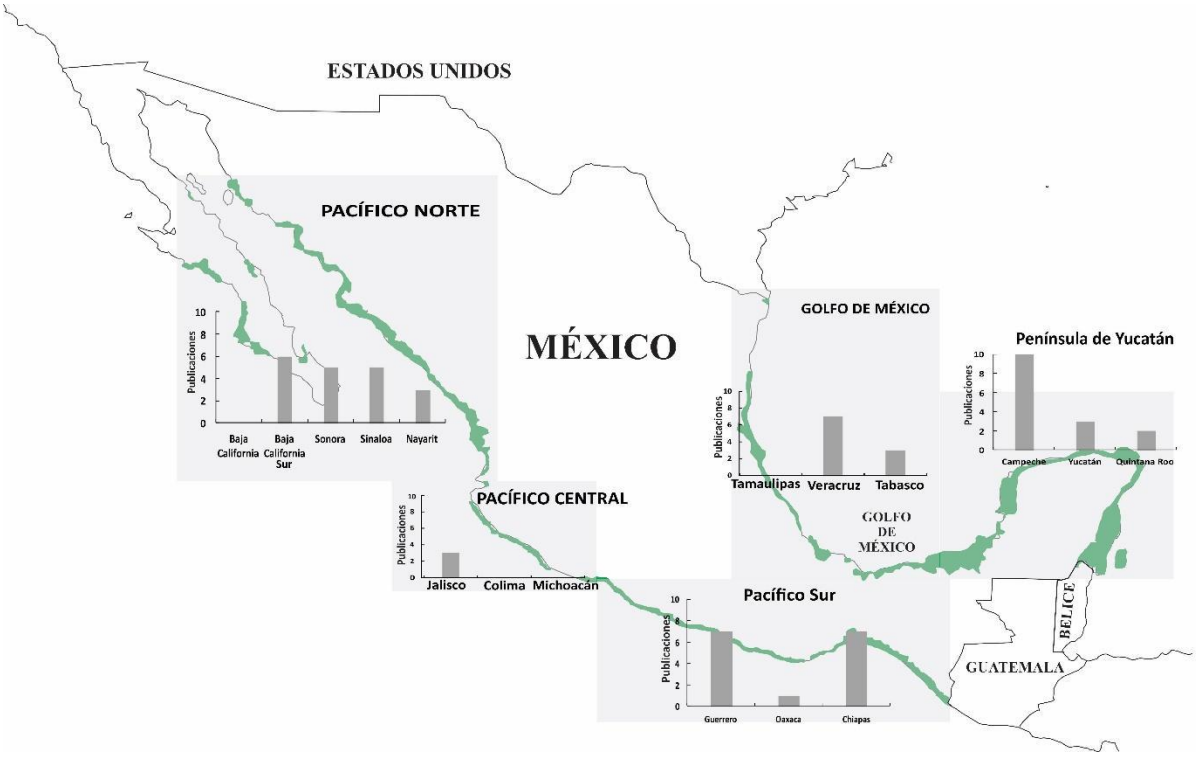


Figura 1. Número de publicaciones sobre producción de hojarasca de manglar en las diferentes regiones costeras de México. Las áreas sombreadas son zonas de manglar de acuerdo a: Velázquez-Salazar *et al.* (2021).

Referencias.

- Orihuela-Belmonte, D. E., Tovilla-Hernández, C. Francisco, M. H., Álvarez-Legorreta, T. Flujo de materia en un manglar de la costa de Chiapas, México. Madera y bosques (2004). 10Es2: 45-61. https://doi.org/10.21829/myb.2004.1031266
- Torres, J. R., Barba, E., Choix, J. 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 (2018). 11: 1-4. https://doi.org/10.1177/1940082918805188
- Velázquez-Salazar, S., Rodríguez-Zúñiga, M. T., Alcántara-Maya, J. A., Villeda-Chávez, E., Valderrama-Landeros, L., Troche-Souza, C., Vázquez-Balderas, B., Pérez-Espinosa, I., Cruz-López, M. I., Ressl, R., De la Borbolla, D. V. G., Paz, O., Aguilar-Sierra, V., Hruby, F. Muñoz-Coutiño, J. H. Manglares de México: actualización y análisis de los datos 2020. (2021). Comisión Nacional para el Uso y Conservación de la Biodiversidad. Mexico CDMX. Pp. 168 https://bioteca.biodiversidad.gob.mx/janium/Documentos/15638.pdf

CAMBIOS EN LA ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DEL MANGLAR EN LA RESERVA LA ENCRUCIJADA

Cristian Tovilla Hernández[a*]; Francisco Javier Castro López[a]

✉*ctovilla@ecosur.mx

[a] El Colegio de la Frontera Sur, ECOSUR Unidad Tapachula, Carretera Antiguo Aeropuerto Km. 2.5, colonia centro, Tapachula Chiapas, México C.P. 30700.

Palabras claves: Manglar, estructura, composición, área basal, extracción.

Introducción. La Reserva La Encrucijada en Chiapas alberga uno de los bosques de mangle mejor conservados y estructuralmente complejos del país, la zona núcleo comprende 20,560 hectáreas de bosques ribereños, constituidos por las especies: *Rhizophora mangle, R. harrisonii, Laguncularia racemosa, Avicennia germinans y Conocarpus erectus*. El objetivo fue cuantificar los cambios que ha experimentado la estructura y composición del manglar en la zona núcleo, debido al incremento de las presiones antropogénicas. **Metodología.** El estudio se realizó 2005-2019. En 2005 se establecieron 40 Unidades de Monitoreo Permanente (UMP), reduciéndose posteriormente a 24, en cada parcela de 400m^2 se midió la estructura, composición del arbolado, densidad, AB, DAP, altura, cobertura, mortalidad y extracción del arbolado. **Resultados y discusión.** *R. mangle* es la especie ampliamente dominante, se identificaron 8 clases diamétricas en el arbolado (2.5->40cm DAP). La densidad promedio fue 1682 árboles/ha., la mayor/menor densidad se registró en 2005 y 2019, el 62.8% del arbolado comprende las categorías juveniles (2.5-10.0cm), otros valores cuantificados: DAP, altura total y altura promedio del fuste fueron (16.9cm, 22.2m y 11.9) y la cobertura (27.9m^2), El área basal promedio fue de 38.9 m2/ha; y la mayor AB corresponde al arbolado senil (66.8m^2/ha). Los registros obtenidos en esta reserva son superiores a los registrados en otros manglares del Caribe de Costa Rica, Guerrero y Laguna de Términos en Campeche en México por Manrow & Vilchiz (2012), Carbajal & Santos (2017) y Hernández *et al.* (2022). La mortalidad y extracción en estos bosques fue baja (3.1%/5.1%), comparada con los sitios mencionados anteriormente. **Conclusiones.** Se observó una degradación paulatina en todos los parámetros dasométricos estudiados, siendo 2019 donde los valores son más bajos. Esto es consecuencia de la rectificación de todos los ríos, que provocó un gran arrastre de sedimentos, originando el azolvamiento de toda la reserva, como consecuencia de esto se realizaron muchos dragados para facilitar la pesca, esto ha provocado el colapso del área de estudio.

Referencias

- Hernández N.J., Pascual A.E.B., Saldívar A.J., Pérez C.R., 2022. Estructura y secuestro de carbono en manglares urbanos, fundamentos para su conservación en Isla del Carmen, Campeche, México. Botanical Sciences 100 (4): 899-911. DOI: 10.17129/botsci.3048.

- Manrow V.M., Vilchiz A.B., 2012. Estructura, composición florística, biomasa y carbono arriba del suelo en los manglares Laguna de Gandoca y Estero Moín, Limón, Costa Rica. Revista Forestal Mesoamericana Kurú Volumen.9, n°23, Julio. ISSN: 2215-2504
- Carbajal E.S.S., López S.L, 2017. Inventario y monitoreo del estado actual de los bosques de manglar de Guerrero (Informe Final). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y Pro-Manglares A.C., Proyecto de Asesores para la Sustentabilidad costera, Ciudad de México, 96pg.

GENÉTICA

VI CONGRESO MEXICANO
DE ECOSISTEMAS DE MANGLAR

MEMORIAS ARBITRADAS 2023

REDUCCIÓN DE LA VARIACIÓN GENÉTICA CUANDO ESTÁ LEJOS DEL CENTROIDE DEL NICHO: PREDICCIÓN PARA LAS ESPECIES DE MANGLARES

Maried Ochoa Zavala[a*]; Luis Osorio Olvera[b]; Ivania Cerón-Souza[c]; Elsie Rivera Ocasio[d]; Vania Jiménez Lobato[b]; Juan Núñez Farfán[b]

✉*mochoa@gmail.com

[a] Área de Ecología molecular y Genómica, Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad Morelia, Universidad Nacional Autónoma de México
[b] Laboratorio de Genética Ecológica y Evolución, Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autonoma de México. Avenida Universidad 3000, Alcaldía Coyoacán. CP 04510 Ciudad de México, México
[c] Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – Agrosavia, Centro de Investigación Tibaitatá. Km 14 Vía Mosquera. CP 250047, Bogotá, Colombia.
[d] Centro de Biología, Universidad de Puerto Rico. Carretera 174 número 170 Industrial Minillas. CP 00959 Bayamón, Puerto Rico.

Palabras clave: *Avicennia germinans*, distancia al centro del nicho, variación genética, precipitación, textura del suelo, tipos de suelo.

Introducción. La diversidad genética juega un papel central en la evolución de las especies; por lo tanto, comprender los factores que lo afectan y cómo estimarlo en las poblaciones naturales es crucial para los esfuerzos de conservación tanto ahora como en el futuro (Ellen & Galtier, 2016). La hipótesis del centro del nicho establece que las poblaciones que se distribuyen cerca del centroide del nicho ecológico de la especie tendrán mayores atributos relacionados con la aptitud, como la abundancia de la población y la diversidad genética, que las poblaciones cercanas a los bordes del nicho (Martínez-Meyer *et al.,* 2013; Lira-Noriega & Mantey, 2014). La evidencia empírica basada en la abundancia y, más recientemente, los datos de diversidad genética respaldan esta hipótesis (Osorio-Olvera *et al.,* 2020; Martínez-Meyer *et al.,* 2013; Lira-Noriega & Mantey, 2014). Sin embargo, existen pocos estudios que prueben esta hipótesis en especies costeras, como los manglares. Ubicados en la interfaz de la tierra y el mar, los bosques de manglares están sujetos a una variedad de factores ambientales estresantes. Sin embargo, pocos estudios se han centrado en comprender los requisitos ambientales asociados con la distribución de los manglares. Aquí, nos enfocamos en el mangle negro *Avicennia germinans*. Nuestros objetivos fueron evaluar si la distancia al centroide del nicho es un buen predictor de la diversidad genética para esta especie y determinar el conjunto de variables ambientales que explican mejor su variabilidad genética. **Metodología.** Combinamos información ecológica por medio de modelado de nicho, información genética (heterocigosidad y riqueza alélica) de 1419 individuos distribuidos en 40 poblaciones con tres objetivos principales: (1) probar la relación entre la distancia al centroide del nicho y la diversidad genética, (2) determinar el conjunto de variables ambientales que mejor explican heterocigosidad y riqueza alélica, y (3) predecir la variación espacial en la diversidad genética a lo largo de la mayor parte del rango geográfico natural de la especie. **Resultados y discusión.** Encontramos una fuerte correlación entre la distancia al centroide del nicho y la heterocigosidad observada (Ho; $\rho^2 = 0.67$ $P < 0.05$) y la heterocigosidad esperada (He; $\rho^2 = 0.65$, $P < 0.05$). Las variables de nicho que mejor explicaron la variación geográfica en la diversidad genética fueron el

tipo de suelo y la estacionalidad de las precipitaciones. Esto sugiere que estas variables ambientales influyen en el crecimiento y establecimiento de los manglares, impactando indirectamente en la variación genética permanente. También predijimos la heterocigosidad espacial de *A. germinans* a lo largo de su área de distribución geográfica natural en el continente americano usando coeficientes del modelo de regresión. Mostraron un poder significativo en la predicción de los datos observados (R^2 = 0,65 para Ho; R^2 = 0,60 para He), incluso cuando consideramos conjuntos de datos independientes (R^2 = 0,28 para Ho; R^2 = 0,25 para He). Usando este enfoque, se pueden implementar varias estimaciones de diversidad genética y se puede aprovechar la genómica de poblaciones para mejorar las predicciones de diversidad genética. **Conclusiones.** El nivel de diversidad genética en *A. germinans* está de acuerdo con las expectativas de la hipótesis del centro del nicho, es decir, que la mayor heterocigosidad y riqueza alélica (las unidades genéticas básicas para la adaptación) son mayores en lugares de alta idoneidad ambiental. Esto muestra que este enfoque es una herramienta potencialmente poderosa en la conservación y manejo de esta especie, incluso para modelar cambios frente al cambio climático.

Referencias

- Lira-Noriega, A., and Manthey, J. D. (2014). Relationship of genetic diversity and niche centrality: a survey and analysis. *Evolution*, 68, 1082–1093.
- Martínez-Meyer, E., Díaz-Porras, D. F., Peterson, A. T., and Yañez-Arenas, C. (2013). Ecological niche structure and rangewide abundance patterns of species. *Biology Letters*, (9), 20120637.
- Osorio-Olvera, L., Yañez-Arenas, C., Martínez-Meyer, E., and Peterson, A. T. (2020). Relationships between population densities and niche-centroid distances in North American birds. *Ecology Letters*, 23, 555–564.

MONITOREO

VI CONGRESO MEXICANO
DE ECOSISTEMAS DE MANGLAR

MEMORIAS ARBITRADAS 2023

EUTROFIZACIÓN Y PROLIFERACIONES ALGALES EN AMBIENTE DE MANGLAR: LAGUNA "LA PASTORÍA", OAXACA, MÉXICO.

Ivonne S. Santiago-Morales[a*]; Bárbara Zavala Trujillo[a]; Yolanda Huante González [a]; Isaí Altamirano Ávila

✉*santiago@angel.umar.mx

[a] Universidad del Mar, Ciudad Universitaria UMAR, Col. El Faro, Puerto Ángel, CP 70902, Oaxaca. México.

Palabras clave: Dinoflagelados, Cianobacterias, Diatomeas, *Prorocentrum*, *Aphanocapsa*, *Chaetoceros*.

Introducción. En los últimos años, se han identificado problemáticas de importancia medioambiental en diferentes lagunas de la región costa del estado de Oaxaca, entre las cuales se encuentra el sistema lagunar Chacahua-Pastoría (SLCP), ubicado en el Municipio de Villa Tututepec de Melchor Ocampo, Oaxaca, México. Este sistema lagunar reconocido como sitio Ramsar, es un Área Natural Protegida con carácter de Parque Nacional desde 1937, que ha experimentado un deterioro constante de sus condiciones ambientales debido, a la contaminación antropogénica originada en la cuenca a la que pertenece. Una de las principales consecuencias de la eutrofización en ambientes acuáticos es la formación de florecimientos algales (FA), los cuales se presentan como resultado de las estrategias de adaptación de las especies presentes en el sistema y de la interacción de procesos biológicos, químicos, físicos que ocurren a diferente escala espacial y temporal (Glibert, 2020). En el SLCP, se documentó entre 2012 y 2018, la mortalidad de aproximadamente 15 toneladas de peces, como resultado de la formación de proliferaciones que han involucrado a *Cochlodinium polykrikoides* y diferentes cianobacterias (COFEPRIS, 2016; Santiago-Morales *et al.,* 2017), en 2021, el registro de la formación de grandes cantidades de espuma, involucró a los géneros *Prorocentrum* y *Aphanocapsa*. Por lo anterior, el presente estudio tiene como objetivo caracterizar las condiciones que favorecen la prevalencia de proliferaciones de este tipo. **Metodología.** A partir de muestras de agua recolectadas a 0.5m de profundidad, en la laguna "La Pastoría", Municipio de Villa de Tututepec, Oaxaca, se registró el oxígeno disuelto, salinidad y temperatura utilizando un multiparámetro YSI proDSS. El análisis de nutrientes (NO_3^-, NO_2^-, NH_4^+, PO_4^{-3}, SiO_2) se realizó por espectrofotometría, utilizando un espectrofotómetro Hanna (Mod. HI 83099). La abundancia de fitoplancton se determinó en células previamente fijadas con formol, utilizando microscopio invertido (Motic AE31) y una cámara Sedwewick-Rafter. **Resultados y discusión.** Los parámetros físico-químicos mostraron valores de salinidad de 18 a 22 UPS, y temperatura entre 31.3 y 33.7°C, mientras que el análisis de nutrientes mostró concentraciones máximas de nitratos de 1.9-2.0 mg/L (E6 y E13), de fosfatos de 1.2-1.6 mg/L (E3 y E10), de amonio (2.0 mg/L, E3), y de silicatos 61.2 a 66.8 mg/L (E6 y E13). Destaca una condición por limitación por Nitrógeno en las cinco estaciones evaluadas y limitación por fosfatos en las estaciones 6, 7 y 10. Las mayores abundancias celulares (55.6 x 10^6 a 119.3 x 10^6 cél/L) se registraron en las estaciones 6, 7 y 13, predominando para la estación 6, las cianobacterias coloniales *Aphanocapsa* sp. y *Eucapsis* sp. (59.35%), y el dinoflagelado

Prorocentrum sp. (37.22 %); mientras que en para la estación 13, predominó la diatomea *Chaetoceros* sp. (89.27 %) (Figura 1).

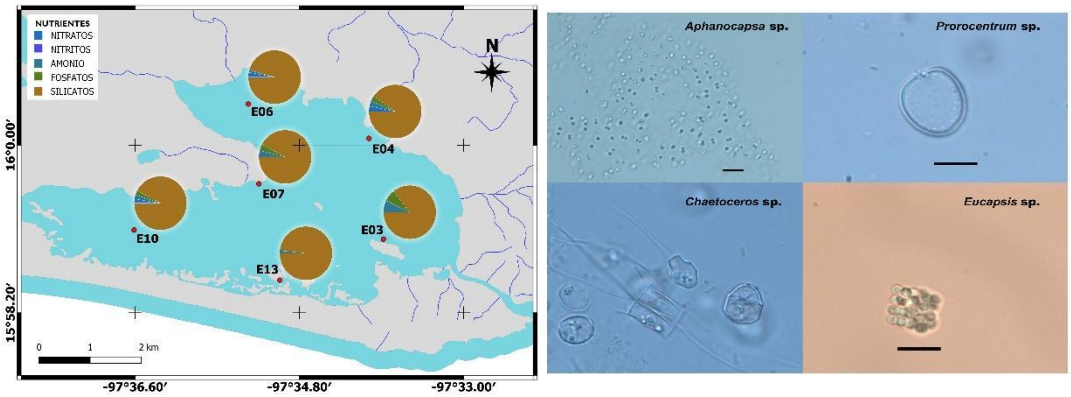


Figura 1. Nutrientes y fitoplancton presente en la Laguna "Pastoría" (28/Jun/22).

Se ha reconocido que el género *Prorocentrum,* presenta amplia plasticidad fisiológica, utiliza fuentes de nitrógeno y carbono tanto orgánico como inorgánico, y se ha relacionado a impactos que incluyen eventos anóxicos/hipóxicos, muerte de peces, moluscos, y pérdida de la densidad de vegetación acuática (Heil *et al*., 2005). Las cianobacterias a su vez se caracterizan por crecer tanto en concentraciones elevadas de P y N, como en condiciones limitadas por nutrientes (Schindler et al., 2008), en este grupo, diferentes especies son reconocidas como productoras potenciales de microcistinas (Magalhães *et al.,* 2019). Las diatomeas a su vez necesitan cantidades importantes de silicatos y pueden crecer en bajos niveles de nutrientes nitrogenados (Egge & Aksnes, 1992), dentro de éstas, el género *Chaetoceros*, es reconocido como nocivo debido a que sus setas pueden dañar las branquias de peces y causar su muerte (Treasurer *et al.,* 2003). **Conclusiones.** La recurrencia de proliferaciones de las algas nocivas *Prorocentrum* sp. y A*phanocapsa* sp., en este sistema, representa un riesgo latente a la salud humana, y al ecosistema, por lo que se recomienda implementar estrategias que permitan eliminar factores asociados a la prevalencia de estos organismos.

Referencias

- Glibert, P.M. (2020). Harmful algae at the complex nexus of eutrophication and climate change. *Harmful algae*, 91,1-15.
- Heil, C.A.; Glibert, P.M.; Fan, C. (2005). *Prorocentrum minimum* (Pavillard) Schiller A review of a harmful algal bloom species of growing worldwide importance. *Harmful Algae*, 4, 449–470.
- Magalhães, A.A. de J., da Luz L.D., de Aguiar Junior T.R. (2019). Environmental factors driving the dominance of the harmful bloom-forming cyanobacteria *Microcystis* and *Aphanocapsa* in a tropical water supply reservoir, *Water Environment Research*, 91, 1466–1478.

RESTAURACIÓN Y CONSERVACIÓN DEL ECOSISTEMA A TRAVÉS DE LA GESTIÓN COMUNITARIA DEL EJIDO SISAL PUERTO

María Guadalupe Ibarra-Ceceña[a]*; Castillo-Cocom Juan Ariel[b]

✉*mgibarra@uaim.edu.mx

[a] Universidad Autónoma Indígena de México, Coordinación General de Investigación y Posgrado, 81228, Los Mochis, Sinaloa, México.
[b] Universidad Intercultural Maya de Quintana Roo. Departamento de Lenguas e Interculturalidad. 77870, José María Morelos, Quintana Roo, México.

Palabras clave: Desarrollo sustentable, restauración y conservación de ecosistemas, gestión comunitaria, educación y cultura ambiental.

Introducción. El estudio de sustentabilidad del Ejido Costero de Sisal, Yucatán y el diagnóstico de los recursos con que cuenta, se enfoca principalmente al ecosistema de manglar, ya que la Península de Yucatán tiene el 55% de la extensión de manglares en México. Sin embargo, es de las regiones más amenazadas, a pesar de que se ha incrementado el interés por la conservación y protección del ecosistema, con Normas, Leyes y creación de ANP. El objetivo general es alcanzar el mejoramiento de la calidad de vida en esta zona costera, promoviendo la conservación de los ecosistemas para lograr un desarrollo sustentable, representando la disminución de problemas de contaminación y conflictos socio ecológicos a través de la Metodología Participativa, obteniendo un programa de gestión comunitaria. **Metodología.** La participación de los actores sociales es un elemento indispensable del proceso de elaboración del programa de gestión, pues es un recurso que otorga legitimidad y propicia viabilidad en su aplicación, al fortalecer el reconocimiento y la importancia del punto de vista de los actores locales, asegurando su corresponsabilidad en las decisiones que permitan construir un futuro estratégico en las comunidades costeras (Ramírez *et al.*, 2016), así como en el seguimiento y la evaluación de las acciones correspondientes. El Programa de Gestión integra la visión conjunta de los participantes y fija el rumbo, mediante ejes rectores y proyectos vinculados entre sí desde el punto de vista regional o temático, para trabajar juntos en la instrumentación de acciones entre prestadores de servicios turísticos, usuarios de aguas nacionales, sociedad organizada, autoridades municipales, estatales y federales y academia. Con el fin de llevar a cabo el diseño del documento de Gestión Ambiental Comunitaria de la zona costera de Sisal, se utilizará el Método de planeación participativa ZOPP. Este método (por sus siglas en alemán Ziel-Orientierte Projekt-Planung, en español: (Planeación de Proyectos Orientada a Objetivos), es un método participativo de reflexión y toma de decisiones por consenso, con equipos de trabajo interdisciplinarios y sin diferencia de jerarquías entre sus participantes, con moderación externa especializada (Terrones *et al.*, 2016). Su fundamento de trabajo es un diagnóstico participativo y la definición de una visión conjunta y una estrategia de acción concertada entre los participantes, a la que se le dará un enfoque intercultural. **Resultados y discusión.** Se espera que se continúe el proceso de planeación, apoye las gestiones necesarias para la generación o aportación de recursos técnicos, financieros y materiales, para la ejecución de las acciones establecidas, así como para promover la integración de comisiones especiales de trabajo para el análisis y atención

de asuntos específicos, relacionados con el documento de Gestión Ambiental Comunitaria en Sisal, Yucatán, donde se obtuvieron como resultado, la Matriz de Planeación del Proyecto (MPP), Planeación Operativa de Proyecto y la Estructura de Ejecución. **Conclusiones.** Se deben definir como líneas de acción principales, favorecer la conciencia ambiental en la zona marino costera, reforestación con manglar de la zona marino costera, reducir la contaminación de los cuerpos de agua marino costeros, reducir el azolvamiento de los cuerpos de agua marino costeros, establecer programas eficientes y eficaces de vigilancia y protección de los ecosistemas marino costeros y establecer un Plan de Desarrollo de proyectos públicos y privados en la zona costera y para cada una de estas líneas de acción principales definidas, se deberán elaborar actividades o acciones particulares, definiendo plazos, presupuestos y responsables de cada una de ellas, para generar así el Programa Operativo.

Referencias

- Ramírez García, Adán Guillermo, Cruz León, Artemio, Morales Carrillo, Nicolás, & Monterroso Rivas, Alejandro Ismael. (2016). El ordenamiento ecológico territorial instrumento de política ambiental para la planeación del desarrollo local. *Estudios sociales (Hermosillo, Son.)*, *26*(48), 69-99. Recuperado en 29 de enero de 2023, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-45572016000200069&lng=es&tlng=es.
- Terrones Cordero, A., Sánchez Torres, Y., & Juan Roberto, V. S. (2016). Terrones Cordero Aníbal, Sánchez Torres Yolanda, Vargas Sánchez Juan Roberto (2016) Planeación participativa: teoría y práctica. Plaza y Valdés-UAEH. México. 1 ISBN: 978-607-402-861-4.

BIOGEOCHEMICAL BEHAVIOUR OF CADMIUM IN SEDIMENTS AND POTENTIAL BIOLOGICAL IMPACT ON MANGROVES UNDER ANTHROPOGENIC INFLUENCE: A BASELINE SURVEY FROM A PROTECTED NATURE RESERVE.

Celis-Hernández Omar[a,b,*]; Ontiveros-Cuadras Jorge Feliciano[c]; Girón-García María Patricia[d]; Pérez-Ceballos Rosela Yazmin[a,b]; Canales-Delgadillo Julio César[a,b]; Merino-Ibarra Martín[e].

✉*celis0079@yahoo.es

[a] Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México, Estación el Carmen, Campeche, 24157 Ciudad del Carmen, México.
[b] Dirección de Cátedras CONACYT, Av. Insurgentes Sur 1582, Alcaldía Benito Juárez, 03940 Ciudad de México, México.
[c] Unidad Académica de Procesos Oceánicos y Costeros, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México, Circuito Exterior s/n, Ciudad Universitaria, 04510, México.
[d] Laboratorio de Fluorescencia de Rayos X. LANGEM, Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, Circuito Exterior, Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510 Ciudad de México, México.
[e] Unidad Académica de Ecología y Biodiversidad Acuática, Instituto de Ciencias del Mar Y limnología, Universidad Nacional Autónoma de México, Circuito Exterior s/n, Ciudad Universitaria, 04510, México.

Palabras clave: Cadmio, Mangroves, Gulf of Mexico

Introducción. El cadmio es considerado un elemento tóxico y sus efectos sobre la salud humana están bien entendidos; pero su comportamiento biogeoquímico está todavía pobremente estudiado y entendido en ecosistemas naturales. Los mangares son ecosistemas costeros de gran importancia en todo el mundo debido a la amplia gama de servicios ecosistémicos que proporcionan. Asimismo, estos ecosistemas están expuestos a contaminantes orgánicos e inorgánicos que alteran su equilibrio natural (Lacerda *et al.,* 2021). Entre estos contaminantes, el Cd es relevante debido a su alta solubilidad, movilidad y efectos nocivos en los organismos (Motta *et al.,* 2021, Hossain *et al.,* 2021). Este estudio tiene como objetivo identificar los factores que controlan la distribución de Cd en sedimentos superficiales de un ambiente de manglar. Además de evaluar el potencial impacto biológico de Cd en organismos de manglar mediante el uso de índices de contaminación, incluyendo el factor de enriquecimiento y el índice de geo-acumulación. Finalmente, estos resultados fueron contextualizados con perfiles de sedimento reportados en Isla del Carmen y otras áreas a nivel mundial para comparar los resultados aquí registrados. **Metodología.** Se recolectaron 36 muestras de sedimentos en manglares de Isla del Carmen, México, en agosto de 2019. Se recolectaron utilizando una draga Van Veen. Las muestras se secaron a 50°C durante 5 días y se homogenizaron a mano con un mortero de agáta. Los elementos mayores y el azufre se determinaron utilizando un equipo de fluorescencia de Rayos X RIGAKU ZSZ Primus II y se analizaron en briquetas de polvo prensado. El Cd se midió en un espectrofotómetro de absorción atómica Thermo Scientific Model S Series., equipado con un horno de grafito. También los sedimentos se clasificaron como lodos, arenas y gravas por medio de un análisis textural que se llevó a cabo de una tamizadora Ro Tap RX-29. Los resultados se interpretaron herramientas estadísticas descriptivas y multivariadas, como son el análisis de clúster y análisis de factores de componentes principales. **Discusión y Resultados.** Los resultados del presente trabajo mostraron que la acumulación de Cd está controlado

por las interacciones entre la materia orgánica, el azufre y las partículas finas (lodos). El factor de enriquecimiento mostró valores de 6.9 y 3.5 asociados a fuentes puntuales y osciló entre 2 y 2.9 con las fuentes no puntuales. Por último, nuestro enfoque geoquímico reveló que el enriquecimiento en Cd tiene su origen en las actividades urbanas y en la mala gestión de los residuos urbanos. **Conclusiones.** Los datos geoquímicos de los manglares de Isla del Carmen ponen de manifiesto el origen antropogénico de los niveles de Cd que se encuentran en los sedimentos de los manglares. Su distribución espacial indica que las aguas residuales de la ciudad, los astilleros y las cenizas y lixiviados del vertedero municipal actúan como fuentes puntuales. La distribución de Cd está condicionada por las interacciones químicas con la materia orgánica, el contenido de azufre y a los procesos de sorción con las partículas finas.

Referencias

- Hossain, M.S., Hossain, M.B., Rakib, M. R. J., Jolly, Y. N., Ullah, M.A., Elliott, M., 2021. Ecological and human health risk evaluation using pollution indices: A case study of the largest mangrove ecosystem of Bangladesh. Reg. Stud. Mar. Sci. 47, 101913.
- Lacerda, L.D., Ward, R.D., Godoy, M.D.P., Meireles, A.J.A., Borges, R. and Ferreira, A.C.,2021. 20-years cumulative impact from shrimp farming on mangroves of NE Brazil. Front. For. Glob. Change. 4, 653096.
- Motta, C.M., Simoniello, P., Di Lorenzo, M., Migliaccio, V., Panzuto, R., Califano, E., Santovito, G., 2021. Endocrine disrupting effects of copper and cadmium in the oocytes of the Antartic Emerald rockcod Trematomus bernacchii. Chemosphere. 268, 129282.

MONITOREO DEL IMPACTO DEL HURACÁN LORENA (2019) EN PARCHES DE MANGLAR DEL ARCHIPIÉLAGO ESPÍRITU SANTO

Daniel A. Robles-Archundia[a]*; López-Vivas Juan Manuel[a]; León-Cisnero Karla[a]; Vargas-Betancourt Francisco[a]; Lara-Uc María Mónica[a]; Hernández-Martínez Luis Ángel[b]

✉*danielroblesarchundia@gmail.com

[a] Universidad Autónoma de Baja California Sur, Departamento Académico de Ciencias Marinas y Costeras, Laboratorio de Botánica Marina, carretera al sur km 5.5, La Paz, B.C.S., México.
[b] Campo Experimental Todos Santos, Centro de Investigación Regional Noroeste, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, La Paz, BCS.

Palabras clave: Índice de vegetación, Sentinel-2, cambio climático

Introducción. Los manglares se ven amenazados por el cambio de uso de suelo a granjas acuícolas y agrícolas. Pero también se ha reportado que los ciclones tropicales han causado daños severos a la vegetación costera. Para evaluar este tipo de eventos se han utilizado imágenes satelitales con las que a partir de índices de vegetación (IV) se puede monitorear el estado previo y posterior al impacto de huracanes, así como su resiliencia (Gang *et al.,* 2020). De esta manera, teniendo en cuenta que la península de Baja California es una región que anualmente es impactada por ciclones tropicales y con base en los registros, estos han generado inundaciones catastróficas sobre estuarios y abanicos de delta, sitios habitualmente ocupados por manglares, el presente estudio evaluó el impacto producido por el huracán Lorena (2019) en los manglares del Archipiélago Espíritu Santo (AES) a partir del monitoreo de IV utilizando imágenes satelitales Senitnel-2 (S2). **Metodología.** El huracán Lorena impactó el AES como huracán categoría uno. Se utilizaron los datos de cobertura de las especies de mangle. Posteriormente, se tomó como base la metodología implementada por Svejkovsky *et al.* (2020) para la evaluación del impacto del huracán. En el presente estudio, se seleccionaron dos imágenes satelitales de S2, antes y después del impacto del huracán Lorena. Se empleó el software de libre acceso Sentinels Application Platform (SNAP) para remuestrear las bandas de 20 m/px a 10 m/px. Los IV empleados fueron NDVI, IRECI, NDII y NDII2. Los IV se calcularon utilizando la herramienta “Band maths”. Para rastrear los cambios producidos se calcularon las diferencias de los IV (ΔIV) entre ambas fechas de acuerdo con Hu y Smith (2018). Se extrajeron valores obtenidos de cada pixele a una base de datos. Finalmente, se empleó la prueba no-paramética de Kruskal-Wallis para determinar diferencias significativas de los IV antes y después del paso del huracán. Para determinar diferencias significativas entre especies se utilizó la prueba Mann-Whitney-Wilcoxcon. **Resultados y discusión.** El huracán Lorena afectó una superficie de manglar de aproximadamente 55 ha en el AES. Después del paso del huracán se observó un aumento en el promedio de los IV en las tres especies de mangle, a excepción de NDVI, que registró una disminución de su promedio con *Avicennia germinans*, lo cual coincide con los resultados obtenidos por Svejkovsky *et al*. (2020). También se observó un aumento de píxeles con valores bajos de NDVI, NDII y NDII2 en todas las especies (Figura 1). A nivel de localidad se reportó una disminución del NDVI en las tres especies de mangle en La Dispensa, Las Navajas y San Gabriel A. Sin embargo, también se observó una disminución del NDVI en *A. germinans* en las localidades de El Cardonal y

San Gabriel B. Finalmente las ΔIV mostraron una variación espacial distinta en todas las localidades mapeadas. Los resultados obtenidos sugieren un aumento general de los índices relacionados con el contenido de clorofila (NDVI y IRECI) y el contenido de humedad en la copa de los árboles (NDII y NDII2; Walcker *et al*., 2019). Mientras que el aumento de valores bajos sugiere defoliación y estrés hídrico en algunas áreas de manglar tras el impacto del huracán (Zhang *et al.* 2013). La prueba Kruskal-Wallis determinó que existieron diferencias significativas ($p \leq 0.05$) antes y después del impacto del huracán con todos los IV. Mientras que, a nivel de especie, la prueba Wilcoxon Mann Whitney determinó que con NDVI, antes del impacto del huracán la especie *Rhizophora mangle* y *Laguncularia racemosa* no presentaban diferencias significativas ($p > 0.05$) y después del impacto las tres especies presentaron diferencias significativas del NDVI ($p \leq 0.5$). Con IRECI, NDII y NDII2 previo al impacto las tres especies presentaron diferencias significativas ($p \leq 0.5$) y posterior al impacto *L. racemosa* y *A. germinans* no presentaron diferencias significativas ($p > 0.05$).

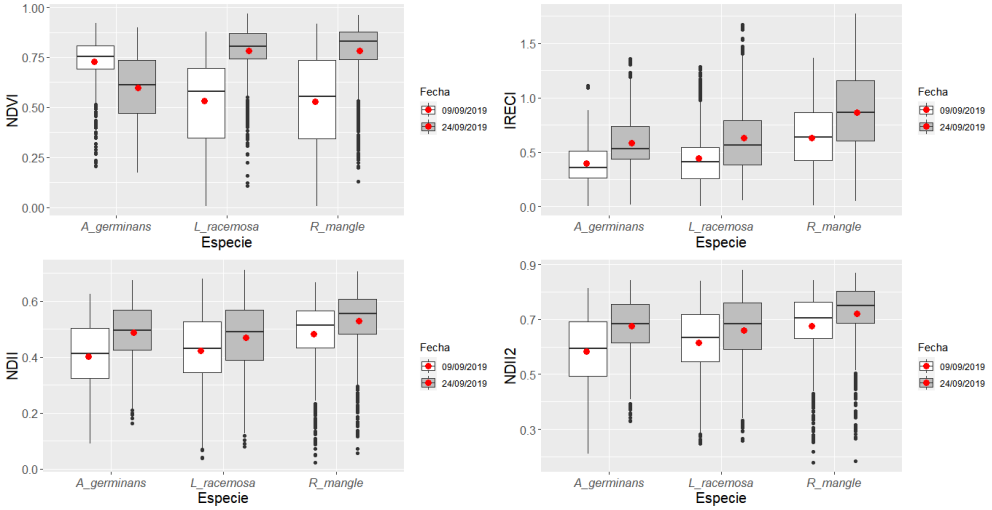


Figura 1. Diagramas de caja de los valores obtenidos con los IV antes (09/09/2019) y después (24/09/2019) del impacto del huracán por especie de mangle.

Conclusiones. Después del impacto del huracán Lorena, se registró una disminución general del NDVI en *A. germinans*. En las localidades: las Navajas, La Dispensa y San Gabriel las tres especies de mangle presentaron una disminución del NDVI. Finalmente, el monitoreo realizado con los IV permitió identificar áreas potencialmente afectadas y la presencia de un impacto diferenciado entre las especies de mangle, sin embargo, es necesario abordar estos aspectos en estudios posteriores que involucren un trabajo de validación *in situ*.

Referencias

- Gang, C., Pan, S., Tian, H., Wang, Z., Xu, R., Bian, Z., Pan, N., Yao, Y., Shi, H. (2020). Satellite observations of forest resilience to hurricanes along the northern Gulf of Mexico. Forest Ecology and Management. 472. 118243. 10.1016/j.foreco.2020.118243.
- Hu, T., Smith, R. B. 2018. The impact of Hurricane Maria on the vegetation of Dominica and Puerto Rico using multispectral remote sensing. Remote Sensing, 10(6), 827.

- Svejkovsky, J., Ogurcak, D., Ross, M., Arkowitz, A. (2020). Satellite image-Based Time Series Observations of Vegetation Response to Hurricane Irma in the Lower Florida Keys. Estuaries and Coasts. https://doi.org/10.1007/s12237-020-00701-8.
- Walcker, R., Laplanche, C., Herteman, M., Lambs, L., Fromard, F. (2019). Damages caused by hurricane Irma in the human-degraded mangroves of Saint Martin (Caribbean). Science Report. 9, 18971. https://doi.org/10.1038/s41598-019-55393-3.
- Zhang C., Kovacs J.M., Wachowiak M.P., Flores-Verdugo, F. (2013). Relationship between hyperspectral measurements and mangrove leaf nitrogen concentrations. Remote Sens. 5(2): 891–908. https://dx.doi.org/10.3390/rs5020891.

ANÁLISIS MÉTRICO DE LA LITERATURA CIENTÍFICA DE LOS HONGOS ENDÓFITOS ASOCIADOS A MANGLAR

Inés Zavala Izquierdo[a]*; Laura Aguirre-Franco[b]; Jorge López-Portillo[b]; Luis Alberto Lara-Pérez[c]; Francisco Díaz-Fleischer[a]; Antonio Andrade-Torres[a]

✉*inesm.zi89@gmail.com

[a] Instituto de Biotecnología y Ecología Aplicada (INBIOTECA), Universidad Veracruzana, Av. de las Culturas Veracruzanas No. 101, Col. Emiliano Zapata. C.P. 91090, Xalapa, Veracruz, México.
[b] Instituto de Ecología, A.C., Apdo. Postal 63, Xalapa 91070 Veracruz, México.
[c] Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de la Zona Maya. Carretera Chetumal-Escárcega km 21.5 Ejido Juan Sarabia, C.P. 77965 Quintana Roo, México.

Palabras clave: bibliométrico, bioprospección, biodiversidad, interacción, endófitos

Introducción. Los manglares son ecosistemas de gran productividad y biodiversidad (Velázquez-Salazar *et al.,* 2021). Entre la biodiversidad de los manglares se encuentran los hongos endófitos. Este grupo coloniza el interior de los tejidos de su hospedero, manteniendo una interacción simbiótica, comensal o bajo ciertas condiciones pueden volverse parásitas. La cual dependerá de factores bióticos y abióticos del ambiente y se da entre una señalización por la síntesis de metabolitos secundarios de los hongos. Permitiendo que ambos organismos sobrevivan a las condiciones de estrés presentes en el ambiente (Hamzah *et al.,* 2018). Dado las condiciones que se presentan en los ecosistemas de manglar se han aislado un arsenal de metabolitos secundarios sintetizados por los hongos endófitos útiles en distintas ramas de la ciencia. Razón por la que en los últimos años el estudio de los hongos endófitos en manglar ha adquirido mayor relevancia, con el objetivo de obtener compuestos bioactivos con actividad antibiótica, antifúngica, frente a distintas enfermedades como el cáncer, entre otras (Alam *et al.,* 2021). Sin embargo, sobre la diversidad y funcionalidad de los hongos endófitos, aún falta mucho por conocer. La bibliometría es una disciplina útil para analizar estadísticamente la información existente de un tema, con la finalidad de cuantificar las publicaciones científicas y determinar el estado actual de la investigación (Gao *et al.,* 2019).

Metodología. En esta investigación realizamos una búsqueda de las publicaciones científicas incluidas en la Web of Science sobre los hongos endófitos asociados a los manglares verdaderos, utilizando juegos de palabras claves, títulos y temas entre los años 1950 - 2021. Los datos obtenidos los analizamos con el programa VOSviewer versión 1.6.17.**Resultados y discusión.** Obtuvimos 448 artículos sobre los hongos endófitos asociados a mangles. Del total de las publicaciones el 87% está relacionada con la bioprospección de los hongos endófitos asociados a manglar en la búsqueda de metabolitos secundarios con utilidad en la medicina, agricultura, alimentación e industria. Las condiciones consideradas extremófilas dentro de los ecosistemas de manglar dan pauta a que los organismos que en ellos habitan, como los hongos endófitos, sintetizan compuestos de utilidad biotecnológica, aumentando en los últimos años el estudio en este tema (Alam *et al.,* 2021). El 13% restante corresponden a artículos relacionados a la ecología y funcionalidad de los hongos endófitos. Los hongos endófitos son microorganismos que benefician a su hospedero, frente a distintas condiciones de estrés, sin embargo, lo que se conoce de ellos dentro de los

ecosistemas de manglar es relativamente poco y aún faltan temas por estudiar (Figura 1) (Khare *et al.,* 2018).

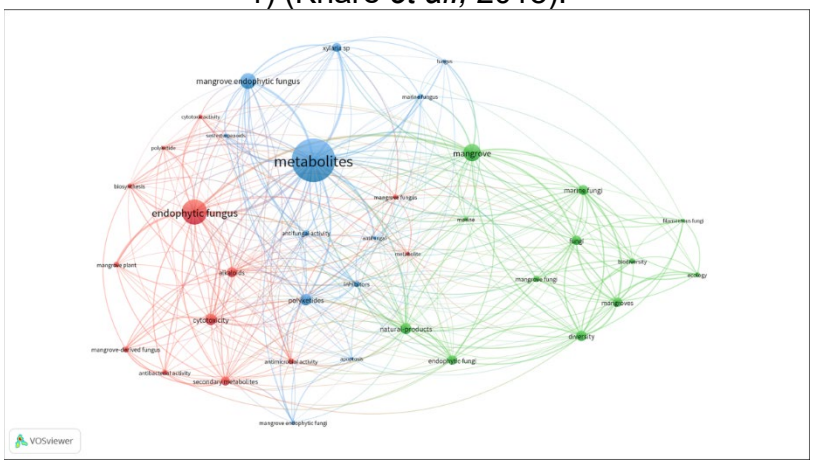


Figura 1. Red de palabras clave usadas en publicaciones sobre hongos endófitos de manglar 2000–2021.

Conclusiones. El estudio de los hongos endófitos ha aumentado en los últimos años, con énfasis en la búsqueda de metabolitos secundarios. Nuestro análisis identifica falta de conocimiento sobre la ecología y el papel funcional de los endófitos en el manglar. Este conocimiento permitirá entender su dinámica en los manglares y encontrar alternativas para la restauración de este ecosistema.

Referencias.

- Alam, B., Lǐ, J., Gě, Q., Khan, M. A., Gōng, J., Mehmood, S., Yuán, Y., & Gǒng, W. (2021). Endophytic Fungi: From Symbiosis to Secondary Metabolite Communications or Vice Versa? En *Frontiers in Plant Science* (Vol. 12). Frontiers Media S.A. https://doi.org/10.3389/fpls.2021.791033
- Gao, Y., Ge, L., Shi, S., Sun, Y., Liu, M., Wang, B., Shang, Y., Wu, J., & Tian, J. (2019). Global trends and future prospects of e-waste research: a bibliometric analysis. *Environmental Science and Pollution Research*, *26*(17), 17809–17820. https://doi.org/10.1007/s11356-019-05071-8
- Hamzah, T. N. T., Lee, S. Y., Hidayat, A., Terhem, R., Faridah-Hanum, I., & Mohamed, R. (2018). Diversity and characterization of endophytic fungi isolated from the tropical mangrove species, Rhizophora mucronata, and identification of potential antagonists against the soil-borne fungus, Fusarium solani. *Frontiers in Microbiology*, *9*, 1–17. https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.01707
- Khare, E., Mishra, J., & Arora, N. K. (2018). Multifaceted interactions between endophytes and plant: Developments and prospects. *Frontiers in Microbiology*, *9*, 1–12. https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.02732
- Velázquez-Salazar, S., Rodríguez-Zúñiga, M. T., Alcántara-Maya, J. A., Villeda-Chávez, E., Valderrama-Landeros, L., Troche-Souza, C., Vázquez-Balderas, B., Pérez-Espinosa, I., Cruz-López, M. I., Ressl, R., de la Borbolla, D. V. G., Paz, O., Aguilar-Sierra, V., Hruby, F., & Muñoa-Coutiño, J. H. (2021). *Manglares de México. Actualización y análisis de los datos 2020* (C. N. para el C. y U. de la Biodiversidad, Ed.).

CARACTERIZACIÓN FISICOQUÍMICA DE LAS AGUAS RESIDUALES MIXTAS QUE DESEMBOCAN EN BAHÍA DE LOBOS

Juan Francisco Maldonado Escalante[a*]; Denisse Serrano Palacios[a]; Edna Rosalba Meza Escalante[a]; Martín Antonio Terminel Niebla[a]; Bitia Bernice Yañez Gonzalez[a]

✉*juan.maldonado@itson.edu.mx

[a] Instituto Tecnológico de Sonora, Departamento de Ciencias del Agua y Medio Ambiente, Cd. Obregón, Sonora, México

Palabras clave: Aguas residuales, Bahía, porcícola, avícola, macrocontaminantes

Introducción. Los manglares son bosques costeros que se encuentran en estuarios protegidos y a lo largo de las orillas de ríos y lagunas en los trópicos y subtrópicos. Son uno de los ecosistemas más productivos que enriquecen las aguas costeras, producen productos forestales comerciales, protegen las costas e incluso sustentan la pesca costera y son almacén de numerosas faunas amenazadas. Los estuarios son regiones de gran actividad biogeoquímica y prestan importantes servicios ecosistémicos, además de sustentar complejas redes tróficas (Maiti & Chowdhury, 2013). Bahía de Lobos se localiza en el sur de Sonora, es un sistema lagunar costero con manglar, considerado por CONABIO de relevancia biológica y forma parte de la lista Ramsar. En esta Bahía desemboca un dren (colector no. 2) que colecta las aguas residuales urbanas y agropecuarias que se generan en el Valle del Yaqui, dando lugar a las Aguas Residuales Mixtas (ARM). Estas se caracterizan por su amplia gama de macrocontaminantes (materia orgánica, nitrógeno, fósforo y microorganismos patógenos) y microcontaminantes (plaguicidas, antibióticos y metales pesados), los cuales han sido asociados a problemas ambientales y de salud humana (Capdeville *et al*., 2018). Por lo anterior, el objetivo de este trabajo es caracterizar el agua residual mixta que desemboca en Bahía de Lobos y los principales tipos de aguas residuales que contribuyen a esta. **Metodología.** Durante los meses de junio a diciembre del 2022 se tomaron muestras mensuales de las aguas de desemboque del dren colector no. 2 (n=7). Se tomaron muestras de las principales actividades productoras de aguas residuales de la región: porcícola (n=3), avícola (n=3), urbana (3). Se determinó Demanda Química de Oxígeno (DQO) total y soluble; Sólidos Totales (ST), Sólidos Totales Volátiles (STV), Sólidos Totales Fijos; Sólidos Suspendidos Totales (SST), Sólidos Suspendidos Volátiles (SSV) y Sólidos Suspendidos Fijos (SSF). Además, amonio, nitratos, nitritos y N total como la suma de estos últimos y, por último, fósforo como fosfatos de acuerdo con lo establecido por el Standard Methods de 2012. **Resultados y discusión.** Los parámetros medidos se pueden encontrar en la tabla 1. Los valores de DQO total estuvieron en un rango de 2419.24 a 345.06 mg/l y de soluble de 2835.49 a 300.44 mg/l. En cuanto a los ST tenemos valor máximo y mínimo de 11.99 a 4.18 y de SST de 6.88 a 0.05, con respecto a N total va de 409.68 a 3.95 mg/l y para fosfatos de 289.45 a 0.61 mg/l. En la mayoría de los parámetros se tiene con el promedio más alto a las aguas porcícolas con excepción del N total, amonio, nitratos, nitritos y fosfatos donde las aguas residuales avícolas tienen un promedio superior. Con respecto a los LMP (Límites Máximos Permisibles) establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-2021 se encontró que en cuanto a DQO los valores van de 287 % a 7619 % por encima de lo establecido, en N total van

de 1170 % a 11.2 % con valores fuera de la norma para las aguas residuales porcícolas y avícolas, comportamiento similar que se encuentra para fosfatos, siendo los SST el parámetro donde todas las aguas están por debajo de la norma. El exceso de nutrientes puede producir crecimiento desmesurado de algas y reducir significativamente el oxígeno disuelto en el agua, lo cual podría conllevar a desequilibrios ecosistémicos (Kendall *et al*., 2007). **Conclusiones.** Ninguna de las aguas residuales cumple con los límites máximos permisibles para DQO, en cuanto N total y fosfatos las aguas porcícolas y avícolas se encuentran por encima de estos valores.

Tabla1. Parámetros fisicoquímicos de las aguas residuales del Valle del Yaqui

	DQO		Sólidos Totales			Sólidos Suspendidos			Nitrógeno				
	Total*	Soluble	ST	STV	STF	SST*	SSV	SSF	Total*	Amonio	Nitratos	Nitritos	Fosfatos*
Dren	611.43**	453.18	10.98	6.49	4.49	0.05	0.03	0.03	8.12	5.92	1.67	0.52	0.61
Porcícola	9143.79 **	2835.49	11.99	9.17	2.89	6.88	4.37	2.51	163.71**	121.58	42.12	0.01	92.54**
Avícola	2419.24**	1767.77	6.05	3.81	2.24	0.89	0.60	0.29	409.68**	342.84	66.79	0.05	289.45**
Urbana	345.06**	300.44	4.18	3.50	0.68	0.60	0.37	0.23	3.95	2.83	1.07	0.05	0.64

* Parámetros incluidos en la NOM-001-SEMARNAT-2021
** Valores por encima de los límites máximos permisibles de la NOM-001-SEMARNAT-2021

Referencias

- Capdeville, C., Abdallah, K., Buffan-Dubau, E., Lin, C., Azemar, F., Lambs, L., ... & Leflaive, J. (2018). Limited impact of several years of pretreated wastewater discharge on fauna and vegetation in a mangrove ecosystem. *Marine pollution bulletin*, *129*(1), 379-391.
- Kendall, C., Elliott, E. M., & Wankel, S. D. (2007). Tracing anthropogenic inputs of nitrogen to ecosystems. Stable isotopes in ecology and environmental science, 2(1), 375-449.
- .Maiti, S. K., & Chowdhury, A. (2013). Effects of anthropogenic pollution on mangrove biodiversity: a review. *Journal of Environmental Protection*, *2013*.

SULFURO: EL REGULADOR MÁS IMPORTANTE EN LA DEGRADACIÓN DE MANGLARES DOMINADOS POR MAREAS

Rosela Pérez-Ceballos[a*], Zaldívar-Jiménez Arturo[b], Melgarejo-Salas Sveidy[c], Canales-DelgadilloJulio[a], López-Portillo Jorge[d], Celis-Hernandez Omar[a]

✉*rosela.perezc@gmail.com

[a] CONACYT Instituto de Ciencias del Mar y Limnología Estación El Carmen, Universidad Nacional Autónoma de México, Carretera Carmen Puerto Real Km. 9.5, Cd. del Carmen C.P. 24157, Campeche, México.
[b] ATEC Asesoría Técnica y Estudios Costeros SCP, Calle 63b, no. 221, Fraccionamiento Yucalpetén, Mérida CP 97238, Yucatán, México.
[c] Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, Avenida de los Barrios Número 1, Colonia Los Reyes Ixtacala Tlalnepantla, C.P. 54090, Estado de México.
[d] Instituto de Ecología A.C. Carretera Antigua a Coatepec 351, Xalapa, Veracruz, México.

Palabras claves: hidroperíodo; bioquímica; conectividad hidrológica; salinidad del agua intersticial y sulfuros; Laguna de Términos

Introducción. Las condiciones y procesos biogeoquímicos en los manglares son regulados por el hidroperíodo y las fuentes de agua. El tiempo y la frecuencia de inundación modulan el desarrollo de las condiciones diferenciales de óxido-reducción en el suelo del manglar (Pérez-Ceballos *et al.,* 2020). Sin embargo, hay diferencias en los reguladores debido a las fuentes de agua como la marina; que contiene elementos como el cloro y el azufre que pueden llegar a ser tóxicos y causar estrés a las plantas llevándolos a la muerte (Lamers *et al.,* 2013). Este trabajo tuvo como objetivo determinar el regulador dominante en los manglares de marea a partir de las características biogeoquímicas y del hidroperíodo en condiciones preservadas y degradados. **Metodología.** Se establecieron tres sitios de muestreo a lo largo de un gradiente espacial, incluidos manglares de franja y cuenca con diferente condición. Se midieron las características de los árboles, el hidroperíodo (nivel, tiempo y frecuencia de inundación) y las variables biogeoquímicas (temperatura, salinidad, pH, potencial redox, sulfuros) (Pérez-Ceballos *et al.,* 2022). **Resultados y discusión.** El análisis estructural indicó dos condiciones: preservados (franja de *Rhizophora mangle* y cuenca de *Avicennia germinans* en condiciones naturales) y degradados (cuenca degradada, con troncos de árboles muertos de *A. germinans* en pie). La salinidad del agua intersticial, la concentración de sulfuros y la temperatura fueron significativamente más altos y el potencial redox más bajo en el sitio degradado. El manglar de la franja estuvo permanentemente anegado y con mareas más altas en contraste con el manglar de la cuenca. Hubo períodos de inundación más prolongados respecto al manglar degradado debido a la pérdida de conexión hidrológica con el cuerpo de agua adyacente. El anegamiento en los manglares de la cuenca aumentó la salinidad del agua intersticial del suelo a 87,8 y los sulfuros a 153 mg L^{-1}, lo que provocó estrés y muerte en los manglares de *A. germinans*. **Conclusiones.** Nuestros resultados demostraron que la pérdida de conectividad hidrológica provocó la acumulación crónica de sulfuros, provocando

finalmente la muerte de la vegetación del manglar. Probablemente también implica la sucesión en las comunidades microbianas.

Referencias

- Lamers, L. P. M., Govers, L. L., Janssen, I. C. J. M., Geurts, J. J. M., Van der Welle, M. E. W., Van Katwijk, M. M., Van der Heide, T., Roelofs, J. G. M., & Smolders, A. J. P. (2013). Sulfide as a soil phytotoxin—a review. Frontiers in Plant Science, 4, 268. https://doi.org/10.3389/fpls.2013.00268
- Pérez-Ceballos, R., Zaldívar-Jiménez, A., Canales-Delgadillo, J., López-Adame, H., López-Portillo, J., & Merino-Ibarra, M. (2020). Determining hydrological flow paths to enhance restoration in impaired mangrove wetlands. PloS One, 15(1), e0227665. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0227665
- Pérez-Ceballos, R., Zaldívar-Jiménez, A., Melgarejo-Salas, S., Canales-Delgadillo, J., López-Portillo, J., Merino-Ibarra, M., Celis-Hernandez, O., Lara-Domínguez, A. L., & Ochoa-Gómez, J. (2022). Porewater Sulfide: The Most Critical Regulator in the Degradation of Mangroves Dominated by Tides. Forests, 13(8). https://doi.org/10.3390/f13081307

MONITOREO QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE MANGLARES ÁRIDO-TROPICALES DEL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA SUR

Noé Fabián Corral-Rodriguez[a]*; Francisco Javier Choix-Ley[b]; Oskar Alejandro Palacios-López[a];Guadalupe Virginia Nevarez-Moorillón[a]

✉*noe.corral.96@outlook.com

[a] Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Chihuahua, Circuito Universitario S/N, Campus Universitario II, Chihuahua, 31125 México.
[b] CONACYT-Universidad Autónoma de Chihuahua.

Palabras clave: Indicadores Fecales, Metales pesados, Resistencia antimicrobiana, bacterias patógenas.

Introducción. México se caracteriza por ser el cuarto país con mayor extensión territorial de manglar a nivel global, destacando sobre todo los estados del centro-sur, con una gran presencia a nivel nacional. Sin embargo, en el norte del país existen manglares con condiciones distintas, tal es el caso de los manglares áridos tropicales del estado de Baja California Sur, considerados especiales en términos de biodiversidad. Se pueden destacar dos fuentes principales de perturbación de estos ecosistemas en el Baja California Sur: las inclemencias climatológicas y las perturbaciones antropogénicas. Dado lo anterior y la poca o irregular generación de información acerca del estado de los manglares de ambas costas del Estado, se propone conocer el estado actual de los manglares, incluyendo su estado de contaminación y grado de perturbación antrópica. Por lo tanto, el objetivo del presente estudio es analizar indicadores microbiológicos de contaminación en cuatro puntos seleccionados de manglares árido-tropicales ubicados en Baja California Sur, ubicados en la Costa del Pacifico y en el Golfo de California. **Metodología.** Se seleccionaron 4 puntos de manglar; dos de ellos en la costa Pacifico, en la zona turística de Bahía Magdalena (Manglar termoeléctrica CFE (24.817958, -112.096933) y Manglar Banderitas (24.857008, -112.106445) y otros dos más hacia el golfo de California en la Bahía de La Paz (Manglar Cola de Ballena (24.172837, -110.434532) y Manglar Estero Zacatecas (24.114144, -110.351645). En los cuatro sitios se obtuvieron sedimentos en dos profundidades; 15 y 30 cm, y en la zona de rizosfera del manglar. A partir de los sedimentos se hicieron diluciones seriadas y se emplearon medios de cultivo selectivos para el aislamiento de bacterias indicadoras fecales como; *Escherichia coli* y *Enterococcus,* así como bacterias patógenas, incluyendo *Salmonella* spp., *Aeromonas* spp. y *Vibrio* spp. Para la determinación de bacterias multirresistentes a antibióticos, se aislaron bacterias inicialmente en medio nutritivo adicionado con bajo 3 concentraciones de sal (0, 1,5 y 3 %) Una vez obtenidos cultivos puros por resiembra en el mismo medio utilizado para el primo aislamiento, se inocularon por picadura las cepas en medio sólido adicionado con antibiótico (ampicilina (32 µg/ml), vancomicina (32 µg/ml),, tetraciclina (16 µg/ml), kanamicina(64 µg/ml),, ciprofloxacino (4 µg/ml), cloranfenicol (32 µg/ml) y cefotaxima (4 µg/ml)) para determinar el perfil fenotípico de resistencia a los mismos (perfil de multirresistencia). También se determinó por medio de fluorescencia de rayos X, las concentraciones de metales pesados (Cd, Zn, Pb, Fe, Cu y

Hg) en las muestras de sedimentos recolectadas. **Resultados y discusión.** En este estudio se aislaron 2 cepas de *Enterococcus* spp. con perfil de multirresistencia, que fueron aislados en inmediaciones a establecimientos humanos, uno de ellos en manglar Banderitas y otro en el manglar cola de ballena. Este último sitio se destaca por estar localizado cerca del flujo de desecho de una planta de tratamiento de aguas residuales. Por la cercanía a la población, se esperaría que un mayor número de muestras fueran positivas debido a la presencia de indicadores microbiológicos de contaminación fecal. Sin embargo, existen estudios que revelan que algunos consorcios bacterianos de la zona de la rizosfera del manglar, así como los mismos manglares cuentan con la capacidad de producir agentes antibióticos, sobre todo en la zona de rizosfera, promoviendo la viabilidad únicamente aquellas especies microbianas consideradas por el ambiente de forma natural (Abeysinghe, 2010; Bandaranayake, 1998).Así mismo se lograron aislar 112 cepas bacterianas con perfil de multirresistencia a antibióticos, 82 de ellas en el manglar de Cola de Ballena, que se encuentra bajo presión por la presencia de contaminantes antrópicos. Se ha considerado que las bacterias ambientales pueden adquirir y dispersar genes de resistencia a antibióticos, que, si bien no representen riesgo clínico, pueden servir como acarreadores de estas capacidades a patógenos humanos (Guo *et al.,* 2017) Por último, se detectaron niveles bajos de metales pesados en las muestras analizadas, de acuerdo a lo esperado en muestras con características similares. Sin embargo, en el manglar termoeléctrica CFE se encontraron niveles superiores de Hg que, en los demás sitios, lo cual puede ser debido a los desechos de la industria cercana que comúnmente utilizan combustóleo, y puede contener restos de este metal (Tam & Wong, 1996). **Conclusiones.** Dadas las distintas condiciones de los manglares estudiados, que abarcaban desde zonas protegidas hasta manglares cercanos a plantas de tratamiento de aguas residuales, con base en indicadores microbiológicos y la presencia de metales pesados, existen diferencias entre aquellos manglares que están más expuestos a perturbaciones antrópicas.

Referencias

- Abeysinghe PD. (2010). Antibacterial Activity of some Medicinal Mangroves against Antibiotic Resistant Pathogenic Bacteria. *Indian J Pharm Sci.* , *72*((2)), 167-72.
- Bandaranayake, W. M. (1998). Traditional and medicinal uses of mangroves. In *Mangroves and Salt Marshes* (Vol. 2).
- Guo, J., Li, J., Chen, H., Bond, P. L., & Yuan, Z. (2017). Metagenomic analysis reveals wastewater treatment plants as hotspots of antibiotic resistance genes and mobile genetic elements. *Water Research*, *123*, 468–478. https://doi.org/10.1016/j.watres.2017.07.002
- Tam, N. F. Y., & Wong, Y. S. (1996). Retention and distribution of heavy metals in mangrove soils receiving wastewater. In *Environmental Pollution* (Vol. 94, Issue 96) 283-91.

ANÁLISIS DE HOJAS DE MANGLE MEDIANTE ESPECTROSCOPIA FTIR Y ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES

Cadena-cadena Francisco[a]; Joe Luis Arias Moscoso[a]; Jony Torres Velazquez[a*]

✉*jtorres.velazquez@itvy.edu.mx

[a] Tecnológico Nacional de México/I. T. del Valle del Yaqui. Academy of Biology. Laboratory of Ecology in Coastal Zones. Av. Tecnológico, Block 611, Bácum, Sonora. México.

Palabras clave: FTIR, frecuencia, asignación espectral, proteínas

Introducción. La espectrometría infrarroja con transformada de Fourier (FTIR) es una técnica analítica que es muy utilizada que no determina las concentraciones de componentes individuales. Sin embargo, proporciona una visión general de la composición metabólica de un tejido dado en un momento determinado. Uno de los usos más comunes de FTIR es para determinar la estructura y composición molecular de una muestra desconocida mediante espectros de absorción. Este método mide las vibraciones de enlace en grupos funcionales químicos y produce espectros que pueden verse como rastros bioquímicos o metabólicos de la muestra. Los espectros de FTIR pueden detectar cambios menores de los metabolitos primarios y secundarios de plantas también es posible detectar cambios en las estructuras proteicas de acuerdo a la acción que estas estén ejerciendo. Se evaluaron los espectros de FTIR de hojas de *A. germinans*, *L. racemosa* y *R. mangle* con el fin de observar los cambios en sus metabolitos de acuerdo a la localización de las plantas. **Metodología.** Las muestras recolectadas en las zonas de los mangles fueron lavadas minuciosamente con agua destilada esterilizada para eliminar las partículas de suelo y suciedad adherida, seguido fueron secadas a 40°C en un secador de aire. Finalmente fueron molidas hasta obtener un polvo fino y se tamizaron en un tamiz de 80 puntos por pulgada cuadrada. Las muestras fueron selladas al vacío y almacenadas a -20°C hasta su posterior uso. Análisis espectroscópico FTIR. Todos los espectros fueron obtenidos tomando en cuenta una línea base de KOH. Se mezcló una pequeña cantidad de hojas en polvo con KOH y se colocó respectivamente directamente en la pieza del espectrómetro infrarrojo con presión constante aplicada. Los datos de absorbancia infrarroja recolectados sobre el número de onda fueron de 4000 cm–1 a 400 cm–1. Se utilizó el software Omnic (versión 5.2) para el análisis de todas las muestras. Todos los espectros se recogieron con una resolución de 4-1 cm con varios escaneos por muestra. Las muestras se analizaron por triplicado. **Resultados y discusión.** Se utilizó espectroscopia FTIR para determinar grupos funcionales de los componentes principales de las hojas en función del valor máximo en la región infrarroja. Los grupos funcionales de los componentes se separaron en función de sus proporciones máximas. Los resultados del análisis FTIR de las hojas confirmó la presencia de amidas, alquinos, alcanos, ácidos carboxílicos, alquenos, compuestos aromáticos, aminas alifáticas y haluros de alquilo siendo los picos principales 3654.12, 3307.55, 2918.44, 2849.92, 1643.73, 1454, 1054.14 y 510.3 respectivamente. Además, los resultados del análisis FTIR mostraron la presencia de alcoholes, fenoles, alcanos, ácidos carboxílicos, compuestos aromáticos, cetonas y haluros de alquilo, siendo los picos principales 3370.19, 2955.65, 2925.68, 2853.40, 1739.72, 1463.02. y 506.57, respectivamente. La diferencia espectral es un reflejo objetivo de la diferencia de

componentes. Además, se observaron cambios en la estructura secundaria de proteínas, principalmente un cambio de hélice alfa a hoja beta. Esto pudo ser debido a la cantidad de nutrientes presente en el medio, así como a la contaminación del lugar, la adaptabilidad de los mangles a contaminantes es muy alta y bajo estas condiciones la planta adapta sus estructuras proteicas para tener un mejor funcionamiento. Otro hallazgo importante es la posible presencia de moléculas de PET como componentes de las hojas. No obstante, se necesitan más estudios para confirmar esta observación. **Conclusiones.** Los resultados de este estudio son consistentes con observaciones previas reportadas por varios biólogos y taxónomos de plantas. La espectroscopia FTIR proporcionó más información a través de la región de las huellas dactilares, lo que hizo que la técnica fuera directa y sencilla. Los cambios en la estructura secundaria de las proteínas pueden tener relación con una serie de factores ambientales y de contaminación, por otro lado, encontramos moléculas que pueden ejercer una acción protectora a la planta. Sin embargo, se necesitan más estudios para confirmar estos hallazgos.

Referencias

- Bunaciu, A., Aboul-Enein, H.I., Fleschin S. (2011). Recent Applications of Fourier Transform Infrared Spectrophotometry in Herbal Medicine Analysis, Applied Spectroscopy Reviews, 46, 251–260.
- Dai, J., Mumper, R.J. (2010). Plant phenolics: extraction, analysis and their antioxidant and anticancer properties. Molecules, 15(10), 7313-7352.
- Huo, Chang-Hong, Li, Y., Zhang, Man-Li, Wang, Yu-Fang, Zhang, Q., Fang, Qin F., Shi, Qing-Wen, Kiyota, H., 2013. Cytotoxic flavonoids from the flowers of Achillea millefolium.Chem. Nat. Compd. 48, 958–962.
- De Luca, M., Terouzi, W., Ioele, G., Kzaiber, F., Oussama, A., Oliverio, F., Tauler, R., Ragno, G. (2011). Food Chem., 124, 1113.

COMPARACIÓN DE COMUNIDADES DE AVES MIGRATORIAS INVERNANTES ENTRE MANGLARES Y HÁBITATS DE TIERRAS ALTAS EN NAVOPATIA, SONORA

Michael Krzywicki[a*]; Adam Hannuksela[b]

✉*navopatia@gmail.com

[a] University of Montana Bird Ecology Lab Division of Biological Sciences Missoula, MT 59812.
[b] Navopatia field station

Keywords: Moniterero, Aves Migratorias, Anillamiento de Aves

Introduction. Numerous migratory landbirds rely on the mangrove and associated upland habitats in northwest Mexico for stopover and wintering habitat. Little is known about migrant bird use of mangroves in Sonora. This is one of the first projects to begin monitoring and gather baseline data about landbirds and use of mangroves in Sonora. We mist netted and banded passerines at 10 sites from November-March from 2017-2019 in mangroves of the northern part of Agiabampo bay. Mist netting and banding took place at a site every 10 days. We captured and processed 1244 total birds (including recaptures and unbanded birds) of 58 species in 103 banding mornings and 5567 net hours across the 10 unique sites. We found that mangroves provide habitat for a different suite of landbirds than those that winter in the upland habitat. **Methodology.** We mist netted and banded passerines at 10 sites from November-March in mangroves of the northern part of Agiabampo bay. Mist netting and banding took place at a site every 10 days following most protocols for MoSI/MAPS (De Sante, et al. 2009, Ralph, et al. 1993). Of the original 10 banding sites, one was the upland MoSI station (to make comparison to upland habitat, and 3 mangrove sites were chosen out of the remaining 9 for the constant effort mist netting. We selected sites based on: >50% mangrove cover, reasonable capture rates, logistical access, and safety. We did not operate mist nets during heavy fog, rain, or high winds. We opened stations either later that morning or the next day when weather prevented mist-netting. We did not mist net in mangroves in November of 2017 for fear of equipment theft at several sites. **discussion and results.** We captured and processed 1244 total birds (including recaptures and unbanded birds) of 58 species in 103 banding mornings and 5567 net hours, at 10 unique sites. We completed water based transect surveys on a total of ~24 kilometers of transects and 17 waterbird point count surveys. There were 42 bird species captured in the mangrove sites and 43 in the pitayal site. 25 species in common were banded at both sites. 17 and 18 species were unique to mangrove and pitayal habitats respectively.

In general, both habitats host more resident than migrant species throughout the winteras has been found in other parts of Sonora, western Mexico, and other regions of the neotropical wintering grounds. (Hutto 1992, Mills and Rogers 1992, Villaseñor 2006). Though the mangrove habitats did host 8% more migrant species than the upland pitayal habitat, suggesting that mangroves offer habitat that may be more value to some species of neotropical migrant birds. The pitayal habitat had greater captures of short distance migrants such as Green-tailed Towhee, Brewer's Sparrow, and Blue-gray Gnatcatcher. Meanwhile, the mangroves hosted more long-distance migrants, such as Northern Waterthrush, Wilson's Warbler, and Black-and-White Warbler. While also providing

roosting habitat for wading birds. Interestingly, of 62 Yellow Warblers we captured, all but one were of the “Mangrove” subspecies.

The mangrove sites all had relatively equal captures rates, suggesting consistency over years. Pitayal capture rate differed slightly, and in previous years have shown greater variation. This is believed to be due to plasticity of pitayal habitat responses to rainfall and other factors (grazing intensity, and habitat alteration on the larger landscape). According to partners with ITSON meteorological data was consistent in both years with there being greater precipitation before the 2018/19 field season (Luis Mendez Barrozo, personal communication). With mangroves showing less variation the habitat can provide a more consistent wintering area for landbirds.

We will continue to monitor the mangrove monitoring sites as funding and logistics allow. While this study has shown the importance of mangroves to birds in one of Sonora’s most extensive mangrove ecosystems, its limitation of studying a single bay raises questions on the replicability of results. We believe that results would be similar in other areas. The importance of further understanding of the importance of mangroves to birds throughout the region should be a priority in the future. **Conclusions.** This project has shown that the sparse mangrove systems of southern Sonora, in addition to providing incalculable ecosystem services and other benefits, do indeed provide valuable habitat for both resident and migrant birds. While mangrove ecosystems are not as expansive or as tall as localities farther south they provide significant habitat for a suite of land and waterbirds during the wintering period that are affecting migratory bird populations (Keller and Yahner, 2006). We have found that mangroves provide habitat for a different suite of landbirds than those that winter in the upland habitat.

References

- De Sante, D. F., Saracco, J. F., de Vivar Alvarez, C. R., & Morales, S. (2009). Instructions for establishing and operating birdbanding stations as part of the MoSI program. *Institute for Bird Populations, Pt. Reyes Station*.
- Holmes, R.T. (2007) Understanding population change in migratory songbirds: longterm andexperimental studies of Neotropical migrants in breeding and wintering areas. *Ibis* 149(Suppl. 2): 2-13.
- Keller, K.S., and R.H. Yahner. (2006). Declines of migratory songbirds: Evidence for wintering-ground causes. Northeastern Naturalist 13 (1) 83-92.
- Hutto, R.L. (1986). Migratory Landbirds in Western Mexico: A Vanishing Habitat. Western Wildlands (1986)11: 12-16.
- Keller, K.S., and R.H. Yahner. (2006). Declines of migratory songbirds: Evidence for wintering-ground causes. Northeastern Naturalist 13 (1) 83-92.
- Mills, D.M. and D.T. Rogers Jr. (1992). Ratios of Neotropical migrant and Neotropical resident birds in wintering a citrus plantation in central Belize. Journal of Field Ornithology, 63(2):109-116.
- Ralph, C. John; Geupel, Geoffrey R.; Pyle, Peter; Martin, Thomas E.; and DeSante, David F., "Handbook of Field Methods for Monitoring Landbirds" (1993). USDA Forest Service / UNL Faculty Publications. Paper 105. http://digitalcommons.unl.edu/usdafsfacpub/105
- Rich, T. D., C. J. Beardmore, H. Berlanga, P. J. Blancher, M. S. W. Bradstreet, G. S. Butcher, D. W. Demarest, E. H. Dunn, W. C. Hunter, E. E. Iñigo-Elias, J. A. Kennedy, A.M. Martell, A. O. Panjabi, D. N. Pashley, K. V. Rosenberg, C.M.

Rustay, J. S. Wendt, and T. C. Will. (2004). Partners in Flight North American Landbird Conservation Plan. Cornell Lab of Ornithology. Ithaca, NY. Sonoran Joint Venture Technical Committee. Beardmore, C.J., ed. (2006). Sonoran Joint Venture: Bird Conservation Plan, Version 1.0. Tucson: Sonoran Joint Venture.

- Villaseñor, José Fernando (2006). Habitat use and the effects of disturbance on wintering birds using riparian habitats in Sonora Mexico. Dissertation paper. University of Montana, Missoula Montana.

LEVANTAMIENTO DE FOTOGRAFÍA AÉREA Y VIDEO EN 1,369 KM DE MANGLARES DE MÉXICO CON DRONES DE ALA FIJA

Augusto Humberto Segovia Castillo[a]*; Carlos Castro M.[a]; Enrique Hernández M.[a]

✉*asegovia@uasmexico.com

[a] Unmanned Aerial Systems de México. Av. Revolución S/N, Col. San Pedro de los Pinos, Alcaldía Benito Juárez, Ciudad de México; México

Palabras clave: drones, manglares, fotografía aérea

Introducción. Los estudios de monitoreo y valoración del manglar tienen por objetivo estimar las superficies y el buen estado de conservación, también de detectar posibles cambios en la salud y la modificación en la superficie que ocupan, para ello se utilizan diversas técnicas, desde el trabajo en campo hasta el uso de sensores remotos como las imágenes de satélite y la fotografía aérea. Los drones son una herramienta que proporciona imágenes de alta calidad adecuadas para este tipo de estudios. El objetivo de este trabajo fue obtener fotografías aéreas de alta calidad, tomadas con la tecnología de drone en sitios distribuidos en las cinco regiones de los manglares de México: Pacífico Norte, Pacífico Centro, Pacífico Sur, Golfo de México y Península de Yucatán (Figura 1), definidos a través del Sistema de Monitoreo de los Manglares de México, implementado por la Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad (CONABIO), para validar el mapa de la distribución de los manglares de México 2020.

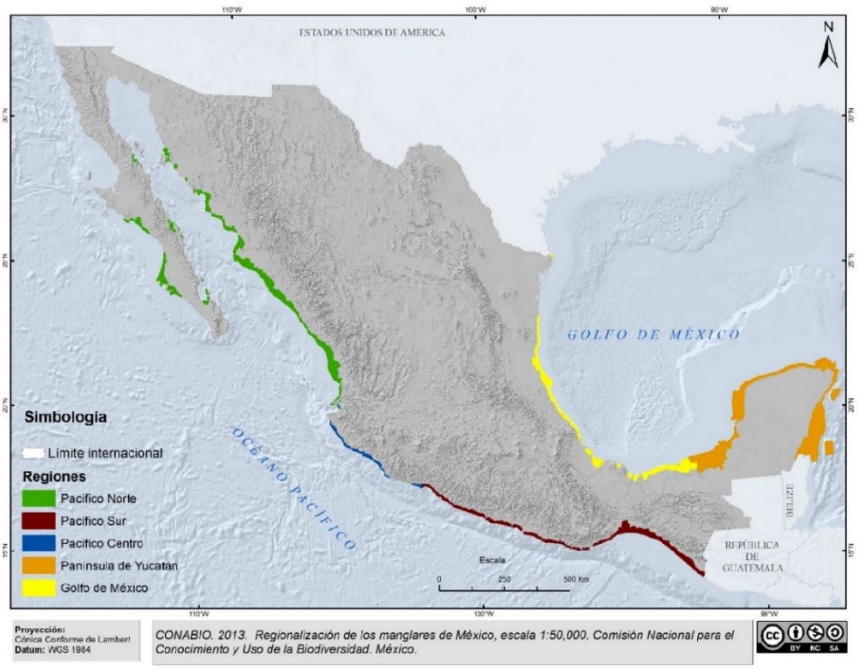


Figura 1. Regiones administrativas de los manglares de México: Fuente CONABIO

Metodología. Para los vuelos se utilizó un drone de ala fija de la marca UASMéxico modelo Surveillance V2 (Figura 2) el cual fue armado y configurado en México, cuenta con una autonomía de vuelo de 60 minutos y distancias de vuelo superiores a los 25 km

desde sitio de despegue, la carga de pago fue una cámara RGB de 24.3 megapixeles marca Sony modelo A6000 con lente Sony modelo SEL20F28 y una cámara de video marca RunCam HD (Figura 2). Para la ejecución de proyectos tuvo dos fases: 1.-La técnica-operativa y 2.-La logística-Normativa. En la primera fase se configuró técnicamente del drone para llevar a cabo las misiones de vuelo, la toma de fotografías y video con base a criterios previamente definidos como nitidez, cobertura y exactitud en la coordenada central de la fotografías, altura y velocidad de vuelo y el desarrollo de los planes de vuelo para cada sitio seleccionado. La segunda fase consistió en la logística de viaje para cubrir todas las áreas de manglares con requerimientos de información y obtener los permisos y autorizaciones federares y locales para la operación de drones y toma de fotografía aérea en diversas zonas y áreas restringidas. Para utilizaron vuelos del drone se utilizaron los programas Ardupilot, ver. 4.0 y Mission Planner, ver. 1.3.74, para la generación de cartografía se utilizó el programa QGIS ver. Zurich 1.3.18

Figura 2. Drone de ala fija de la marca UASMéxico modelo Surveillance V2

Resultados y discusión. Se realizaron vuelos de fotografía aérea para la validación de mapas de manglares en 13 estados de la República (Figura 3); Se visitaron un total de 55 localidades (Tabla 1)en donde se llevaron a cabo 35 vuelos (Figura 4); Se tomaron un total se tomaron un total de 27,566 fotografías verticales y 118 videos panorámicos de las zonas manglares con el drone UASMéxico modelo Surveillance V2 y 1,417 fotografías aéreas panorámicas sistema DJI Phantom 4 Pro V2., se elaboraron 35 bases de datos que contienen la información de los metadatos de las fotografías, se elaboraron 35 informes de vuelo, se volaron aproximadamente 1,369.2 kilómetros lineales de zonas de manglares y humedales, se elaboraron 35 archivos shapefile de la georreferenciación de las fotografías aéreas y 35 track en archivo GPX de las líneas de vuelo ejecutadas.

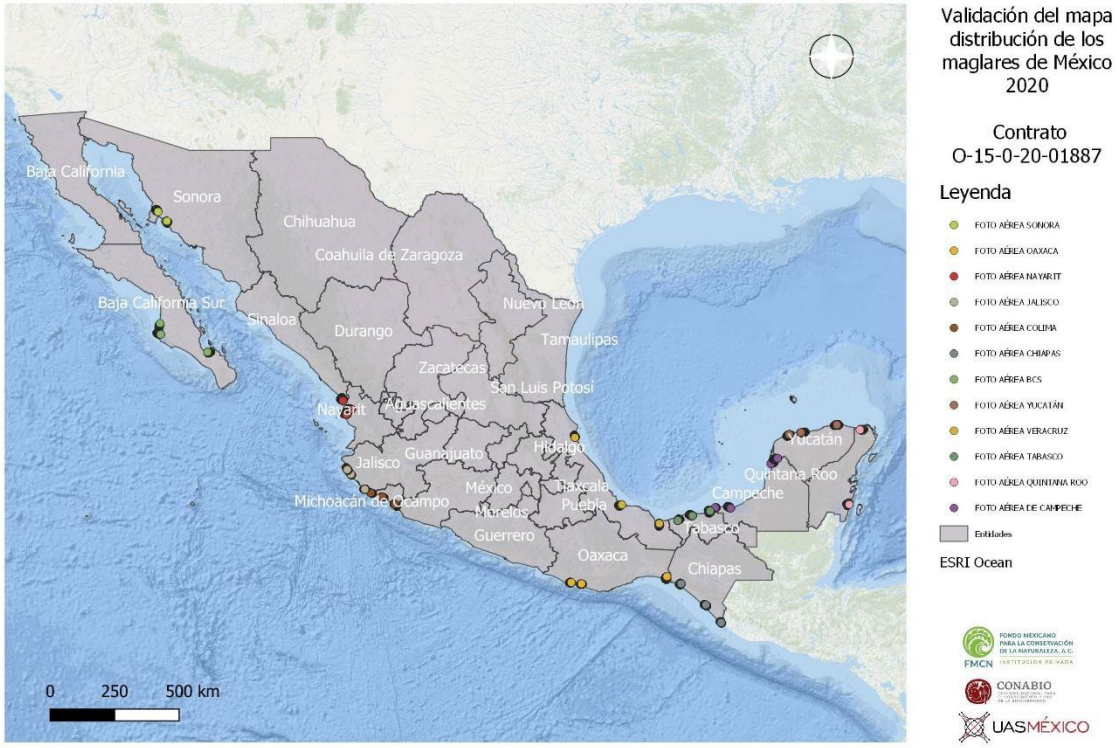


Figura 3. Mapa de los sitios con fotografía aérea en zonas de manglares

Tabla 1. Lista de los estado y localidades visitada durante el proyecto

	Estado	Localidad		Estado	Localidad
1	Quintana Roo	Majahual	29	Jalisco	Majahuas
2	Quintana Roo	Chiquilá	30	Jalisco	La Cruz de Loreto
3	Quintana Roo	Chan Kah Veracruz	31	Nayarit	Santiago Ixcuintla
4	Yucatán	Chuburná	32	Nayarit	Mexcaltitán
5	Yucatán	Telchac Puerto	33	Nayarit	Llano del Tigre
6	Yucatán	Ría Lagartos	34	Nayarit	Tecuala
7	Campeche	Pomuch	35	Sinaloa	Culiacán
8	Campeche	Jaina	36	Sinaloa	Cospita
9	Campeche	Santa Cruz	37	Sinaloa	El Castillo
10	Campeche	Ciudad del Carmen	38	Sinaloa	Tecualilla
11	Campeche	Punta Disciplina	39	Sonora	Bahía de Kino
12	Campeche	Nuevo Campechito	40	Sonora	Víboras
13	Tabasco	Frontera	41	Baja California Sur	La Paz
14	Tabasco	Paraíso	42	Baja California Sur	Ciudad Constitución
15	Tabasco	Cuauhtémoc 3ra	43	Baja California Sur	Adolfo López Mateos
16	Tabasco	Laguna El Carmen	44	Baja California Sur	San Carlos
17	Veracruz	Coatzacoalcos	45	Oaxaca	El Zapotalito

18	Veracruz	Alvarado	46	Oaxaca	Ranchería La Ceiba
19	Veracruz	Tuxpan	47	Oaxaca	San Francisco Ixhuatán
20	Veracruz	El Trébol-Tuxpan	48	Oaxaca	San Francisco del Mar
21	Colima	Tecomán	49	Oaxaca	San Francisco Viejo
22	Colima	San Antonio	50	Oaxaca	Puerto Paloma
23	Colima	El Malecón	51	Chiapas	La Polka
24	Colima	Manzanillo	52	Chiapas	Los Cerritos
25	Colima	El Rebalse	53	Chiapas	Ciudad Hidalgo
26	Jalisco	Cihuatlán	54	Chiapas	Cuauhtémoc
27	Jalisco	El Rebalsito de Apazulco	55	Chiapas	Ej. Tierra y Libertad
28	Jalisco	Tomatlán			

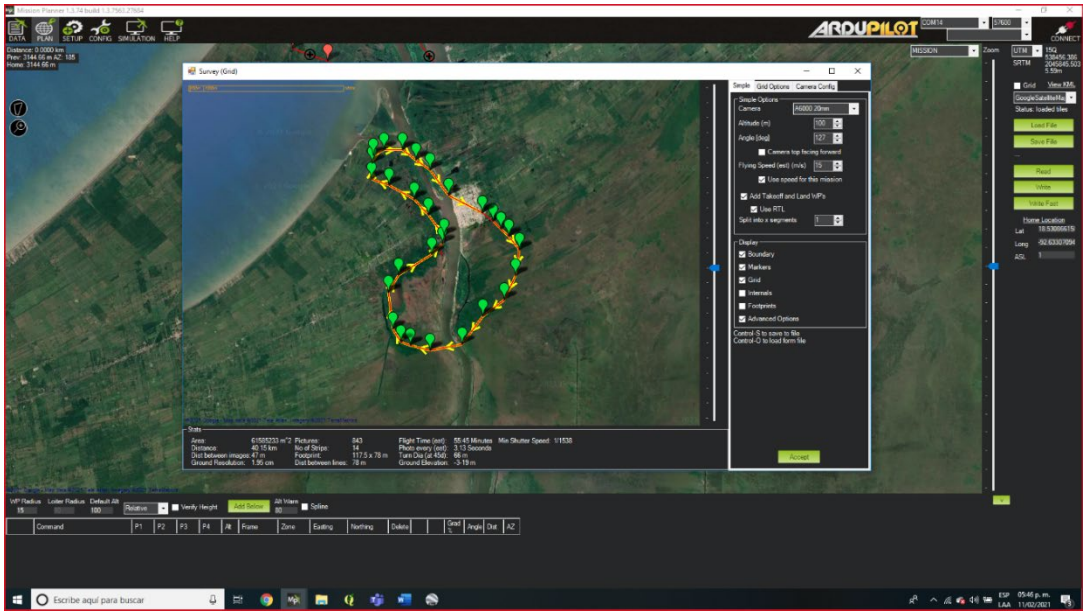


Figura 4. Ejemplo de una ruta de vuelos con drone de ala fija en zonas de manglares

Conclusiones. Se lograron un total se tomaron un total de 27,566 fotografías verticales y 118 videos panorámicos con las características adecuadas para el uso de la valoración de los manglares de México, cubrir aproximadamente, 1,369.2 km lineales de fotografías aéreas en zonas de manglares con el drone marca UASMéxico modelo Surveillance V2. El drone Surveillance V2 es óptimo para vuelos de largo alcance para toma de fotografía aérea y videos en zonas de manglares

Referencias

- Valderrama-Landeros L.H.; Rodríguez-Zúñiga M.T.; Troche-Sousa, C.; Velázquez-Salazar S. Villeda-Chávez E. Alcántara-Maya J.A.; Vázquez-Balderas B.; Cruz-López M.I. Ressl R. (2017). Manglares de México, Actualización y exploración de los datos del sistema de monitoreo 1970/1980-2015. Comisión para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Ciudad de México, 128 pp.

RESTAURACIÓN ECOLÓGICA

MEMORIAS ARBITRADAS 2023

RESPUESTA DEL MANGLE NEGRO (A*vicennia Germinans l*. EN PLANTACIONES PARA RESTAURACIÓN) SOBRE SUELOS DE RELLENO EN LA SOLUCIÓN SOMOS TODOS. PARAÍSO. TABASCO

Ángel Sol-Sánchez[a]; **Gloria Isela Hernández-Melchor[b]*;** Juan M. Zaldivar-Cruz[a]

✉*isela7827@gmail.com

[a] Colegio de Postgraduados. Campus Tabasco. 86500. Cárdenas Tabasco. México.
[b] Universidad Autónoma de Chiapas. Facultad Maya de Estudios Agropecuarios. Cuerpo colegiado Producción Agropecuaria en Sistemas Sostenibles

Palabras clave: *Avicennia germinans*, plantaciones, restauración

Introducción. El Ejido la Solución Somos Todos cuenta con 1100 hectáreas de mangle rojo blanco y negro, los cuales son manejados mediante un programa de aprovechamiento aprobado por la SEMARNAT para asegurar en abrochamiento óptimo de los mismos. No obstante, durante la formación de ejido, se realizó un dragado de 3 Km y una extensión de entre 50 y 70 para que el ejido tuviera acceso a la laguna de Mecoacan y para que Pemex tuviera acceso al sitio. La tierra extraída se extendió y con ella se rellenó parte del borde del manglar y de esta forma se tuviese acceso a las parcelas de los productores. Dado que la tierra superficial extraída quedó enterrada y encima la arenilla del área dragada, las condiciones de suelo cambiaron y a pesar del tiempo no se restableció el mangle en esa zona. Dado que la zona estuvo cubierta con mangle negro, se plantó esta especie con el objetivo de evaluar la respuesta del mangle negro establecido en plantaciones en sitios de relleno. Proporcionar la información relacionada con el trabajo de investigación para evaluar los resultados. Definir claramente el problema a investigar y justificar su relevancia y originalidad. Incluir la contextualización y/o antecedentes del trabajo, el planteamiento del problema o tema objeto de estudio, el objetivo e hipótesis si existieran. Respaldar la información mediante la cita de referencias bibliográficas con el apellido del autor y fecha de publicación de la obra. **Metodología.** De las 52 hectáreas con relleno, se plantaron 13.5 hectáreas de mangle negro proveniente del vivero. Se establecieron tres parcelas permanentes de monitoreo de 2500 m^2 distantes 500 m entre ellas. El número de plantas por parcela fue de 160. El tamaño promedio de siembra de las plantas fue de 20 cm. La distancia de siembra fue de 4m x 4m. Para evaluar el comportamiento del mangle plantado, se instaló una red piezométrica de 22 tubos en el área reforestada, para evaluar propiedades del agua subterránea del sitio y adyacente y se analizaron las propiedades del suelo. Se realizaron 4 mediciones de marzo a diciembre 2022 y debido a la muerte de las plantas por diversos factores se realizaron tres reposiciones. Se midió altura, diámetro, cobertura y se registraron datos de agua. **Resultados y discusión.** La condición heterogénea del lugar impactó en el desarrollo de las plantas. El porcentaje de sobrevivencia fue de 86.7%, 92.5% y 98.8% en las parcelas 1, 2 y 3 respectivamente. La sequía del 2022 en la zona no favoreció el prendimiento del total de los individuos evaluados. Debido este motivo el crecimiento de las plantas igualmente se mostró heterogéneo con alturas de mínimas de 27cm, 30 cm y 35 cm en las parcelas 1, 2 y 3, esto debido a las condiciones de poca luz solar, terrenos sin humedad, y que el agua de la marea impulsa al continente no riega el sitio. Las alturas máximas registradas fueron de 226 cm, 116 cm y 143 cm. Para cada parcela.

La alteración inicial del sitio constituyó un cambio en las condiciones ecológicas del lugar, de manera que el sitio, aunque sigue siendo de mangle, presenta condiciones de microlieve diferentes al del manglar propiamente dicho, por tal razón, la respuesta en las plantas establecidas mostró una irregularidad inusual en crecimiento, en comparación con áreas no impactadas. La profundidad del agua subterránea es la respuesta al relleno. **Conclusiones.** La sobrevivencia en el sitio es alta, pero las condiciones de sequía en época de seca impactan negativamente el desarrollo de las plantas. Asimismo, el exceso de arena limita la humedad en el sitio y el debilitamiento de las plantas y la profundidad del agua subterránea en época de secas es una limitante para y afecta el crecimiento de las plantas establecidas.

Referencias

- Hernández M. G. I., Sol S. A., Ruíz R. O., Valdez H. J. I., López C. J. C., Reta M. J. A. (2016). Diagnóstico del proceso de reforestación en manglares de la costa de Tabasco. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas Pub. Esp. Núm. 14. p. 2883-2894

LA CONSTRUCCIÓN DE CANALES EN LA RESTAURACIÓN; MEJOR AMIGO O PEOR ENEMIGO DE LOS MANGLARES

Leonardo Moroyoqui Rojo[1*]; Francisco Javier Flores Verdugo[b]; Juan Carlos García Maldonado[a]; Ernesto Beltrán García[a]

✉*leonmororojo@gmail.com

[a] Humedales Sustentables A.C. Blvd. Santa Fe #2703, Fracc. Santa Fe, C.P. 80029, Tel: 6671 793373, Culiacán, Sinaloa.
[b] Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. UNAM-Unidad Académica Mazatlán. Av. Joel Montes Camarena S/N. C.P. 82000. Col. Playa Sur, Mazatlán, Sinaloa.

Palabras clave: hidroperiodo, microtopografia, gradiente salino, agua intersticial.

Introducción. Como consecuencia de los cambios hidrológicos, sin duda, siempre ocurrirá la modificación de los regímenes del hidroperiodo natural en todo el sistema estuarino, lo que provocará que ambientes acuáticos originalmente de baja salinidad se transformen en ambientes de mayor salinidad e incluso hipersalinos. Estos procesos afectan el patrón de inundación y sedimentario, pero en mayor grado a los manglares, provocando la pérdida de bosques ribereños (*Laguncularia racemosa*) y determinando la tendencia de *Avicennia germinans* tipo cuenca a convertirse en un manglar tipo matorral o marismeño por la falta de pulsos de inundación mareal (Flores-Verdugo *et al.,* 2012). Bajo este contexto, se formalizó una propuesta de restauración hidrológica, identificando las causas que han propiciado el deterioro de los manglares e instrumentar acciones con el fin de restablecer las características de los humedales estuarinos y tendientes a la recuperación del flujo hidrológico (Ecoss Restauraciones Ambientales S.C. 2016). **Metodología.** Se realizó el diseño, trazo y construcción de canales ecológicos a través de perfiles topográficos, altimétricos, batimétricos y microtopográficos y mediciones del régimen mareal en una superficie de 200 hectáreas, el estudio incluyó los canales de mareas principales, esteros y marismas inundables las cuales son la fuente principal de abastecimiento de masas de agua hacía el área del proyecto. Para realizar estos perfiles se necesitan instrumentos de precisión como; una estación total y teodolito, GPS y una ecosonda para barrido del fondo del estero, sensores de presión mareal (Hobo Water Level). El estudio batimétrico se realizó durante el nivel de la marea más baja (bajamar) durante 72 horas (tres días) de muestreo. Se trazaron los recorridos de ida y vuelta por cada uno de los canales y/o venas de mareas principales (canales de inundación permanente) a través de una embarcación menor a una velocidad de 5 a 6 Km/h promedio. Las mediciones se realizaban cada 25 metros, o donde se producía un cambio de nivel de un punto a otro desde 0.25 cm de los desniveles entre curvas. Para esto se utilizó una ECOSONDA *EchoMAP* CHIRP 52 dv GARMIN (Fig. 2). Esta tiene un ángulo de Sondeo: 7°, Monitor: Pantalla LCD a color de 12.1 pulgadas., Potencia de Señal: Hasta 500W, Resolución de Profundidad: +/- 1cm, Precisión: +/- 0,1% de la profundidad del agua. Velocidad de pulsos: 1300-1700 m/s, rango de profundidad operativa: Desde 0.30m hasta 600m, Oleaje corregido: Desde 0 hasta 9.9 m (con acelerómetro). Se llevó a cabo la calibración y programación de la ECOSONDA para un excelente registro de los datos. Estos eran supervisados constantemente y se comparaban con las medidas del equipo topográfico del terreno natural y cerciorarse las lecturas entre cada equipo. Las lecturas arrojadas

fueron similares, variando únicamente en lugares donde el estadal se sumergía debido al azolve del sitio. Finalmente arrojando lecturas confidenciales en la ecosonda. Para lograr que los canales fueran técnicamente factibles y financieramente viables para revertir los procesos de salinización se utilizó un refractómetro para la medición mensual del gradiente salino. Cabe destacar que en este estudio se utilizó un equipo topográfico nivel manual marca RUNNER 20. Una estación total CST-202, marca BERGER, en esta ocasión, también se apoyó de una estación total, baliza y prisma para tomar las lecturas. También se utilizó un GPS de Navegación ETREX 10, marca GARMIN, así como un distanciómetro manual láser DISTO DXT, marca LEICA (Fig. 4). Equipo topográfico y estación total para monitoreo y medición altimétrica del terreno de marismas. **Resultados y discusión.** De acuerdo a los niveles topográficos, altimétricos, batimétricos y micro topográficos, el terreno donde se realizaron obras de restauración (construcción de canales y desazolve de canales de mareas) se puede considerar que son superficies que se van a inundar de acuerdo a la condición de la marea y estos siempre tendrán un tirante considerable de agua a través de las pulsaciones mareales. Derivado de estos estudios se propuso la apertura de canales de dos metros de ancho por 70 cm de profundidad. Se construyeron 12 kilómetros de canales ecológicos (jornal/horas/hombre) y se desazolvaron 10 kilómetros de venas de mareas. Sobre ambos márgenes de los canales se reforestaron 60 mil plantas de tres especies (*R. mangle*, *L. racemosa* y *A. germinans*). El gradiente hipersalino en los canales fue de 125‰ durante el inicio de la construcción (junio del 2020), mientras que para junio del 2021 se registró una salinidad de 56.6‰ en los canales. La información precisa que durante un año se ha logrado abatir un 68.4‰ del gradiente salino, bajo esta perspectiva, es evidente observar que el flujo hidrológico empieza a abatir significativamente a este tensor. El éxito de sobrevivencia para *R. mangle* fue del 80%, *L. racemosa* 85% y *A. germinans* de 92%. La disponibilidad de agua para las plantas puede depender de la salinidad, entre otros factores. Esta respuesta de las plantas siempre garantiza un buen desarrollo y sobrevivencia (Rodríguez-Rodríguez, 2018). **Conclusiones.** Es notable observar que, intersticialmente (agua del subsuelo) durante tres temporadas (sequía 2020, lluvias 2021-sequía 2022) de registro de datos en el humedal degradado se perfila un abatimiento del gradiente salino del 68.4‰. Con estos resultados concluimos que la restauración en las marismas con humedales degradados si es factible de realizar, recuperando su funcionalidad hidrodinámica. Bajo este contexto, las características hidrológicas son necesarias para la seguridad de las plantas reforestadas una vez abatido los rangos salinos que influyen en su sobrevivencia. Cabe destacar que estudios previos en el área potencial a restaurar proporcionará las curvas de nivel exactas para la construcción de canales y que estos se conviertan en el mejor aliado de los manglares reforestados y no en el peor enemigo al propiciar el secuestro del agua estuarino.

Referencias

- ECOSS RESTAURACIONES AMBIENTALES S.C. (2016). Restauración Hidrológica de Manglares en Marismas Hipersalinas (Marismas Nacionales Sinaloa). Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). Escuinapa, Sinaloa, México.
- Flores-Verdugo, F.J., Rojas Galaviz, J.S., Blanco y Correa, M., Santiago León, F., Torres Monroy, M., Moroyoqui Rojo, L., Benítez Pardo, D. (2012). Programa para la rehabilitación y restauración del humedal en Marismas Nacionales Sinaloa.

Primer Informe. UNAM. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. UNAM, Unidad Académica Mazatlán. Universidad Autónoma de Nayarit, Tepic.

- Rodríguez Rodríguez, J.A., Mancera Pineda, J.E., Marina Melgarejo, L., Medina Calderón J.H. (2018). Functional traits of leaves and forest structure of neotropical mangroves under different salinity and nitrogen regimes. Flora 239 (2018) 52-61. Universidad Nacional de Colombia. Sede Bogotá. Facultad de Ciencias, Departamento de Biología, Colombia.

MODIFICAR LA MICROTOPOGRAFÍA COMO ESTRATEGIA PARA RESTAURAR MANGLARES MEJORA EL HIDROPERIODO, NUTRIENTES Y POTENCIAL REDOX

Corona-Salto Alejandro[a*]; López-Portillo Guzmán Jorge Alejandro[a]; Alvarado Barrientos María Susana[a]; Santini-González Nadia Silvana[b]

✉* alejandro.corona@posgrado.ecologia.edu.mx

[a] Instituto de Ecología A. C., Red Ecología Funcional, Carretera antigua a Coatepec, 351, Col. El Haya 91073, Xalapa, Veracruz.
[b] Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Instituto de Ecología. C.U., Coyoacán, 04510 Ciudad de México, CDMX.

Palabras clave: Restauración de manglares, Nutrientes, Modificación de la topografía, Hidroperiodo

Introducción. Para contrarrestar la pérdida masiva de ecosistemas de manglar ha surgido el interés por implementar acciones de restauración (Bryan-Brown *et al.,* 2020). La rehabilitación hidrológica y la elevación del sedimento han resultado ser estrategias eficientes para alcanzar los objetivos de restauración en manglares (López-Portillo *et al.,* 2021). A pesar de la relevancia que tiene modificar la topografía del suelo para favorecer los procesos de regeneración de los manglares, sus efectos sobre la sobre el hidroperiodo, las características del suelo y el crecimiento de plantas han sido poco estudiados. El objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto de la modificación de la microtopografía para restaurar el manglar, sobre el hidroperiodo, los nutrientes del suelo, potencial redox del agua intersticial y crecimiento de plantas de *Avicennia germinans*. **Metodología.** El estudio se realizó en el área en restauración del manglar de Tampamachoco, Veracruz, de febrero a agosto de 2021. La restauración del manglar consistió en construir canales para rehabilitar la hidrología y la elevación porciones de sedimento de 5 m de diámetro conformando “islotes”, dominados por plantas de *Avicennia germinans*. Seleccionamos 10 islotes al azar para para medir su elevación relativa con respecto a la zona muerta del manglar, su hidroperiodo, los nutrientes del suelo y el crecimiento de las plantas. La microtopografía la medimos usando una manguera de nivel y el hidroperiodo fue registrado con un HOBO (level logger). Tomamos muestras de suelo con un nucleador de metal de 6.9 cm de diámetro y 30 cm de profundidad y determinamos el contenido de carbono (C), nitrógeno (N) y fosforo (P) a diferentes profundidades. Tomamos muestras del agua intersticial en los islotes y en el área muerta, y medimos *in situ* el potencial redox (mV). Seleccionamos tres plantas al azar en cada islote para medir su altura total (cm) y calculamos su tasa de crecimiento relativo. **Resultados y discusión.** La elevación relativa de los islotes se redujo de 14.4 (±4.9) cm a 6.5 (± 2.2) cm en durante el periodo de estudio, lo que pudo deberse a la erosión. El hidroperiodo disminuyó en los islotes, con un nivel de -5.4 cm y 4.4 cm en la zona muerta, y la duración de la inundación con 159 y 490 hrs/mes en los islotes y zona muerta respectivamente. El potencial redox del agua intersticial en la zona muerta fue negativo y en los islotes tomo valores > 50 mV. Esto evita que las raíces de las plantas estén expuestas a un ambiente hipóxico, que pueden afectar las funciones fisiológicas como la obtención de agua y de nutrientes. El C y el N total aumentaron en los islotes en

comparación con la zona muerta del manglar (Figura 1), pero el P se mantuvo estable. Esto sugiere que hay un aporte de nutrientes de la hojarasca y de materia orgánica de las raíces muertas por parte de las plantas que crecen en los islotes. Otros estudios han reportado el aumento de N y P en el suelo a partir de la restauración hidrológica y modificación de la microtopografía (Teutli-Hernández *et al.,* 2019). La tasa de crecimiento de *A. germinans* fue de 1.2 ± 1.4 mm/día. Resultados similares han sido reportados por otros autores (Pérez-Ceballos *et al*. 2017; Echeverria *et al.,* 2019).

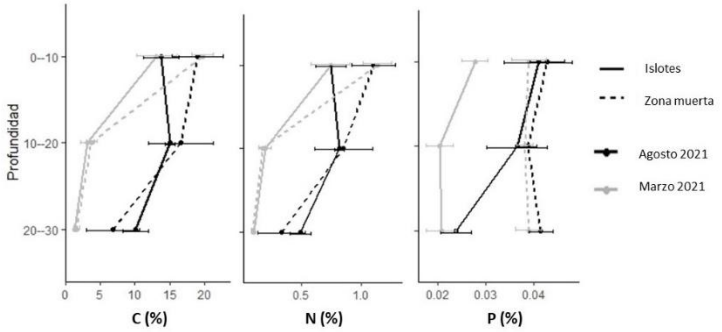


Figura 1. Carbono y nutrientes en el suelo de los islotes de restauración y zona muerta del manglar.

Conclusiones. La modificación de la topografía tuvo repercusiones sobre el hidroperiodo, nutrientes y potencial redox que permitió el establecimiento y crecimiento de plántulas de *A. germinans* favoreciendo la regeneración del manglar.

Referencias

- Bryan-Brown, D. N., Connolly, R. M., Richards, D. R., Adame, F., Friess, D. A., & Brown, C. J. (2020). Global trends in mangrove forest fragmentation. *Scientific reports*,*10*(1), 1-8.
- Echeverría-Ávila, S., Pérez-Ceballos, R., Zaldívar-Jiménez, A. Canales-Delgadillo, J., Brito-Pérez, R., Merino-Ibarra, M. & Vovides, A. 2019. Natural regeneration of degraded mangrove sites in response to hydrological restoration. Madera y bosques, 25 (1).
- López-Portillo, J., Zaldívar-Jiménez, A., Lara-Domínguez, A. L., Pérez-Ceballos, R., Bravo-Mendoza, M., Álvarez, N. N., & Aguirre-Franco, L. (2021). Hydrological rehabilitation and sediment elevation as strategies to restore mangroves in terrigenous and calcareous environments in Mexico. Wetland Carbon and Environmental Management, 173-190.
- Pérez-Ceballos, R., Echeverría-Ávila, S., Zaldívar-Jiménez, A., Zaldívar-Jiménez, T., & Herrera-Silveira, J. 2017. Contribution of microtopography and hydroperiod to the natural regeneration of Avicennia germinans in a restored mangrove forest. Ciencias marinas, 43(1), 55-67.
- Teutli-Hernández, C., Herrera-Silveira, J. A., Comín, F. A., & López, M. M. 2019. Nurse species could facilitate the recruitment of mangrove seedlings after hydrological rehabilitation. Ecological Engineering, 130, 263-270.

ESTABLECIMIENTO Y SUPERVIVENCIA DE PROPÁGULOS Y PLÁNTULAS DE MANGLE EN UNA ZONA DE RESTAURACIÓN

María Fernanda Alejandre Bustamante[a]*; Jorge López-Portillo[a]

✉* mafer28_ab@outlook.com

[a] Red de Ecología Funcional, INECOL, Carretera antigua a Coatepec, 351, Colonia El Haya, Xalapa, Veracruz, México.

Palabras clave: *Avicennia germinans*, elevación de suelo, islote, regeneración natural, supervivencia.

Introducción. El sitio RAMSAR 1602 de Manglares y Humedales se localiza en Tuxpan, Veracruz, y es el sistema de manglar más extenso después de las lagunas de Alvarado y Tamiahua (López-Portillo *et al.,* 2011). Su conservación es importante porque es refugio de fauna, y fuente local de recursos pesqueros, entre otros servicios ambientales (Flores *et al.,* 2006). Tras la construcción de tres terraplenes para instalar torres de alta tensión del complejo termoeléctrico "Presidente Adolfo López Mateos", más de 30 ha de manglar murieron o sufrieron daños crónicos debido a la hipersalinización ocasionada por la interrupción del flujo hidrológico y el colapso del suelo (Zaragoza, 2019). En 2019 se realizaron acciones de restauración que incluyeron la apertura de 2.5 km de canales conectados a la laguna, el emparejamiento, a 40 cm, de los bordos laterales a los canales y la formación de 750 islotes de 5 m de diámetro y 30 cm de altura para facilitar la ocupación por especies de manglar. Como estrategia de monitoreo de la restauración, en este trabajo se evaluó el efecto de la elevación del suelo en el establecimiento de propágulos y plántulas de mangle, una fase crítica para determinar la trayectoria que sigue el ecosistema (Friess *et al.,* 2012). **Metodología.** Se seleccionaron 30 islotes al azar por zona (norte, centro y sur), que fueron georreferenciados en campo. En cada islote y su zona degradada adyacente se tomaron muestras mensuales de agua de inundación e intersticial para medir la salinidad, el potencial Eh, el pH y la temperatura con un equipo multiparamétrico. La flecha para colectar el agua intersticial se introdujo a 30 cm de la superficie del suelo. También se midió el eje mayor y menor para calcular el área de cada islote. El establecimiento y la densidad de propágulos se midió en octubre y noviembre 2019 con un contador manual y diferenciando entre especies. Cuando los propágulos establecidos perdieron su cotiledón se consideraron como plántulas, y para seguir su supervivencia y crecimiento el islote se dividió en tres tercios y de cada uno se marcaron con banderines 10 plántulas al azar de las cuales mensualmente se registró la altura y número de hojas. Por último, la altura de los islotes con respecto al suelo degradado se midió con una manguera de nivel en septiembre 2019 y 2022 y enero 2020, donde un extremo de la manguera se colocó en el centro del islote, mientras que el otro extremo se puso debajo, en el suelo degradado, cada medida se repitió hacia los cuatro puntos cardinales. **Resultados y discusión.** *Avicennia germinans* dominó en densidad y supervivencia, especialmente en la zona centro en donde alcanzó 30 plántulas por m^2 en promedio, en contraste con la zona norte, alcanzó ocho plántulas por m^2. Por otra parte, sobrevivió el 80% de los individuos en la zona sur y centro, pero sólo el 60% en la zona norte, la dominancia de *A. germinans* puede estar asociada a la cercanía al bosque

de manglar monoespecífico de la zona de restauración (Hoyos *et al.,* 2013; Echeverría *et al.,* 2019). Asimismo, la altura de los islotes propició la supervivencia de las plántulas y juveniles evitando su ahogamiento y las expuso a un hidroperiodo similar al del sitio de referencia (Zaldívar *et al.,* 2010). Además, Echeverría *et al.* (2019) reportaron que las zonas restauradas al estar desprovistas de árboles favorecen a la sobrevivencia del mangle negro, atribuyendo la relación de factores reguladores como la radiación solar, la luz o el movimiento del agua. La salinidad y el Eh del suelo fue significativamente mayor en los islotes que en el suelo degradado, ya que es posible que la toma de muestra a 30 cm de profundidad no sea un buen indicador de lo que experimentan las raíces de las plántulas, pues estas se encuentran de 10 a 12 cm de profundidad. No obstante, en comparación con el estudio previo a la apertura de canales (Zaragoza, 2019), la salinidad y el Eh fueron mayores que los valores actuales, sugiriendo que la rehabilitación hidrológica y la elevación de suelo favoreció el lavado de sales y el intercambio de gases del suelo con la atmósfera (Echeverría *et al.,* 2019). **Conclusiones.** La construcción de islotes de regeneración fue efectiva para el establecimiento de propágulos y la supervivencia de plántulas de mangle negro, como lo indica la alta densidad de la especie en el área de estudio. La salinidad y potencial Eh de los islotes resultaron ser más altos que en el suelo degradado.

Referencias

- Echeverría, S., Ceballos R., Zaldívar A., Canales J., Brito R., Merino M., Vovides A. (2019). Regeneración natural de sitios de manglar degradado en respuesta a la restauración hidrológica. *Madera y Bosques,* 25(1), e2511754. doi: 10.21829/myb.2019.2511754.
- Flores-Verdugo F. J., Agraz-Hernández C. M., Benítez C. 2006. Creación y restauración de ecosistemas de manglar: principios básicos. Estrategia para el Manejo Costero Integral: El Enfoque Municipal, 1093-1110
- Friess, D.A., Krauss, K.W., Horstman, E.M., Balke, T., Bouma, T.J., Galli, D. Webb, E.L. (2012). Are all intertidal wetlands created equal? Bottlenecks, thresholds and knowledge gaps to mangrove and saltmarsh ecosystems. Biological Reviews, 87, 346–366.
- Hoyos, R., Urrego L., Lema Á. (2013). Respuesta de la regeneración natural en manglares del Golfo de Urabá (Colombia) a la variabilidad ambiental y climática intra-anual. *Revista de Biología Tropical*, *61*(3), 1445-1461.
- López-Portillo, J., Martínez, M., Hesp, P., Hernández, J., Méndez, A., Vásquez, V., Gómez, L., Jimenez, Ó., Gachuz, S. (2011). Atlas de las costas de Veracruz manglares y dunas costeras. 247 p.
- Zaldívar, M. A., Herrera J. A., Teutli C., Comín F. A., Andrade J. L., Coronado C., Pérez R. (2010). Conceptual framework for mangrove restoration in the Yucatán Península. Ecological Restoration 28(3): 333-342.
- Zaragoza, A. F. (2019). Dispersión y establecimiento de propágulos en un manglar con mortalidad masiva. Tesis de Maestría en Ciencias. Instituto de Ecología. Xalapa, Veracruz, México.

EVALUACIÓN DE LA COBERTURA DE MANGLE ROJO (*Rhizophora mangle*) EN EL POLÍGONO II DEL PLAYÓN, RESERVA DE LA BIÓSFERA DE SIAN KA'AN

Domínguez Victorica María Blanca[a]; Fuentes Torres Marco Antonio[a]; Gómez Nieto Gerardo Miguel[a]; **Tierra Blanca Macedo Paola[a]***

✉*ggomez@sylvatica.com.mx; ptierrablanca@sylvatica.com.mx

[a] SYLVATICA, S.C.® Av. Nichupté 20, Atrium, Loc. 404, S.M. 19, Mz. 02, Cancún, Quintana Roo, C.P. 77500. Tel (998) 845-5161.

Palabras clave: Restauración, cobertura, reforestación, Sistemas de Información Geográfica.

Introducción. La construcción de un camino en 1984 dentro de lo que hoy es la Reserva de la Biósfera Sian Ka'an, provocó severos daños a una zona ocupada por vegetación de mangle chaparro denso constituido principalmente por mangle rojo (*Rhizophora mangle*). La principal afectación que se tradujo en la pérdida casi total del manglar fue la interrupción del flujo hidrológico de la zona, además de que se colocó un paso de agua que permitió el ingreso de agua salina a la llanura, provocando la hipersalinización del área, generando considerables pérdidas de vegetación en el área, debido a que la salinidad se reconoce como uno de los factores abióticos que más influye en la distribución y abundancia de los manglares (Rodríguez-Zúñiga *et al.,* 2018).
En 2005, se iniciaron las actividades de restauración de la zona, con la reforestación en cinco polígonos y la apertura de ocho pasos de agua que contribuyeron a restaurar el flujo hidrológico de la zona. El presente trabajo versará sobre el desarrollo del manglar reforestado, que ha pasado un difícil proceso de crecimiento debido a las condiciones adversas del medio, sin embargo, su crecimiento es tan notorio que hoy en día existen mogotes de manglar con altura de más 4 metros. Se evalúa el incremento de la cobertura de manglar en los mogotes del Polígono II del Playón mediante la interpretación de mosaicos de fotografía aérea en la Reserva de la Biósfera Sian Ka'an de diferentes años, mediante el uso de un Sistema de Información Geográfica. **Metodología.** La metodología empleada consistió en la digitalización de imágenes satelitales y fotografías aéreas de los años 2014, 2017, 2019 y 2022, tomando como línea base la fotografía aérea inicial de los mogotes reforestados, tomada por Sylvatica, S.C. el día 19 de septiembre de 2008, y a partir de ésta, se digitalizó la cobertura de cada mogote, con el propósito de evaluar el crecimiento y desarrollo de la vegetación. La evolución y el éxito de las actividades de restauración hidrológica aplicadas a zonas degradadas pueden evaluarse a través del monitoreo de características como la estructura de la vegetación y del suelo (Salmo *et al.,* 2013), por lo que la cobertura vegetal es el indicador clave para determinar la evolución del área reforestada y restaurada hidrológicamente. **Resultados y discusión.** Como resultados se tiene lo siguiente: la primera fotografía aérea del año 2008 se considera el escenario cero, en donde la cobertura de mangle rojo (*Rhizophora mangle*) era nula y de acuerdo al recuento realizado del mosaico de fotografía aérea obtenido con un dron DJI Mavic Air 2s en el mes de octubre de 2022, se tiene un incremento de 4,925.14 m² de cobertura, lo que representa un avance significativo en la restauración de la zona, adicionalmente, estos árboles ya maduros, producen propágulos de hasta 30 cm

de longitud y contribuyen en la restauración natural del manglar. **Conclusiones**. Con base en los resultados expuestos del incremento de la cobertura de la vegetación, se considera un caso de éxito en la restauración ecológica de mangle rojo (*Rhizophora mangle*) en el Polígono II del Playón, Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an, debido a que en el área puede observarse reclutamiento de plántulas**,** presencia de fauna (peces, crustáceos, aves, reptiles), y conectividad en el paisaje, mismos que son indicadores de éxito en la restauración ecológica (Teutli-Hernández *et al.,* 2013).

Referencias.

- Rodríguez Zúñiga M.T., E. Villeda Chávez, A. D. Vázquez-Lule, M. Bejarano, M. I. Cruz López, M. Olguín, S. A. Villela Gaytán, R. Flores. (2018). Métodos para la caracterización de los manglares mexicanos: un enfoque espacial multiescala. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Ciudad de México. 272 pp.
- Salmo, S. G., Lovelock, C., & Duke, N. C. (2013). Vegetation and soil characteristics as indicators of restoration trajectories in restored mangroves. Hydrobiologia, 720(1), 1–18.
- Teutli Hernández, C., Herrera-Silveira, J. A., Cisneros-de la Cruz, D. J., & Roman-Cuesta, R. M. (2020). Guía para la restauración ecológica de manglares: lecciones aprendidas. CIFOR.

PECES Y CANGREJOS, INDICADORES DEL PROGRESO DE LA RESTAURACIÓN DEL MANGLAR ASOCIADO A LA LAGUNA DE TAMPAMACHOCO

Carrera-Barojas Karla María[a]*; Lara-Domínguez Ana Laura[a]; López-Barrera Fabiola[a]; López-Portillo Jorge Alejandro[a], Ayala-Pérez Luis Amado[b]

✉*carrerab.karla@gmail.com

[a] Red de Ecología Funcional. Instituto de Ecología AC, 91073 Xalapa, Veracruz, México.
[b] División de Ciencias Biológicas y de la Salud. Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco.

Palabras clave**:** manglares, rehabilitación, creación de hábitat, indicadores de éxito

Introducción. Los bosques de manglares son un ecosistema altamente productivo que ofrece diversos servicios ecosistémicos. Aunque su importancia es reconocida, existe una intensa presión sobre sus recursos, siendo uno de los más comunes el cambio de uso de suelo, lo que ha resultado en una disminución significativa de su extensión global. Esta situación ha aumentado la conciencia sobre el valor ecológico de los manglares y ha generado esfuerzos para protegerlos y restaurarlos. En la restauración de manglares, es clave la recuperación de patrones hidrológicos y topográficos, puesto que son factores que determinan los gradientes de los recursos y reguladores biogeoquímicos del suelo.
En proyectos de restauración, es importante evaluar la trayectoria de recuperación de las funciones del manglar a través de grupos de fauna clave. Cuando se recupera el flujo de mareas mediante la conexión entre los embalses y los manglares deteriorados, se propicia la recuperación del hábitat de los peces, particularmente de especies transitorias (Valentine-Rose *et al*., 2011). Al comparar la comunidad de peces en sitios restaurados vs. conservados, han encontrado diferencias importantes. Los sitios restaurados exhiben la dominancia de especies transitorias con hábitos omnívoros. Existe la hipótesis de que en etapas avanzadas habrá una mayor presencia de especies residentes (Barimo & Serafy, 2003; Whiterod *et al*., 2021). Otro grupo importante son los cangrejos. Se ha reportado que las especies de las familias Ocypodidae y Sesarmidae, típicas del manglar, responden de manera diferente a la restauración, lo cual está relacionado con sus requerimientos específicos (Li *et al*., 2015). En 2011 se inició el proyecto de rehabilitación hidrológica en un manglar degradado asociado a la Laguna de Tampamachoco, al norte de Veracruz. La interrupción del flujo de agua por infraestructura gris causo la muerte de más de 30 ha de manglar. De 2018 a 2021 las acciones de rehabilitación incluyeron la apertura de canales que permitieron la conexión de las zonas de manglar muerto con la laguna. Además, se mejoró la topografía elevando el microrelieve. Se construyeron bordes (BOR) y montículos de sedimento distribuidos en baja y alta densidad (MBD y MAD, respectivamente). El avance de la restauración se favoreció con la regeneración natural y la colonización de la fauna. El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el avance en la recuperación del manglar mediante el análisis de la diversidad de peces y la densidad de madrigueras de cangrejos. Para este propósito i) evaluamos la riqueza y abundancia de peces en canales del área en restauración y en canales adyacentes al sitio de referencia; ii) registramos la densidad y el diámetro de madrigueras de cangrejos en el área en restauración y en el manglar conservado; y iii) monitoreamos los parámetros fisicoquímicos que se relacionan con la abundancia de ambos grupos. **Metodología.**

Para evaluar la diversidad y composición de la comunidad de peces se establecieron 10 estaciones de muestreo fijas, cuatro en el Canal del Área en Restauración, cuatro en Canal de referencia y dos en laguna. Estas últimas, para conocer la diversidad de especies presente en la laguna, y que ingresan al sistema de canales. Se utilizó una red de atarraya (2.5 cm de luz malla y diámetro de 3 m) con 10 lances por estación. Para evaluar la densidad de madrigueras de cangrejos se aplicó el método no destructivo de conteo de madrigueras como proxi a la colonización de estos organismos (Skov *et al.,* 2002). Se midió el tamaño de las madrigueras como un proxi de composición de especies. Se trazaron cuatro transectos de 150 m en cada ambiente (MBD, MAD, BOR y referencia). En cada uno se establecieron 10 estaciones de muestreo fijas separadas cada 15 m. En cada estación se registró el número y tamaño (diámetro) de las madrigueras presentes en un cuadrante de 1 m^2. En cada estación de muestreo se midieron los parámetros fisicoquímicos del agua: salinidad, pH, potencial de óxido-reducción y temperatura. Adicionalmente, para el muestreo de cangrejos se muestreo suelo para determinar el porcentaje de humedad. **Resultados y discusión.** Peces: la riqueza de especies fue similar entre los canales del área en restauración vs. canales que cruzan el sitio de referencia. Sin embargo, la abundancia y composición difirió entre estos. La mayor abundancia se registró en los canales del área en restauración, en los cuales hubo tres especies dominantes (*Diapterus auratus*, *Megalops atlanticus* y *Centropomus undecimalis*) que son consideradas como visitantes transitorios del manglar. Cangrejos: la densidad de madrigueras fue mayor en las áreas en restauración con más montículos por área, pero el tamaño de la madriguera difiere del sitio de referencia, siendo donde las madrigueras son de mayor tamaño. Ambos indicadores biológicos son fáciles de medir, pero particularmente la densidad y tamaño de madrigueras de cangrejos puede ser un indicador que estime el potencial de recuperación de interacciones y funcionalidad del ecosistema. **Conclusiones.** Los resultados muestran que las acciones de rehabilitación hidrológica y topográfica contribuyen a la creación de hábitat, que permite la colonización de peces y cangrejos, lo que resalta la importancia de conservar los relictos de manglar. El análisis de grupos de fauna clave, es útil para evaluar la recuperación de la funcionalidad de manglares restaurados.

Sugerimos, que en proyectos de restauración se consideren las evaluaciones de estructura y composición de cada grupo, puesto que esta información brinda un mejor entendimiento de la recuperación del sitio.

Referencias

- Barimo, J. F., & Serafy, J. E. (2003). Fishes of a restored mangrove habitat on Key Biscayne, Florida. Florida Scientist, 12-22.
- Li, W., Cui, L., Zhang, M., Wang, Y., Zhang, Y., Lei, Y., & Zhao, X. (2015). Effect of mangrove restoration on crab burrow density in Luoyangjiang Estuary, China. *Forest Ecosystems*, *2*, 1-9.
- Skov, M., Vannini, M., Shunula, J., Hartnoll, R., & Cannicci, S. (2002). Quantifying the density of mangrove crabs: Ocypodidae and Grapsidae. Marine Biology, 141(4), 725-732.
- Valentine-Rose, L., & Layman, C. A. (2011). Response of fish assemblage structure and function following restoration of two small Bahamian tidal creeks. Restoration Ecology, 19(2), 205-215.

- Whiterod, N. S., Brown, L., Bachmann, M., Farrington, L., & Vilizzi, L. (2021). Long and lasting: spatial patterns and temporal trends in a fish community responding to landscape-scale hydrological restoration of a coastal freshwater wetland complex. *Landscape Ecology*, *36*, 1511-1532.

FRECUENCIA DOMINANTE DE LA INUNDACIÓN Y LA MAREA EN MANGLARES DEL CARIBE Y GOLFO MEXICANO: UNA PROPUESTA PARA IDENTIFICAR LA CONECTIVIDAD HIDROLÓGICA

Haydeé López-Adame[a*]; Rosela Pérez-Ceballos[b]; Arturo Zaldívar-Jiménez[c]; Ismael Mariño-Tapia[d]; Susana Alvarado-Barrientos[a]; Héctor Hernández-Arana[e]; Ana Laura Lara-Domínguez[a]; Jorge López-Portillo[a]

✉*haydee.lopez@posgrado.ecologia.edu.mx

[a] INECOL, Instituto de Ecología, A. C., Red de Ecología Funcional. Carretera antigua a Coatepec 351, Col. El Haya, Xalapa, Veracruz.
[b] Instituto de Ciencias del Mar y Limnología Estación El Carmen UNAM, Carretera Carmen-Puerto Real Km 9.5, C.P. 24157, Cd. del Carmen, Campeche, México;
[c] ATEC, Asesoría Técnica y Estudios Costeros SCP, Calle 63B No. 221, entre 122 y 124D, Col Yucalpetén, Mérida, Yucatán, México;
[d] ENES, Escuela Nacional de Estudios Superiores Mérida, UNAM Calle 7 B 229, Col. Juan B. Sosa, 97205 Mérida, Yucatán, México;
[e] ECOSUR, El Colegio de la Frontera Sur. Sistemática y Ecología Acuática. Av. Centenario km 5.5, C.P. 77014, Chetumal, Quintana Roo, México.

Palabras clave: manglar conservado-degradado, restauración ecohidrológica, series de tiempo.

Introducción: La inundación en los manglares resulta de la interacción de fenómenos hidrológicos comunes en sistemas lagunares, estuarios, bahías o costas marinas. El aporte de agua continental, la marea, la precipitación, el viento y la evaporación contribuyen de forma diferenciada a los diferentes regímenes de inundación (RI) que se registran en los manglares (Kjerfve, 1990), generando condiciones biogeoquímicas favorables o desfavorables para su desarrollo (Pérez-Ceballos *et al.,* 2022).
En general, los ecosistemas costeros están altamente fragmentados por infraestructura de movilidad, urbano-turística e industrial y son perturbados por tormentas y huracanes, generando interrupción en la conectividad hidrológica (CH). La desconexión induce el estancamiento o ausencia prolongada de agua, hipersalinidad, altas temperaturas y azolve de vías de drenaje lo que genera alta mortandad (Pérez-Ceballos *et al.,* 2020). Es necesario comparar el RI en diversos escenarios costeros para comprender cómo funciona el ecosistema de manglar y para su implementación en estrategias de restauración ecohidrológica.
El objetivo de este estudio fue analizar los cambios en los niveles de inundación (NI) en manglares del Caribe y el Golfo de México. Nos preguntamos: (1) ¿Existen frecuencias dominantes en los NI?, (2) ¿Qué relación hay entre la marea y los NI en manglares de diversas tipologías y condición?, (3) ¿Los NI permiten identificar la falta de CH?, y (4) ¿Cómo se modifica el NI después de la restauración ecohidrológica de los manglares?
Metodología: Se analizaron series de tiempo del NI registradas con transductores de presión de titanio (HOBO water level, ONSET) en diez sitios de manglar de franja y cuenca: seis en el Caribe (Cozumel, Puerto Morelos, Chetumal) y cuatro en el Golfo de México (Laguna de Términos y Tampamachoco). Contamos con siete manglares conservados, uno degradado y dos bajo restauración ecohidrológica (ambos en manglares de cuenca). Se derivaron frecuencias dominantes de los NI a partir de la

transformada discreta de Fourier, incluyendo un análisis de transformada de ondícula continua y cruzada para estimar la coherencia y relación entre la marea y los NI (Thomson & Emery, 2014). **Discusión y resultados**: La inundación fue constante en los manglares de franja conservados. En los manglares de cuenca conservados identificamos periodos continuos de ocho días sin inundación (-0.60 m). En los manglares degradados los periodos sin inundación fueron más prolongados (45 días) y de menor magnitud (-0.4 m). Los periodos prolongados generan una fuerte tensión ambiental en el manglar. Nuestros análisis indican que la marea es el principal modulador en el RI entre sitios. Las frecuencias dominantes cambiaron entre los sitios de diurna a semidiurna, asociada a la influencia de la marea diurna, a la brisa marina y los cambios en la presión atmosférica local. Las mayores amplitudes y magnitudes se observaron en los manglares conservados y restaurados. A partir de la baja coherencia entre la marea y la inundación, además de la discontinuidad en las frecuencias diarias, encontramos desconexión hidrológica en tres sitios de manglar degradado (Cozumel, Laguna de Términos y Tampamachoco). Los análisis confirmaron que la CH se restableció posterior a la restauración de un año en Tampamachoco, y después de dos años de la restauración en Cozumel y Laguna de Términos. **Conclusiones.** (1) Los NI fueron modulados por cambios diurnos y semidiurnos debido a la influencia de la marea. La modulación se pierde con la interrupción de la conectividad hidrológica observada en los sitios degradados. (2) Los manglares restaurados se reconectaron hidrológicamente al registrar frecuencias diarias continuas y en menores periodos sin inundación. (3) El análisis de frecuencias dominantes es de gran utilidad para determinar la conectividad hidrológica e identificar la relación entre la marea, el viento y la precipitación pluvial con los NI.

Referencias

- Kjerfve, B. (1990). Manual for Investigation of Hydrological Processes in Mangrove Ecosystems (pp. 29–68).
- Pérez-Ceballos, R., Zaldívar-Jiménez, A., Canales-Delgadillo, J., López-Adame, H., López-Portillo, J., & Merino-Ibarra, M. (2020). Determining hydrological flow paths to enhance restoration in impaired mangrove wetlands. PLOS ONE, 15(1), e0227665. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0227665
- Pérez-Ceballos, R., Zaldívar-Jiménez, A., Melgarejo-Salas, S., Canales-Delgadillo, J., López-Portillo, J., Merino-Ibarra, M., Celis-Hernandez, O., Lara-Domínguez, A. L., & Ochoa-Gómez, J. (2022). Porewater Sulfide: The Most Critical Regulator in the Degradation of Mangroves Dominated by Tides. Forests, 13(8). https://doi.org/10.3390/f13081307
- Thomson, R., & Emery, W. (2014). Data analysis methods in physical oceanography (1st ed.). Elsevier. https://doi.org/10.1016/C2010-0-66362-0

EFECTOS DE LA RESTAURACIÓN HIDRÁULICA EN LA COMUNIDAD DE AVES EN MANGLARES DE TUXPAN, VERACRUZ

Hernández-Sánchez Mauricio[a]*; Lara-Domínguez Ana Laura[a]; López-Portillo Jorge[a]

✉*mauricio.hernandez@inecol.mx

[a] Instituto de Ecología A. C, Departamento de Ecología Funcional. 91073, Xalapa, Veracruz.

Palabras clave: Restauración, monitoreo, aves, manglares

Introducción. Los manglares proporcionan una amplia gama de servicios ecosistémicos, incluyendo la protección de la costa contra tormentas y huracanes, la captura de carbono, el suministro de alimentos y la regulación del clima. Además, son el hogar de una gran variedad de especies animales y vegetales, incluyendo especies en peligro de extinción. La degradación y pérdida de manglares han tenido efectos negativos en la biodiversidad, la economía local y la calidad de vida de las comunidades que dependen de estos ecosistemas. La restauración de manglares puede ayudar a restaurar la biodiversidad, aumentar la resiliencia de las comunidades costeras y proteger contra el cambio climático. El propósito de este trabajo es identificar la respuesta de la comunidad de aves a los efectos de la restauración hidráulica realizada en manglares asociados a la Laguna de Tampamachoco en Tuxpan, Veracruz antes, durante y después de las obras de restauración. El área de estudio se ubica en el Sitio Ramsar 1602 Manglares y Humedales de Tuxpan, donde se registró más de 30 hectáreas de manglar muerto con daño crónico, adyacente a la Laguna de Tampamachoco. Esto fue inducido por la presencia de tres terraplenes entre 540 y 730 m de largo En 2011 se inicia las actividades y acciones de restauración se efectúa en tres etapas 1) monitoreo de la línea base determinando las causas de la mortandad del manglar, en 2012 se inician las acciones con la construcción de 16 vados transversales a los terraplenes; 2) en 2014 y 2015 se amplían los vados para permitir la dispersión de propágulos; 3) en 2019 se mejora la hidráulica del sistema a través de la conexión de las zonas de manglar muerto con la laguna de Tampamachoco y modifica la microtopografía elevando el relieve del suelo. **Metodología.** Desde 2016 a la fecha se está monitorea la estructura y composición de la comunidad de aves dentro del área de estudio. Para esto, primeramente, se clasificó el sitio en cuatro categorías de acuerdo con su estructura y grado de conservación del manglar (Schondube *et al.*, 2018; Salas-Correa & Mancera-Rodríguez 2020) quedando: Zona conservada, zona de borde, zona de transición y zona muerta. En cada una de estas zonas se establecieron cinco puntos de conteo de radio fijo a 30m con una separación de al menos 200m entre cada uno, dando un total de 20 puntos de conteo, los cuales fueron visitados de manera quincenal, con un esfuerzo de muestreo de 10 minutos en cada uno, anotándose tanto las aves observadas y escuchadas, así como el uso de hábitat que las aves realizaban en ese momento. **Discusión y resultados.** Hasta el momento, se registra un total de 169 especies, siendo la zona muerta y la zona de borde los que tuvieron mayor número de especies (102). Las curvas de acumulación de especies en la zona muerta muestran que el número de especies aumentó después de las obras de restauración, en 2019. En cuanto al uso de hábitat, las categorías identificadas en la zona de estudio fueron alimentación, descanso y reproducción, siendo la reproducción poco representativa con muy bajo número de registros. La segunda categoría más registrada fue el descanso,

donde se nota un aumento de individuos que usan la zona de restauración para descansar y de igual manera para alimentarse, pero en todos los sitios la alimentación es la actividad más registrada a lo largo del muestreo. **Conclusiones.** Una de las principales respuestas de las aves derivados de la restauración de estos manglares es el incremento de la diversidad de aves cómo se observa en las curvas de acumulación de especies, la cual, es propiciada por la creación de distintos microhábitats que atrae especies con diferentes estrategias de alimentación y además se forman distintos espacios para el descanso ideales para una gran variedad de especies.

De acuerdo a las observaciones, el manglar es un espacio muy importante para la alimentación de las aves, ya que en las cuatro zonas de muestreo el principal uso de hábitat es la alimentación, que también se ve favorecida después de las obras de restauración, pudiendo ser los canales excavados los que generan y congregan una gran cantidad de presas a lo largo del área de estudio (Schondube *et al.,* 2018).

El proceso de restauración tiene un efecto positivo en la composición de especies de aves y número de individuos, ofreciendo una diversidad de microhábitats y mayor disponibilidad de alimento.

Referencias

- Aguilar-Garavito M. y W. Ramírez (eds.) (2015). Monitoreo a procesos de restauración ecológica, aplicado a ecosistemas terrestres. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander vonHumboldt (IAvH). Bogotá D.C., Colombia. 250 pp.
- Salas-Correa, A. D. y Mancera-Rodríguez, N.J. (2020). Aves como indicadoras ecológicas de etapas sucecionales en bosques secundarios, Antioquia, Colombia. Revista de Biología Tropical, 68(1), 23-29.
- Schondube, Jorge E.; MacGregor-Fors, Ian; Quesada, Javier. (2018). Aves en paisajes modificados por actividades humanas. Ecología y conservación de fauna en ambientes antropizados, cap. 12, p. 207-232

PRIORIZACIÓN DE ACCIONES DE RESTAURACIÓN DE MANGLARES, RESERVA DE LA BIOSFERA MARISMAS NACIONALES NAYARIT

Vázquez-Morán Víctor Hugo[a]*; Jacobo-Enciso Pilar[b]; Paiz-Merino Yves Constantino[c]; Mascote-Maldonado Coral [b]

✉*vvazquez@conanp.gob.mx

[a] Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), Galeana 27 altos, Col. Centro, Santiago Ixcuintla, Nayarit, 63300. México.
[b] WWF (World Wildlife Fund). Av. Insurgentes Sur 1216 int. 603, Col. Del Valle, Benito Juárez, CDMX, 03100. México.
[c] TNC (The Nature Conservancy). Av. Insurgentes Sur 863, piso 7, oficina 720. Col. Nápoles, Benito Juárez, CDMX. 03810. Guatemala

Palabras clave: Priorización, restauración, área natural protegida, gobernanza, ecología forense

Introducción. La Reserva de la Biosfera Marismas Nacionales Nayarit (RBMNN), está ubicada al noroeste del estado de Nayarit y protege la mayor superficie de uno de los humedales de mayor relevancia del Pacífico mexicano. Este humedal posee una gran diversidad faunística, destacando las aves, felinos, reptiles, peces, y moluscos, y respecto a la vegetación, destacan los densos y extensos bosques de manglar. Por su riqueza biológica es considerado uno de los más productivos de la región, para la pesca, acuacultura y silvicultura (SEMARNAT, 2013a). Sin embargo, esta diversidad biológica y productividad están en riesgo por múltiples causas, entre ellas la tala ilegal, el cambio de uso de suelo para agricultura, ganadería y camaronicultura; la red de carreteras locales que interrumpen el flujo hidrológico, los distritos de riego que modifican los aportes de sedimentos y secuestran los aportes de agua dulce. Y de manera muy puntual el Canal de Cuautla, que modificó radicalmente las condiciones hidro sedimentarias, provocando cambios en los patrones de marea de agua salada al humedal, incrementando la salinidad de algunas lagunas (Blanco & Correa, 2011). El Programa de Manejo de la RBMNN, contiene el Subprograma de Restauración, que tiene como uno de sus objetivos específicos, el desarrollo de un programa permanente de restauración con la participación de comunidades, ONG y dependencias de gobierno de los tres órdenes del Gobierno (SEMARNAT, 2013b). Para ello, es imprescindible identificar y definir prioridades de restauración con base en la actualización y análisis de los datos 2020 de los manglares de México (Velázquez- Salazar *et al.,* 2021), el análisis técnico científico del socio ecosistema, considerando las decisiones, autodeterminación y experiencias previas de las comunidades restauradoras; promoviendo la planeación estratégica; monitoreo y evaluación de la efectividad de los proyectos; a través de la coordinación y sinergia entre los diversos sectores y actores, promoviendo la participación consensuada, corresponsable y activa de las comunidades y ejidos de la Reserva. **Metodología.** En principio corresponde a la CONANP, WWF y TNC, el diagnóstico, gestión e identificación de prioridades de restauración, fundamentado en la revisión y/o elaboración de estudios técnicos; Promoción y gestión de acciones de planeación estratégica, coordinación y sinergia con instancias, socios y actores ; Construcción participativa de una Agenda de Restauración; Vinculación y socialización de la Agenda; Mapeo de los esfuerzos de restauración de las comunidades, instituciones, dependencias, universidades y ONGs

que han trabajado en la zona; Estudio, identificación y selección de los sitios prioritarios de restauración; Diseño de estrategia de restauración de los sitios prioritarios de restauración con base en el manejo adaptativo experimental; Fortalecimiento de capacidades en temas de restauración y políticas públicas asociadas a la restauración, de ejidos y comunidades, así como de los socios e instancias que participen; Implementación de la estrategia de restauración y acompañamiento coordinado con socios implementadores, ejidos y comunidades participantes: Divulgación de resultados; Diseño y elaboración del programa permanente de seguimiento, monitoreo y evaluación de la efectividad de las actividades de restauración. **Resultados y discusión**. – Identificar, planificar y priorizar las acciones viables y factibles de restauración. -Promover y mejorar la gobernanza y mecanismos de gestión pública que impulsen las acciones de restauración en la Reserva. – Participación proactiva y corresponsable de los ejidos y comunidades en la planificación y ejecución de acciones de restauración. -Monitoreo y evaluación de la efectividad del programa de restauración. -Implementar el subprograma de restauración del Programa de Manejo de la Reserva. Los siguientes son resultados preliminares y parciales alcanzados a la fecha - Se cuenta con una propuesta de Agenda de Restauración; -Se cuenta con el análisis de los sitios prioritarios de restauración, así como el mapeo de actores; Se ha establecido la coordinación y sinergia con socios para atender algunos puntos de la Agenda, como CONAFOR, PRONATURA, Profesionales de Servicios Técnicos, CINVESTAV Unidad Mérida, SmartFish A.C., y la Universidad de Griffith; Se cuenta con la selección de sitios de restauración por parte de la Universidad de Griffith; En breve CINVESTAV iniciará la ecología forense (Teutli-Hernández, *et al.,* 2021)., del sitio piloto prioritario. El análisis y discusión de avances y resultados se dará una vez que se concluya la etapa de ecología forense. **Conclusiones.** La estrategia de diseñar, proponer, planificar, priorizar e implementar trabajos conjuntos con ejidos y comunidades de la Reserva, en coordinación y sinergia con diferentes instancias de los tres niveles de gobierno, sectores, actores y ONGs, coadyuvará a optimizar los mecanismos de participación social, coordinación y sinergia que hagan factible y asegure la planeación, priorización y ejecución de acciones de restauración altamente efectivas que beneficien la conservación, protección, restauración, vigilancia y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas de la Reserva de la Biosfera Marismas Nacionales Nayarit, y la permanencia de las comunidades que dependen de ellos para el desarrollo de sus actividades productivas, economía y bienestar.

Referencias

- Blanco y Correa, M. (Ed.). (2011). Diagnóstico Funcional de Marismas Nacionales. Universidad Autónoma de Nayarit y la Comisión Nacional Forestal con el patrocinio del Gobierno del Reino Unido. Tepic, Nayarit. 190 páginas, 84 mapas + 1 DVD.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2013a,b). Acuerdo por el que se da a conocer el resumen del Programa de Manejo del Área Natural Protegida con el carácter de Reserva de la Biosfera Marismas Nacionales Nayarit. Diario Oficial de la Federación. Miércoles 3 de abril de 2013. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5294348
- Teutli-Hernández C., Herrera-Silveira J.A., Cisneros-de la Cruz D.J., Arceo-Carranza D., Canul-Cabrera A., y Comín F.A. (2021). *Manual para la restauración ecológica de manglares del Sistema Arrecifal Mesoamericano y el Gran Caribe*. Proyecto Manejo integrado de la cuenca al arrecife de la ecorregión del Arrecife

Meso-americano - MAR2R, UNEP-Convención de Cartagena, Mesoamerican Reef Fund. Guate-mala City, Guatemala. 111 pp.

- Velázquez-Salazar S., Rodríguez-Zúñiga M.T., Alcántara-Maya J.A., Villeda-Chávez E., Valderrama-Landeros L., Troche-Souza C., Vázquez-Balderas B., Pérez-Espinosa I., Cruz-López M. I., Ressl R., De la Borbolla D. V. G., Paz O., Aguilar-Sierra V., Hruby F. y Muñoa-Coutiño J. H. (2021). Manglares de México. Actualización y análisis de los datos 2020. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México,CDMX.Pp.168

RESTAURANDO EL ESTERO: RECUPERACIÓN DE ALMEJA ARROCERA (*Chione fluctifraga*) MEDIANTE UNA ZONA DE MANEJO INTEGRAL

Raziel Elihu Hernández-Pimienta[a]*; Delfina Mendoza-Tinoco[b]; Laura Wicochea[b], Inés López-Ercilla[a]

✉*rhernandez@cobi.org.mx

[a] Comunidad y Biodiversidad A.C. Isla del Peruano #215, CP 85448, Guaymas, Sonora, México.
[b] SCPP Mujeres del Mar de Cortés. Pleamar SN, CP 83340, Bahía de Kino, Sonora, México.

Palabras clave: restauración, acuacultura, humedal, igualdad de género

Introducción. La pesquería de almejas tiene un papel muy importante para el bienestar de las comunidades costeras del noroeste de México, enfrentando desafíos como sobreexplotación, ilegalidad, mal manejo, efectos antropogénicos, entre otros. Para atender la demanda de bivalvos y la seguridad alimentaria sin comprometer a las poblaciones naturales, es necesario utilizar nuevas y más eficientes técnicas de cultivo que apoyen la resiliencia del ecosistema (Barner *et al.,* 2015). La acuacultura de especies autóctonas en esteros es una alternativa que facilita el repoblamiento de bancos naturales, por la liberación de gametos que son dispersados por las mareas y corrientes; además de ser una fuente de empleo y oportunidades para las comunidades (FAO, 2018). Las almejas del género *Chione* son apreciadas para el consumo humano y tienen gran potencial para su cultivo, en Sonora las especies de mayor interés para consumo son la almeja arrocera *Chione fluctifraga* y *C. gnidia*, que son extraídas manualmente de los esteros o zonas someras. Esto a su vez permite realizar acuacultura por su fácil acceso y baja necesidad de equipo sofisticado. El estero Santa Cruz en Bahía de Kino, Sonora, México, es un sitio Ramsar altamente productivo, con marismas, bancos de arena inundables, manglar negro (*Avicenia germinans*) y rojo (*Rhizophora mangle*); sin embargo, la explotación desmedida de bivalvos ha disminuido sus poblaciones, que fueron históricamente abundantes. La cooperativa Mujeres del Mar de Cortés, trabaja desde 2018 para recuperar la población de almeja arrocera en el estero, implementando estrategias que contribuyan a asegurar un ingreso económico, mientras se recupera la población. De este modo, se contribuye al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) (UN 2015), particularmente el ODS 5 (igualdad de género), 8 (trabajo decente), 13 (acción por el clima), y 14 (vida submarina). **Metodología**. Para recuperar y aprovechar la especie, se está replicando un modelo de cultivo denominado Zona de Manejo Integral (ZMI), que se compone de tres herramientas de manejo: 1) zona de refugio, 2) zona de aprovechamiento y 3) zona de cultivo. La ZMI se diseñó en un proceso participativo donde la cooperativa decide el manejo, protección y aprovechamiento de los recursos dentro de un polígono de 7.01 has, otorgado a través de un permiso para acuacultura de fomento. Se señaliza el área, se implementa el plan de trabajo, y se monitorea anualmente por medio de cuadrantes de 1 x 1 m para estimar la abundancia de bivalvos en el área. **Resultados y discusión.** Los bivalvos más abundantes son *C. fluctifraga, Lliochione subrugosa* y *Anadara tuberculosa.* Para el año 2018 se calculó una abundancia inicial de 1.7 org/m^2 de *C. fluctifraga*, posteriormente se hizo una siembra de 225,000 semillas obtenidas de laboratorio. En 2019 los resultados indicaron una disminución de los bivalvos en general, por dos factores: saqueos dentro del polígono de

trabajo y depredación por el caracol invasor *Eupleura muriciformis*. Después de tres años como reserva voluntaria, se observó una recuperación, con una abundancia más elevada que la inicial (Tabla 1), además se encontró que la distribución espacial de la almeja *C. fluctifraga* responde a los cambios en los sedimentos, el asolvamiento y la mortalidad por depredación de *E. murciformis*.

Tabla 1. Promedio de abundancia por metro cuadrado (org/m^2) de los bivalvos más abundantes

Año	*C. fluctifraga*	*L. subrugosa*	*A. tuberculosa*
2018	1.74	3.17	0.74
2019	0.52	1.36	0.06
2021	1.30	0.50	0.11
2022	2.53	0.95	0.13

Un elemento importante para este modelo es el liderazgo de la cooperativa de mujeres, quienes se han apropiado del proyecto sosteniéndolo a lo largo de los años. **Conclusiones**. A pesar de que solo se ha realizado una siembra en 2018, la reserva en el área ha permitido la recuperación de organismos de manera natural. La vigilancia comunitaria, participación y organización de la cooperativa ha tenido efectos positivos en la comunidad, incentivando a más mujeres y juventudes a involucrarse en actividades de pesca que tradicionalmente se asocian a los hombres. Además, las mujeres han llegado a autoreconocerse como parte del sector pesquero. Es importante recuperar el conocimiento tradicional sobre esta zona histórica de pesca y esta pesquería, para identificar sitios óptimos para la restauración, especies adecuadas y capacidades técnicas necesarias. Una ZMI bien diseñada, que integra conocimientos técnicos y tradicionales, promueve la restauración de una zona en el humedal por su bajo impacto ecológico y su alto nivel de manejo de los recursos**.** Disminuye la presión pesquera, contribuye a mejorar la calidad de vida de usuarios y refuerza el empoderamiento comunitario. Este modelo de cultivo comenzó como herramienta para el manejo y cultivo de moluscos bivalvos, sin embargo, es una solución adaptable y replicable para cultivo de otros organismos en distintos contextos.

Referencias

- Barner, A. K., Lubchenco, J., Costello, C., Gaines, S. D., Leland, A., Jenks, B. et al. (2015). Solutions for recovering and sustaining the bounty of the ocean: Combining fishery forms, rights-based fisheries management, and marine reserves. *Oceanography,* 28(2), 252–263. https://doi.org/10.5670/oceanog.2015.51
- FAO. 2018. El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2018. Cumplir los objetivos de desarrollo sostenible. Roma. 250 págs. (https://www.fao.org/publications/card/es/c/I9540ES/).
- UN. (2015). Transforming Our World: the 2030 Agenda for Sustainable Development United Nations, New York.

UNA HISTORIA DE REFORESTACIÓN COMUNITARIA DE MANGLARES EN EL ESTERO EL DÁTIL, BAJA CALIFORNIA SUR.

Francisco Martínez-Vázquez[a]*; Ortega-Trasviña Celeste[a]; Frausto-Illescas Tannia[a]; Mónica Franco-Ortíz[a]

✉*francisco@costasalvaje.org

[a] COSTASALVAJE, AC, Programa Conservación de Manglares, Blvd. Las Dunas # 160-203, CP 22880, Ensenada, Baja California, México.

Palabras clave: Reforestación, manglares, mujeres, comunidad, Estero El Dátil.

Introducción. El estero El Dátil se localiza al sur de la Laguna San Ignacio (LSI), en la costa occidental de la Reserva de la Biosfera El Vizcaíno (REBIVI), donde se encuentran los manglares más norteños de la costa del Océano Pacífico y se desarrolla una cultura turística de observación de ballena gris (*Eschrichtius robustus*). Estos manglares proporcionan diversos servicios ecosistémicos al ser barreras de protección para comunidades costeras ante tormentas y huracanes, reducir el impacto de inundaciones, sostener pesquerías de gran variedad de especies comerciales y tener la capacidad de almacenar hasta 1023 Mg C ha^{-1} en su biomasa aérea y subterránea (Donato *et al.,* 2011), por lo cual su conservación es vital para combatir el cambio climático y sus efectos.
En 2019 se realizó en la REBIVI el análisis de vulnerabilidad de los Objetos de Conservación Socioambientales (OCSAs) relacionados con la permanencia de la provisión de servicios ecosistémicos esenciales para los medios de vida de sus habitantes ante amenazas climáticas (PNUD México y CONANP, 2019), identificando la necesidad de fomentar la reforestación comunitaria de manglares. Ante ello, la REBIVI y COSTASALVAJE desarrollaron la estrategia de reforestación de manglares para fortalecer la población de mangle rojo (*Rhizophora mangle*) y promover la participación comunitaria, generar empleos, incentivar la participación de mujeres e incrementar el número de aliados en la ejecución de políticas de protección, manejo y uso de los recursos naturales del área. **Metodología.** La implementación de este proyecto se basa en el modelo de organización y planeación de PNUD y colaboradores (2020), la cual inició con un proceso de capacitación comunitaria realizado por COSTASALVAJE y la REBIVI sobre planeación e implementación de proyectos de restauración de ecosistemas de manglar y que se fortaleció a través del siguiente procedimiento: 1) Presentación del proyecto ante la comunidad; 2) Identificación de áreas con potencial de reforestación; 3) Socialización con autoridades y actores claves locales; 4) Acuerdos y anuencia de los grupos comunitarios para participar en el proyecto; 5) Evaluación de tenencia de la tierra de los sitios a intervenir; 6) Creación y formalización de alianzas con investigadores e instituciones de investigación y educación superior, 7) Realizar estudios de caracterización de sitios a intervenir, 8) Solicitar permisos y autorizaciones ante autoridades; 9) Capacitación técnica de actores comunitarios; 10) Selección y delimitación de sitio; 11) Siembra de una especie de mangle; 12) Monitoreo de la reforestación; 13) Actividades de mantenimiento. **Resultados y discusión.** Durante los primeros tres años se han sembrado 57,864 propágulos de mangle rojo en 2.78 ha, alcanzando un éxito de sobrevivencia de 59.43% a un año de la siembra, un porcentaje menor al 80% reportado por PNUD y colaboradores (2020) para la región, probablemente

relacionada con la falta de lluvias en el año 2021. Asimismo, se han capacitado 15 mujeres y 5 hombres que han realizado dos ejercicios de reforestación, con participación de 21 jóvenes voluntarios y 27 empleos temporales generados. Actualmente, el grupo se conforma de 13 personas: 11 mujeres y 2 hombres que participan en la gestión de permisos, siembra y monitoreo de semillas, bajo un modelo de participación comunitaria que ha sido exitoso en otras regiones de México (Teutli *et al*., 2020). **Conclusiones.** La reforestación comunitaria en el estero El Dátil es exitosa ya que se ha alcanzado un alto porcentaje de sobrevivencia de plantas de mangle en ecosistemas de manglar bajo condiciones de aridez. La participación comunitaria tiene un doble beneficio: hacen posible la implementación de proyectos de reforestación en zonas aisladas y a su vez, incrementa las capacidades técnicas locales creando el potencial para promover nuevos proyectos de reforestación.

Referencias

- Donato, D.C., Kauffman, J.B., Murdiyarso, D., Kurnianto, S., Stidham, M., Kanninen, M. (2011). Mangroves among the most carbon-rich forests in the tropics. Nat. Geosci. 4(5):293-297.
- PNUD México y CONANP (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo y Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas). (2019). Programa de Adaptación al Cambio Climático (PACC) de la Reserva de la Biosfera el Vizcaíno. Proyecto 00087099 Fortalecimiento de la efectividad del manejo y la resiliencia de las áreas naturales protegidas para proteger la biodiversidad amenazada por el cambio climático. 142 pp.
- PNUD (Programa de las Naciones Unidas para El Desarrollo), CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas), COSTASALVAJE, A. C. (2020). Manual de restauración de ecosistemas con mangle rojo: Una medida de adaptación ante efectos del cambio climático en Laguna San Ignacio, Baja California Sur. Reporte técnico entregado a la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) y al Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) en el marco del proyecto 00087099: “Fortalecimiento de la efectividad el medio ambiente y la resiliencia de las áreas protegidas para proteger la biodiversidad amenazada por el cambio climático”. 64 pp. https://wildcoast.org/wp-content/uploads/2021/11/web-spreads-manual.pdf
- Teutli-Hernández, C., Herrera-Silveira, J.A., Cisneros-de la Cruz, D.J., Román-Cuesta, R. (2020). Guía para la restauración ecológica de manglares: Lecciones aprendidas. Proyecto, Mainstreaming Wetlands into the Climate Agenda: A multi-level approach (SWAMP). CIFOR/CINVESTAV-IPN/UNAM-Sisal/PMC, 42pp.

FORTALECIMIENTO DE CAPACIDADES LOCALES PARA LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DE MANGLARES

Diana Jacqueline Cisneros de la Cruz[a]*; Claudia Teutli Hernández [b]; Jorge Alfredo Herrera Silveira[a]

✉*cisnerosdelacruzdiana@hotmail.com

[a] Centro de Investigación y Estudios Avanzados, Unidad Mérida. Yucatán, México, Recursos de Mar, Laboratorio de Producción Primaria. C.P. 97205.
[b] Escuela Nacional de Estudios Superiores, Mérida. UNAM, Yucatán, México.

Palabras clave: monitoreo comunitario, capacitación, restauración ecológica, comunidad

Introducción. La restauración ecológica es el proceso de asistir a la recuperación de un ecosistema que ha sido degradado, dañado o destruido, para que recupere bienes y servicios a la sociedad (SER, 2004; Martin, 2017). Para una restauración exitosa, el grupo de trabajo debe estar conformado por diversos sectores, como la academia, el gobierno, grupos sociales organizados y, sobre todo, la comunidad (Teutli-Hernández *et al.,* 2020). Una alternativa para su involucramiento es a través del monitoreo participativo; el cual considera la colaboración de las comunidades locales, grupos organizados y brigadas en el proceso de recolección y análisis de la información, del manejo y gestión de los ecosistemas. Así mismo, la creación de material de difusión para la comunidad y los tomadores de decisiones es crucial para la integración de actores claves para la restauración. En la Península de Yucatán, México se han restaurado aproximadamente 2,000 ha de manglar a través de la implementación de más de 10 proyectos a lo largo de 15 años. Para una restauración exitosa, la inclusión de la comunidad y el fortalecimiento de sus capacidades teóricas y prácticas ha sido esencial. **Metodología.** A través de diferentes proyectos de restauración con financiamiento nacional e internacional como WWF, The Nature Conservancy, Mar Fund, The Ocean Foundation, The David and Lucile Packard Foundation, SEMARNAT, se impartieron talleres teórico- prácticos “Ecología, restauración y monitoreo de manglares” en ocho localidades de la Península de Yucatán (Figura. 1A). En los talleres se impartieron módulos teóricos y prácticos en donde se abordaron temas como la ecología de manglares, cambio climático, restauración ecológica y en campo se trabajó para la capacitación en técnicas para el monitoreo ecológico de variables de la estructura de la vegetación, parámetros fisicoquímicos del agua y características del suelo (Figura 1B,C). Además, se les proporcionó un *kit* de monitoreo para evaluar variables fisicoquímicas y de la estructura de la vegetación (Figura 1D). Adicionalmente se elaboró y publicó material de difusión como manuales, guías y cuadernillos para fortalecer las capacidades teóricas de diferentes actores clave para la restauración, desde tomadores de decisiones, implementadores y miembros de la comunidad. **Resultados y discusión.** Se capacitaron 155 personas a través del taller “Ecología, restauración y monitoreo de manglares” en la península de Yucatán. La capacitación contribuyó a la formación de nuevas brigadas comunitarias como en Santa Clara, Yuc. y en Xcalak, Q. Roo. Así como fortalecer las capacidades de brigadas ya conformadas para el monitoreo ecológico en manglares en restauración como en Progreso, Dzilam, Yuc. Se publicó la Guía para la restauración ecológica de manglares: lecciones aprendidas (Teutli *et al*., 2020), el Manual para la restauración ecológica de manglares en el Sistema Arrecifal Mesoamericano y el Gran Caribe (Teutli *et al*., 2021) y

el Cuadernillo comunitario, Restauración y monitoreo de manglares para nuestro bienestar (Cisneros *et al*., 2022). Este material contribuye para la implementación de estrategias de restauración más eficientes que coadyube a la resiliencia climática de las comunidades costeras de México.

Figura 1. Talleres teórico-prácticos en la península de Yucatán. A) Localización de las localidades en donde se impartió el taller. B y C) Módulos teóricos y prácticos durante el taller. D) Entrega de kit de monitoreo ecológico para manglar.

Conclusiones. La importancia de involucrar a la comunidad recae en su conocimiento tradicional del área, y en promover un sentido de pertenencia para la permanencia y continuidad en la restauración y conservación de los ecosistemas. Así como para el manejo sostenible de sus recursos.

Referencias

- Cisneros -de la Cruz, D.J., Herrera- Silveira, J.A., Teutli- Hernández, C., Canul Cabrera A.J., Cárdenas-Palomo, N., Morales-Castellanos, J.A. (2022). Cuadernillo comunitario: Restauración y monitoreo de manglares para nuestro bienestar. Proyecto: Fortalecimiento de capacidades locales del Yucatán para la restauración y monitoreo de manglares. CINVESATV/ENES-Mérida/PMC/TNC/WWF/GMA/AXXA/Builders Initiative. https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1pbhsOr79yOqkPYryTj4iii9QS1ZJEmN8
- Teutli-Hernández C., J.A. Herrera-Silveira, D.J. Cisneros-de la Cruz., R. Roman-Cuesta. (2020). Guía para la restauración ecológica de manglares: Lecciones aprendidas. Proyecto, Mainstreaming Wetlands into the Climate Agenda: A multi-level approach (SWAMP). CIFOR/CINVESTAV-IPN/UNAM-Sisal/PMC, 42pp. https://www.cifor.org/knowledge/publication/7794/
- Claudia Teutli-Hernández, Jorge A. Herrera-Silveira, Diana J. Cisneros-de la Cruz, Daniel Arceo-Carranza, Andrés Canul-Cabrera, Pedro Javier Robles-Toral, Oscar J. Pérez-Martínez, Daniela Sierra-Oramas, Karla Zenteno, Heimi G. Us-Balam,

Eunice Pech-Poot, Xavier Chiappa-Carrara, Francisco A. Comín. (2021). Manual para la restauración ecológica de manglares del Sistema Arrecifal Mesoamericano y el Gran Caribe. Proyecto Manejo integrado de la cuenca al arrecife de la ecorregión del Arrecife Mesoamericano - MAR2R, UNEP-Convención de Cartagena, Mesoamerican Reef Fund. Guatemala City, Guatemala. https://www.unep.org/cep/es/resources/toolkits-manuals-and-guides/manual-para-la-restauracion-ecologica-de-manglares-del

RESPUESTAS DE LA HOJARASCA INDUCIDAS POR LAS ACCIONES DE RESTAURACIÓN DEL MANGLAR EN TAMPAMACHOCO

Ana Laura Lara-Domínguez[a]*, Rivera Rodríguez Moisés[a], Hernández Sánchez Mauricio[a], Martínez García M. del Carmen[a], López-Portillo Jorge[a]

✉*ana.lara@inecol.mx

[a] Instituto de Ecología, A.C. Red de Ecología Funcional, Carretera antigua a Coatepec 351, Col. El Haya, Xalapa, Veracruz. CP 91073

Palabras clave: Veracruz, monitoreo, indicadores de éxito, sulfuros

Introducción. En la Laguna de Tampamachoco, Tuxpan, Veracruz, la construcción en 1987 de tres terraplenes orientados de este a oeste interrumpió el flujo superficial y subsuperficial de norte-sur, resultando en una elevada salinidad (>100 g/L) y concentración de sulfuros (>70 mg/L) del sustrato que ocasionó la mortandad masiva de 30 ha de manglar y daño crónico en otras 60 ha más. Nuestros trabajos de restauración y monitoreo mensual se iniciaron en 2011. Raramente se evalúa el éxito o fracaso de la restauración de un ecosistema en términos de su funcionalidad y de los bienes y servicios proporcionados (López-Portillo *et al.,* 2017). Entre los atributos que se usan para evaluar la restauración están la estructura de la vegetación, la sucesión secundaria y la productividad primaria (Chen *et al.,* 2020; Ellison, 2000). Por ejemplo, los índices de productividad de hojarasca en una plantación de manglar alcanzaron índices similares a los de un manglar conservado 11 años después de iniciada la plantación (Wang'ondu *et al.,* 2014). Con apoyo de CONABIO, en 2011 establecimos la línea base del monitoreo para realizar las primeras obras a mediados de 2012, cuando abrimos 16 canales transversales a los terraplenes para restablecer el flujo de agua entre las zonas conservadas y el manglar muerto. En 2015, con apoyo del Programa del Golfo de México ampliamos los canales a 12 m de ancho en promedio. Para acelerar el proceso de restauración con apoyo de la CONAFOR, en 2019 las áreas en restauración con la laguna de Tampamachoco a través de canales que siguen los flujos preferenciales. El área de estudio está en el manglar de la Laguna de Tampamachoco (21°01'42.7" a 20°59'26.0'N y 97°20'41.2" a 97°20'12.5" W). Este manglar crece en una planicie lodosa dominada por *Avicennia germinans*, aunque más cerca al cuerpo de la laguna se forman bosques mixtos de *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa*. El área forma parte del sitio Ramsar 1602 (Manglares y Humedales de Tuxpan), pertenece a la Región Terrestre Prioritaria 103 (Laguna de Tamiahua) y está en la Reserva Ecológica de 115.5 ha del Complejo Termoeléctrico Adolfo López Mateos que colinda al norte con el ejido de Barra Galindo y al oeste con la Laguna de Tampamachoco (Basáñez Muñoz 2005). **Metodología**. La productividad primaria se ha evaluado a partir de abril de 2011 usando trampas de hojarasca en zonas conservadas y con daño crónico (en transición) en cinco parcelas por zona y 5 trampas por parcela (total 50 trampas). La hojarasca se colectó mensualmente, se secó a 70°C, y se separó por en hojas, ramas, flores y propágulos para pesarlas por separado y así determinar la proporción aportada por cada una de estas partes (López-Portillo y Ezcurra 1985).

Resultados. Una vez iniciadas las obras de restauración, establecimos tres etapas: (1) apertura con canales transversales de 2.5 m de ancho; (2) ampliación de los canales a

12 m de ancho; y (3) apertura de canales de 3 m de ancho y un metro de profundidad para conectar el área muerta y deteriorada con el espejo de agua lagunar. Tomando esas etapas en cuenta, hay diferencias significativas y consistentes año con año entre la zona conservada y en transición en la caída de hojarasca y de cada parte vegetal (Prueba de Wilcoxon, P = 0.001). La productividad de cada componente es consistentemente menor en la zona deteriorada cuando se le compara con la zona conservada, aunque los valores tienden a converger conforme avanza el proceso de recuperación del manglar. Aunque el aporte de hojarasca es menor en las zonas deterioradas, los patrones de distribución de partes de la hojarasca son similares: 67% vs. 63% en hojas; 13% vs 15% en ramas; 2% en flores; 17% vs. 18% en propágulos, comparando la zona conservada con la deteriorada. **Conclusiones.** La apertura de los canales de conexión entre las zonas permitió una influencia creciente de las corrientes de marea, detuvo la mortalidad de árboles afectados, incrementando su productividad como señal de recuperación. La productividad, medida como caída de hojarasca, es consistentemente mayor en el área conservada, pero tiende a incrementarse en el área deteriorada. El monitoreo de largo plazo permite detectar las respuestas de la hojarasca a las acciones de restauración

Referencias

- Basañez-Muñoz, A.J. (2005). Sitio Ramsar: Manglares y Humedales de Tuxpan . Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar (FIR), Tuxpan: Ramsar.
- Chen, J., Chen, G., Gu, Y., Zhu, H., & Ye, Y. (2020). Fate of leaf litter in restored Kandelia obovata (SL) mangrove forests with different ages in Jiulong River Estuary, China. Restoration Ecology, 28(2), 369-377.
- Ellison, A. M. (2000). Mangrove restoration: do we know enough? Restoration Ecology 8:219–229
- López-Portillo, J., y Ezcurra, E. (1985). Litter fall of Avicennia germinans L. in a one-year cycle in a mudflat at the Laguna de Mecoacan, Tabasco, Mexico. Biotropica, 186-190.
- López-Portillo, J., Lewis, R. R., Saenger, P., Rovai, A., Koedam, N., Dahdouh-Guebas, F., Agraz-Hernández, C, y Rivera-Monroy, V. H. (2017). Mangrove forest restoration and rehabilitation. Mangrove Ecosystems: A Global Biogeographic Perspective: Structure, Function, and Services, 301-345.
- Wang'ondu, V.W., Bosire, J.O. Kairo, J.G. Kinyamario, J.I. Mwaura, F.B. Dahdouh-Guebas, F. y Koedam, N. (2014). Litter Fall Dynamics of restored mangroves (Rhizophora mucronata Lamk. and Sonneratia alba Sm.) in Kenya. Restoration Ecology, 22(6): 824-831

REHABILITACIÓN HIDROLÓGICA DE DREN PARA APORTAR AGUA DULCE A LAGUNA LAS GARZAS, MARISMAS NACIONALES NAYARIT

Cindy Iribe-Reyes[a]*; Castillo-Cruz Isaac[a]; Cruz-Nieto Miguel Ángel[b]; Jiménez-Lezama Sergio[b], Hugo Sotelo-Gallardo[b];

✉* iriberc@gmail.com

[a] Organización Vida Silvestre A.C. Oficina regional Nayarit, 63435 Tecuala, Nayarit, México.
[b] Organización Vida Silvestre. Oficinas centrales Nuevo León, 64410 Monterrey, Nuevo León México

Palabras clave: Rehabilitación hidrológica, restauración, manglar, participación comunitaria, Marismas Nacionales

Introducción. Marismas Nacionales Nayarit fue declarada Reserva de la Biosfera en mayo de 2010. Está ubicada en la planicie costera del estado de Nayarit. Presenta una gran diversidad de sistemas de humedales, entre los que se incluyen los manglares, marismas y lagunas costeras. La laguna Las Garzas, en el municipio de Tecuala, al norte de Nayarit presenta poblaciones de hasta 100,000 aves acuáticas migratorias, lo que la posiciona como un humedal de importancia hemisférica. La falta de agua dulce, el azolve de esteros, la deforestación y fenómenos meteorológicos han impactado de manera importante a las lagunas costeras del norte de Nayarit modificando su régimen hidrosedimentario con consecuencias que afectan a la biodiversidad propia del sistema. Los esfuerzos de restauración ecológica realizados en la zona tienen como objetivo incrementar el aporte de agua dulce al sistema a través del desazolve de un dren agrícola. **Metodología.** Se utilizó una aeronave no tripulada para realizar mapas de alta resolución (ortomosaicos) de la zona a intervenir para cuantificar la cantidad de obra a realizar e ilustrar el seguimiento de los avances**.** Para la limpieza y el desazolve del dren agrícola, en unas áreas (30% del total) se utilizó el apoyo de una retroexcavadora y el resto de los trabajos se realizaron con palas de manera artesanal, se brindaron empleos verdes temporales a pescadores y habitantes de la comunidad de Río Viejo, Tecuala, Nayarit. Se registró el cambio en la calidad del agua (antes, durante y después del desazolve de dren) obteniendo valores de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y pH del agua del complejo lagunar Chagüin-Chuiga- Las Garzas, siendo esta última en la que se descarga directamente el dren desazolvado. **Resultados y discusión.** Se desazolvó un total de 14 kilómetros de largo x 5m de ancho del dren agrícola para conectar el río Acaponeta con la laguna las Garzas entre los años 2021 y 2022 Los principales resultados registrados después de las obras de desazolve fue la disminución de la salinidad del agua de la laguna las Garzas de 50 a 40 ppt (Tabla 1) y el aumento del oxígeno disuelto de 1.5 a 5.6 ml/L, además de registrar una menor temperatura del agua, comparado con la temporada de sequía del 2021 para la desembocadura del dren y su área de influencia dentro de la laguna las Garzas, lo que permitió que en temporada de lluvias en la laguna se registraron un aumento en los volúmenes de peces y camarones capturados, con mayor talla y peso (comentario personal de pescadores).

Tabla 1. Valores promedio de calidad de agua en lagunas del norte de la Reserva de la Biosfera de Marismas Nacionales Nayarit.

Laguna	Temporada	Profundidad (m)	Salinidad (ppt)	pH	Temperatura (°C)	Oxígeno Disuelto (ml/L)
Las Garzas		0.66	31.56	8.70	23.34	6.74
Chagüin	Invierno 2020	0.68	30.98	8.83	23.87	5.97
Chuiga		0.58	32.43	8.76	25.17	5.40
Las Garzas		0.60	**49.29**	8.66	26.66	**1.51**
Chagüin	Sequia 2021	0.60	34.71	6.45	20.59	1.26
Chuiga		0.59	47.62	8.74	27.60	1.30
Las Garzas		0.81	7.74	7.36	26.66	2.75
Chagüin	Lluvias 2021	1.06	10.78	8.42	31.58	4.15
Chuiga		0.91	15.94	8.38	31.50	2.70
Las Garzas		0.50	**39.58**	8.77	23.33	**5.58**
Chagüin	Sequia 2022	0.70	37.70	8.97	24.02	4.25
Chuiga		0.67	40.38	9.18	24.60	4.44

Uno de los principales efectos de aumentar el aporte de agua dulce en las lagunas costeras es la disminución de la salinidad del agua, y esto se puede observar claramente en la laguna las Garzas. Esto puede tener efectos positivos y negativos sobre algunas especies de plantas y animales que han evolucionado para vivir en ambientes salobres o dulceacuícolas. Por ejemplo, algunos estudios han encontrado que la disminución de la salinidad puede afectar negativamente la supervivencia y el crecimiento de las plantas de manglar (Armitage *et al*., 2015). Para el caso específico de la laguna las Garzas, los niveles de salinidad no se abatieron drásticamente permitiendo que tenga una mayor diversidad de fauna y sea más productiva a nivel de pesquerías, lo que favorece a las comunidades locales aledañas a las lagunas. Por un lado, un aumento en la concentración de nutrientes puede favorecer el crecimiento de algunas especies de algas y plantas acuáticas, lo que puede aumentar la productividad primaria y proporcionar más alimento para los herbívoros. Por otro lado, un aumento excesivo en la concentración de nutrientes puede conducir a la eutrofización del agua, lo que puede provocar la proliferación de algas tóxicas y disminución de la calidad del agua (Nixon *et al*., 2009). En general, se ha observado que los cambios en la salinidad pueden afectar a la distribución y la diversidad de las especies animales y vegetales que habitan en estas lagunas costeras (Kim *et al*., 2015; Lucrezi *et al*., 2018). **Conclusiones.** El aumento del aporte de agua dulce en las lagunas costeras puede tener efectos significativos sobre la fauna y la vegetación que habita en ellas. Estos efectos dependen de la cantidad y la calidad del agua dulce que se aporta, así como de las características ambientales de la laguna y la composición de la comunidad biológica. Por lo tanto, es importante evaluar

cuidadosamente los efectos potenciales del aumento del aporte de agua dulce antes de implementar medidas para modificar el flujo de agua en las lagunas costeras. Es importante involucrar a las comunidades locales en la restauración y monitoreo de las lagunas costeras para asegurar el éxito de los proyectos.

Referencias

- Armitage, A.R., Frankovich, T.A., Heck Jr, K.L., & Fourqurean, J.W. (2015). Experimental nutrient additions accelerate terrestrial carbon loss from tidal wetland soils. Ecosystems, 18(4), 690-704.
- Levine, J.M., Valiente-Banuet, A., & Espejel, I. (2016). Interspecific and intraspecific facilitation in coastal plant communities in California. Ecology, 97(4), 1008-1018.
- Kim, T. W., Taylor, J., Lovera, C. & Barry, J. P. (2016). CO2- driven decrease in pH disrupts olfactory behavior and increases individual variation in deep-sea hermit crabs. *ICES J. Mar. Sci.* 73, 613–619.

SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

MEMORIAS ARBITRADAS 2023

PERCEPCIÓN DE LOS SERVICIOS DE APROVISIONAMIENTO DEL MANGLAR: LA SOLUCIÓN SOMOS TODOS, PARAÍSO, TABASCO, MÉXICO.

Carlos Alberto Martínez-Márquez[a]; **Ángel Sol-Sánchez[b*];** Juan Manuel Zaldívar-Cruz[b]; Saúl Sánchez-Soto[b]; Nydia del Rivero Bautista[b]; Mario Manuel Aliphat Fernández[c].

✉*sol@colpos.mx

[a] Estudiante de Doctorado. Colegio de Postgraduados Campus Tabasco, Periférico Carlos A. Molina S/N Km. 3, 86500 Tabasco.
[b] Profesor investigador. Colegio de Postgraduados Campus Tabasco, H. Cárdenas, Tabasco, cp. 86500.
[c] Profesor investigador. Colegio de Postgraduados Campus Puebla, kilómetro 125.5 Carretera federal México- Puebla cp. 72760.

Palabras clave: Conservación, aprovechamiento, manejo sustentable.

Introducción. México se considera la cuarta nación en cuanto a riqueza de especies, cuenta con una gran riqueza cultural; se presentan casi todos los climas del planeta, su accidentada topografía y compleja geología permite que se desarrollen prácticamente todos los ecosistemas terrestres presentes en el mundo (Sarukhán *et al.,* 2017) de los cuales podemos destacar los manglares de las zonas costeras, que son ecosistemas de gran riqueza biológica, que benefician a un gran número de comunidades que dependen del aprovechamiento de sus recursos. Este ecosistema ofrece una gran diversidad de servicios ambientales que aportan beneficios a la sociedad. Dichos servicios son clasificados en cuatro categorías: servicios de regulación, servicios de soporte, servicios culturales y servicios de aprovisionamiento; entendiéndose este último como aquellos bienes y productos que se obtienen de los ecosistemas (Millennium Ecosystem Assessment, 2005). Las personas que habitan en los alrededores de los manglares son muy dependientes de los servicios que les provee el ecosistema, y se ven afectados cuando son degradados. Por lo cual es importante que los tomadores de decisiones, relacionados al destino del manglar, conozcan las relaciones que existen entre dicho ecosistema y los servicios que les brinda a las personas. **Metodología.** La investigación se llevó a cabo en el ejido la solución somos todos perteneciente al municipio de Paraíso, Tabasco, México, con ubicación geográfica en 18º 19’ 16” al norte, 93º 5’ 21”. Se realizó una visita tipo prospectiva para tener un primer acercamiento con la población local, se planteó el trabajo de investigación a las autoridades locales, con la finalidad de obtener el apoyo necesario para el desarrollo del proyecto. Para definir el número de entrevistas a realizar, primero se identificó a los ejidatarios que interactúan con el manglar, posteriormente se determinó el tamaño de muestra “n”, con lo cual se procedieron a realizar 70 entrevistas con una seguridad del 95%. La información recabada, permitió establecer las relaciones entre la población y los servicios ambientales de aprovisionamiento del manglar. Para el proceso de evaluación de los servicios ambientales de aprovisionamiento, se modificó los términos que se usaron en las entrevistas, por un lenguaje técnico ambiental para el análisis del estudio. **Resultados y discusión.** Se identificaron tres especies de mangle: *Rhizophora mangle* L. (mangle rojo), *Laguncularia racemosa* L. (mangle blanco), *Avicennia germinans* L. (mangle negro), lo cual coincide con lo reportado por Tovilla *et al.* (2013) para el ejido Carrizal, Puerto

Ceiba, Paraíso, Tabasco, México, donde se observaron las mismas especies. Se encontraron siete tipos de servicios de aprovisionamiento: abastecimiento de agua, alimentos, combustible, fuente de empleo, madera y derivados, medicinal, y recursos ornamentales, tres más que lo reportado en la parroquia Calpi, Riobamba, Ecuador por Pilco y Montoya, (2020). El tipo de servicio que más reconoce la población es el de combustibles, mencionado 60% por hombres y un 33% por mujeres y el servicio menos reconocido es el de abastecimiento de agua con un 1% tanto por hombres como por las mujeres, lo cual concuerda con Yameogo, (2017) donde menciona que las preferencias por algún tipo de servicio ecosistémico se deben principalmente a los beneficios percibidos por el servicio que se suministra al grupo de actores interesados. **Conclusiones.** En la comunidad se observó que las tres especies de mangle juegan un papel muy importante en el desarrollo comunitario. Los manglares proveen muchos servicios ambientales que contribuyen al bienestar humano. El servicio de combustible para la comunidad muchas veces es la única fuente de energía para preparar sus alimentos, contribuyendo de esta forma a la mitigación de la pobreza. Por lo cual, es necesario tomar en cuenta a la población local y la forma en que valoran los servicios ambientales, para formular estrategias de manejo que beneficien tanto los medios de vida locales como la conservación del entorno.

Referencias

- Millennium Ecosystem Assessment (2005). Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. Island Press, Washington, DC.
- Pilco D. E. S. y Montoya A. V. G. (2020). Evaluación de la capacidad ecosistémica para proveer servicios ambientales en la parroquia Calpi, Riobamba. Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional 5(4), 141-165.
- Sarukhán J., Koleff P., Carabias J., Soberón J., Dirzo R., Llorente-Bousquets J., Halffter G., González R., March I., Mohar A., Salvador A., Maza J., Tania U. I. Haas P., Ruiz G. S. P., García M. G. (2017). Capital natural de México. Síntesis: evaluación del conocimiento y tendencias de cambio, perspectivas de sustentabilidad, capacidades humanas e institucionales. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.
- Tovilla, H.C., Infante, M.D., Ovalle, E. F., Presa, P. J. (2013). Informe del inventario del manglar y avance de la intrusión salina en el ejido Carrizal, municipio de Paraíso, Tabasco, ECOSUR. 53 pp.
- Yameogo V. (2017). Ecosystem services management: An analysis of stakeholders' perceptions in Thiou, Yatenga Province, Burkina Faso.

VALORACIÓN DE LA FUNCIÓN DEL HÁBITAT DE LOS MANGLARES DEL ESTERO DE JÁCOME. TUXPAN, VERACRUZ

Ma. Del Carmen Martínez-García[a*]; Ana Laura Lara-Domínguez[a]

✉*rizophora@gmail.com

[a] Instituto de Ecología A.C. Red de Ecología Funcional. Carretera antigua a Coatepec #351, Col. El Haya. C.P 91073. Xalapa, Veracruz.

Palabras clave: sitio Ramsar, valoración contingente, servicios ecosistémicos, disposición a pagar

Introducción. Los ecosistemas de manglar proporcionan un hábitat único para una gran diversidad de especies y servicios ecosistémicos claves para el bienestar y seguridad de las comunidades costeras (Himes-Cornell *et al.,* 2018). El paradigma de los servicios ecosistémicos en los manglares tiene una larga historia que va desde las economías nativas precolombinas hasta la economía global moderna, donde en muchos de los casos, las personas mantienen un vínculo simbólico con el manglar, que va más allá de lo material (Souza *et al.,* 2017). Por tal razón, y considerando que los manglares asociados al estero Jácome forman parte del sitio Ramsar 1602 "Manglares y humedales de Tuxpan", por su ubicación cercana a la desembocadura del río, resultan una zona atractiva para el desarrollo de actividades portuarias e industriales, como las que actualmente se están desarrollando. Esto podría ocasionar algunas presiones sobre la existencia del manglar si no se toman las medidas precautorias adecuadas para su manejo. Por lo tanto, la valoración económica de estos ecosistemas es necesaria para fundamentar la toma de decisiones y generar políticas que permitan su uso racional. El objetivo de este trabajo fue conocer la disposición a pagar por conservar los manglares del estero de Jácome como hábitat de aves, así como la percepción del valor no monetario que tiene la sociedad de los servicios ecosistémicos que ofrecen los manglares. **Metodología.** Se utilizó el método de valoración contingente para conocer la disposición a pagar (DAP) por conservar los manglares del estero de Jácome. El método consiste en crear un mercado hipotético mediante la aplicación de un cuestionario de respuesta dicotómica dividido en tres secciones: 1) conocimiento general de los manglares y los servicios ecosistémicos, 2) disposición a pagar por conservar los manglares del estero como hábitat de aves y 3) características demográficas. La aplicación del cuestionario fue de manera presencial en las localidades de la Mata, Tampamachoco, Barra Galindo y Tumilco con un tamaño de muestra de 208 participantes (≥18 años). La selección de los hogares fue de manera aleatoria. Se utilizó un modelo Logit para conocer la probabilidad de la disposición a pagar. Para determinar si existían asociaciones entre las localidades cercanas y las lejanas se aplicó una prueba de Chi cuadrada de Pearson (X^2). Para el análisis estadístico se utilizó el software STATA® versión 13.1. **Resultados y discusión.** Se contó con la participación de 201 personas donde el 42% estuvo representado por mujeres y el 58% por hombres. En cuanto al conocimiento de los manglares, el 77% es consiente sobre la existencia de los manglares de Tuxpan. Sin embargo, solo el 41% conoce los manglares asociados al estero de

Jácome. Se encontró una probabilidad del 76.62% de disposición a pagar. Sin embargo, la disponibilidad a pagar anual disminuye al aumentar la cantidad ofertada. Los resultados del modelo logit estimaron que los participantes estarían dispuestos a pagar $100.00 mexicanos anuales por conservar la función del hábitat de los manglares de Jácome, las variables que mejor explicaron el modelo fueron el conocimiento de los manglares, la edad y el salario, coincidiendo con la investigación de Aguilar (2015) y Ramli et al. (2017). Se encontraron diferencias significativas entre la variable localidad y actividades económicas (X^2=123.9 Pr = 0.000). Los resultados de valoración no económica obtenidos en este trabajo sugieren que el servicio de hábitat para flora y fauna tiene una mayor apreciación por parte de los residentes, semejante a los resultados obtenidos por de Souza *et al.* (2017). Sin embargo, este servicio puede vincularse con la apreciación que se tiene de los manglares como apoyo a las pesquerías locales y al turismo. **Conclusiones.** La investigación permitió integrar valores ecológicos y económicos que permiten tener una visión del valor que otorga la sociedad a la función del hábitat, las cuales resultan fundamentales que se tomen en cuenta para futuras actividades humanas que impliquen un impacto directo a los manglares del estero de Jácome.

Referencias

- Himes-Cornell, A., Grose, S. O., and Pendleton, L. (2018). Mangrove ecosystem service values and methodological approaches to valuation: where do we stand?. Frontiers in Marine Science, 5, 376.
- Ramli, F. A. T. I. N., Samdin, Z. A. I. T. O. N., & Ghani, A. (2017). Willingness to pay for conservation fee using contingent valuation method: The case of Matang Mangrove Forest Reserve, Perak, Malaysia. Malaysian Forester, 80(1), 99-110.
- Salazar, R. F. A. (2015). Cálculo de la disposición a pagar por la conservación y mejora de los servicios turísticos de la laguna de Pacucha. Ciencia & Desarrollo, (20), 71-76.
- Souza Queiroz, L., Rossi, S., Calvet-Mir, L., Ruiz-Mallén, I., García-Betorz, S., Salvà-Prat, J., & de Andrade Meireles, A. J. (2017). Neglected ecosystem services: Highlighting the socio-cultural perception of mangroves in decision-making processes. Ecosystem Services, 26, 137–145. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.06.013

COBERTURA DE MANGLAR EN EL SUR DE SINALOA Y SUS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

Aimée Cervantes-Escobar[a*]; Hernández-Guzmán Rafael[b]; Ruiz-Luna Arturo[a]; Berlanga-Robles César Alejandro[a]; Montijo-Galindo Abril[a]; Sánchez-Rodríguez Miguel Ángel[a]

✉*acerva.a@gmail.com

[a] Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C., Laboratorio de Manejo Ambiental. Avenida Sábalo- Cerritos, S/N. 82112. Mazatlán, Sinaloa, México.
[b] Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Av. San Juanito Itzícuaro s/n, 58330, Morelia, Michoacán, México.

Palabras clave: Manglares, Servicios ecosistémicos, Sinaloa.

Introducción. Los manglares son ecosistemas que además de su gran importancia ecológica y económica, son reconocidos por tener un papel relevante en la adaptación ante el cambio climático (Barbier, 2013). No obstante, se encuentran entre los ecosistemas más amenazados del planeta, debido principalmente a la fragmentación propiciada por actividades económicas como la agricultura y la ganadería (Newton *et al.,* 2020), la expansión acuícola (Ahmed et al. 2018), la modificación de flujos hidrológicos, entre otras causas, en su mayoría antrópicas. El estado de Sinaloa alberga importantes sistemas de humedales costeros (Hernández-Guzmán *et al.,* 2021), entre los cuales se encuentra Marismas Nacionales, el sistema de mayor importancia por su extensión en el Pacífico Mexicano. El presente trabajo tuvo como objetivo analizar los cambios en extensión de la cobertura de manglar del sur de Sinaloa que corresponden al sistema Marismas Nacionales en el municipio de Escuinapa, así como la percepción que los pobladores tienen sobre los beneficios que obtienen de dichos ecosistemas y las amenazas presentes. **Metodología.** El trabajo se llevó a cabo en dos etapas. En la primera de ellas, se analizaron imágenes de satélite de la serie Landsat para tres fechas (1995, 2010 y 2019) utilizando técnicas de clasificación no supervisadas con el algoritmo K-means dentro del software Terrset (Eastman, 2016). Este algoritmo generó 50 clases espectrales, mismas que posteriormente fueron reclasificadas a la clase informacional de interés, en este caso, correspondiente a manglar. En una segunda etapa y con el objetivo de analizar la percepción local de los pobladores sobre los servicios ecosistémicos que prestan los manglares, se realizaron talleres participativos en dos comunidades de Escuinapa: Cristo Rey (CR) e Isla del Bosque (IB), donde se emplearon dinámicas participativas como las propuestas por Cervantes-Escobar *et al.* (2022) así como la metodología Metaplan (Habershon 1993). **Resultados y discusión.** Se observó una disminución en el área estimada de manglar de 126 km^2 en 1995 a 80 km^2 en el 2010, que coincide con lo reportado por Ruiz-Luna y colaboradores (2010) quienes analizaron los cambios en la extensión de manglar en el noroeste de México de los años 70´s al 2005, en este último año reportan 96 km^2 de manglar para el sistema lagunar Teacapán - Agua Grande. Sin embargo, de acuerdo a los resultados del presente estudio, para el 2019 se observó una recuperación en la extensión, estimándose 108 km^2 de manglar. En cuanto a la percepción de los usuarios sobre sus humedales y los beneficios que obtienen, se identificaron 7 Servicios Ecosistémicos (SE) en ambas localidades. Los SE más reconocidos en CR corresponden a la categoría de abastecimiento (4 SE), mientras que en IB, los servicios más reconocidos se refieren a las categorías de regulación y/o

soporte. En ambas localidades hay coincidencias en cuanto a los servicios de abastecimiento como la biomasa para la pesca (para consumo y para venta), también coinciden en los servicios de regulación y de soporte como la regulación del microclima y el mantenimiento de la biodiversidad (sombra, aire fresco, producción de oxígeno y hábitat de especies). Esta percepción es indicativa del vínculo entre las comunidades y su ambiente, la cual puede variar por diferentes causas. Entre las amenazas observadas se encuentran la tala de mangle, los huracanes, el cambio de uso de suelo para construcción de granjas camaroneras, y la contaminación del agua por diversas fuentes, las cuales han sido identificadas también por usuarios de humedales en otras regiones del noroeste de México a través de talleres participativos (Cervantes-Escobar *et al.,* 2023). **Conclusiones**. Se observa una disminución de la cobertura de manglar en el sur de Sinaloa, además localmente se tiene cierto nivel de conocimiento acerca de la importancia de los manglares y se perciben amenazas que pueden provocar cambios en su extensión, en su calidad, y comprometer el suministro de SE. La percepción de los usuarios de los humedales aporta información para definir estrategias de manejo, conservación y educación en la región.

Referencias

- Ahmed N, Thompson S, Glaser M (2018) Integrated mangrove-shrimp cultivation: Potential for blue carbon sequestration. Ambio 47: 441-452.
- Barbier EB (2013) Valuing ecosystem services for coastal wetland protection and restoration: Progress and challenges. Resour 2: 213-230.
- Cervantes-Escobar A, Ruiz-Luna A, Berlanga-Robles CA (2023) Social perceptions of ecosystem services delivered by coastal wetlands: their value and the threats they face in northwestern Mexico. Ethnobiol Conserv 12:06.
- Eastman JR (2016) TerrSet. Geospatial Monitoring and Modeling System. Tutoral. Clark University, Massachusetts.
- Habershon N (1993) Metaplan (R): Achieving two-way communications. Journal of European Industrial Training. Doi: 10.1108/03090599310042528
- Hernández-Guzmán R, Berlanga-Robles CA, Ruiz-Luna A, Suazo-Ortuño I (2021) Cambios en la extensión de los humedales costeros del estado de Sinaloa, México. En: Cervantes-Escobar A, Hernández-Guzmán R, Montijo-Galindo A (eds.). Vulnerabilidad costera en el noroeste de México. Un enfoque multidisciplinario. CIAD. 147-164. ISBN: 978-607-7900-44-3.
- Newton A, Icely J, Cristina S, Perillo GME, Turner RE, Ashan D, Cragg S, Luo Y, Tu C, Li Y, Zhang H, Ramesh R, Forbes DL, Solidoro C, Béjaoui B, Gao S, Pastres R, Kelsey H, Taillie D, Nhan N, Brito AC, de Lima R, Kuenzer C (2020) Anthropogenic, direct pressures on coastal wetlands. Front Ecol Evol 8: 1-29.
- Ruiz-Luna A, Cervantes Escobar A, Berlanga-Robles C (2010) Assessing Distribution Patterns, Extent, and Current Condition of Northwest Mexico Mangroves. Wetlands 30: 717-723.

RETENCIÓN DE AGUA EN SUELOS DE MANGLAR COMO SERVICIO ECOSISTÉMICO DE REGULACIÓN DE INUNDACIONES

Siuling Cinco-Castro[a]*; Jorge Herrera-Silveira[a,b]

✉*siuling.cinco@cinvestav.mx

[a] Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN (CINVESTAV – Unidad Mérida), Departamento de Recursos del Mar, 97310, Mérida, Yucatán, México.
[b] Programa Mexicano del Carbono A.C., 56225, Texcoco, Estado de México.

Palabras clave: Tipos ecológicos, Servicios ambientales, Protección, Materia orgánica, Densidad aparente.

Introducción. Los manglares, por sus características particulares de suelo, agua y vegetación, proveen una gran variedad de servicios ecosistémicos. Entre ellos destacan los servicios de regulación, los cuales provienen de la capacidad del ecosistema para regular procesos y sistemas que sostienen el equilibrio ecológico. En este sentido, los manglares tienen la capacidad de regular disturbios, protegen a la zona costera de fenómenos meteorológicos como tormentas, ciclones e incluso tsunamis (Alongi, 2008). Debido a características como el tipo de suelo, textura, contenido de materia orgánica (MO) y profundidad, los manglares tienen la capacidad de retener agua, lo cual contribuye a disminuir inundaciones (Campos *et al*., 2016). La cantidad de agua que determinado tipo de suelo es capaz de retener puede ser utilizada como una aproximación de la capacidad de retención de agua como protección contra inundaciones. Por esta razón, el objetivo de este estudio es estimar la capacidad de retención de agua en los suelos de diferentes tipos ecológicos de manglar como servicio ecosistémico de protección costera contra inundaciones. **Metodología.** El área de estudio se ubica en la zona norte de la Reserva de la Biósfera Ría Celestún (RBRC), delimitada por un buffer de 3 km alrededor de la laguna del mismo nombre. Para identificar las características de los suelos de manglar en la zona, se extrajeron 20 núcleos de un metro de profundidad utilizando un nucleador de metal de media cara. Las muestras fueron segmentadas (0-15, 15-30, 30-50 y 50-100 cm) y trasladadas al laboratorio para su análisis (n=112). Cada segmento fue colocado en una estufa a 60 °C durante 72 h o hasta alcanzar peso seco constante. Una vez secas las submuestras, fueron tamizadas y se les determinó la densidad aparente (g/cm3) a partir de la relación entre la masa del material completamente seco y su volumen original. Para determinar el contenido de MO (%) se aplicó el método de pérdida de peso por ignición (Loss on ignition-LOI). Posteriormente, se estimó el contenido de agua en el suelo (g/g) a partir de su relación con la densidad aparente (Campos *et al.,* 2016), también conocida como humedad gravimétrica (Hg). Considerando la relación que existe entre la humedad gravimétrica, la humedad volumétrica y la altura de la lámina de agua se calculó el volumen de agua (m3) (Reynolds y Clarke, 2008), teniendo en cuenta la extensión de cada tipo ecológico de manglar. **Resultados y discusión.** Los manglares de tipo petén tienen el mayor contenido de agua en el suelo (6.67 g/g), mientras que los manglares chaparros almacenan menor cantidad de agua en sus suelos (2.04 g/g) esto se debe a que estos suelos tienen menor contenido de MO y son más densos. En los manglares de franja, cuenca y chaparro, el contenido de agua disminuye a medida que se incrementa la profundidad del suelo. Sin embargo,

en manglares de petén el contenido de agua se mantiene. Esto se explica a partir de la relación espacial y ecológica que tienen los petenes con los manantiales en la zona (Figura 1).

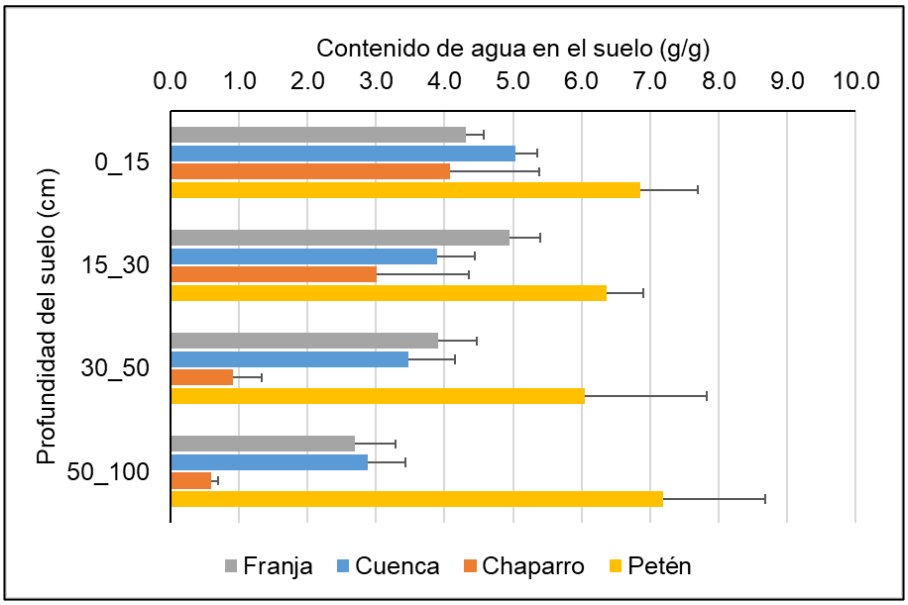


Figura 1. Contenido de agua en el suelo de diferentes tipos ecológicos de manglar con respecto a la profundidad.

Considerando el almacén de agua en la columna de suelo a un metro de profundidad y la extensión de cada tipo ecológico, se destaca la importancia que tienen los manglares de tipo chaparro en el almacenamiento de agua (Tabla 1).

Tabla 1. Volumen de agua contenida en el área de manglar de Celestún considerando la extensión por tipo ecológico.

Tipo ecológico	Volumen de agua (L m^3)	Área de manglar (ha)	Volumen de agua total (M m^3)
Franja	708.67	2,277	16.1
Cuenca	669.79	2,248	15.1
Chaparro	511.13	5,758	29.4
Petén	744.80	1,456	10.8

Conclusiones. La información generada permite la toma de decisiones en el manejo de manglares con enfoque de paisaje, considerando que en su conjunto pueden contener grandes cantidades de agua que, al ser absorbidas por los suelos, evitan generar inundaciones en las comunidades aledañas.

Referencias

- Alongi, D. M. (2008). Mangrove forests: resilience, protection from tsunamis, and responses to global climate change. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 76(1), 1-13.

- Campos C.A., Jesús Pale P.J. y A. Juárez. (2016). Servicios hidrológicos de los suelos de humedal: La capacidad de almacenamiento de agua. En: Moreno-Casasola, P. (ed.) 2016. Servicios Ecosistémicos de las Selvas y Bosques costeros de Veracruz. INECOL - ITTO - CONAFOR - INECC. 360 pág.
- Reynolds W.D. and Clarke G. (2008). Chapter 69: Soil Water Analyses: Principles and Parameters. Pág. 913-937. En: Carter M.R. and E.G. Gregorich (Eds.). 2008. Soil Sampling and Methods of Analysis. Second Edition. Taylor & Francis Group, LCC.

LA PESCA DE MOLUSCOS Y CRUSTÁCEOS ASOCIADAS AL MANGLAR EN BAHÍA MAGDALENA-ALMEJAS, BAJA CALIFORNIA SUR

Esteban Fernando Félix-Pico[a]*; Mauricio Ramírez-Rodríguez[a]

✉*efelix@ipn.mx

[a] Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas – Instituto Politécnico Nacional. Av. Instituto Politécnico Nacional s/n, Col. Playa Palo de Santa Rita, La Paz, BCS, México, 23096.

Palabras clave: Bivalvia, Gastropoda, Crustacea, pesquerías regionales

Introducción. Existe una biodiversidad importante de invertebrados marinos en el complejo lagunar de Bahía Magdalena-Almejas principalmente de origen tropical. Sin embargo, debido a que esta región es una zona de transición para muchos taxones, la riqueza y la diversidad de especies locales son altas y las formas templadas, aunque relativamente raras, no son infrecuentes. En esta zona se concentra el 87% de la cobertura de manglar peninsular de una extensión total de 25,511 ha (Velázquez-Salazar *et al.,* 2021), en donde sobresalen los sistemas costeros de Santo Domingo (15,713 ha), Bahía Almejas (4,738 ha) y Bahía Magdalena (3,126 ha) (González-Zamorano *et al.,* 2011). Los manglares juegan un importante papel en las economías costeras tropicales, aportando a las poblaciones humanas bienes y servicios. La pesca es uno de los servicios ecosistémicos, el sistema lagunar bahía Magdalena-Almejas es la zona de mayor importancia en la pesquería de camarón y almejas, que representa en promedio el 76% de la captura en todo el Estado. En este trabajo se analizan las tendencias de producción de los diferentes grupos y su relación con los manglares y condiciones ambientales en la región. **Metodología.** Se analizaron datos de producción pesquera para las áreas del complejo lagunar Bahía Magdalena-Almejas. Para el caso de los moluscos se dispuso de datos de 1992 hasta 2021 registrados en avisos de arribo de embarcaciones menores. Para los crustáceos de 2010 a 2021. En cada caso se estimó la contribución de cada grupo de especies a la frecuencia de registro, peso (kg) y valor ($) de la captura total desembarcada. Se estimó la importancia relativa de cada pesquería conforme a la suma de los tres componentes (Ramírez-Rodríguez & Ojeda-Ruiz 2012). Para determinar las condiciones ambientales se analizaron datos de temperatura superficial del agua y concentración de Chl-a disponibles en las bases de información satelital de Sea WiFS de 1998 a 2020 y Modis Aqua 2000 a 2018. **Resultados y discusión.** En los datos se encontraron registros de 27 especies de moluscos y 7 de crustáceos y se agruparon por zona de pesca: esteros y bahías. con mínimos de alrededor de 650 t en 2005 y 2006.Los grupos de especies de bivalvos mejor representados en los manglares, en sustratos predominantemente fangosos fueron la pata de mula *Anadara tuberculosa* y en la rizosfera los ostiones *Crassostrea palmula* y *C. columbiensis*. En las planicies arenofangosas destacan la almeja roñosa *Chione californiensis,* la almeja chocolata *Megapitaria squalida*, y los callos de hacha *Pinna rugosa* y *Atrina maura*. En los canales y pastizales, pero en la epifauna la almeja catarina, *Argopecten ventricosus*, con registros superiores a 3,163 t en algunos años. De la clase Gastropoda, destaca la captura en fondos blandos de los caracoles *Hexaplex nigritus* y *Melongena patula*. Con producción promedio anual de 31 t. La producción promedio anual de moluscos asociados al manglar fue de 1,336 t y con referencia a la captura total representaron el 21%. La mayor

diversidad se registró en Bahía Magdalena. Por su producción promedio anual destacan los callos de hacha con 530 t, la almeja catarina con 491 t y la pata de mula con 386 t. Con respecto a los crustáceos el camarón con dos especies, *Penaeus stylirostris* y *Farfantepenaeus californiensis* tiene un promedio anual de 539 t, representando el 64% de camarón azul y 36% de camarón café. La captura anual promedio de jaiba verde fue de 62 t. Las especies asociadas a los manglares con mayor importancia fueron camarones (79% por valor), jaiba (72% por frecuencia de registro), la almeja catarina (45 % por peso). Las almejas pata de mula, roñosa y chocolate, los callos de hacha y el caracol tuvieron valores menores. En los últimos años ha registrado un incremento de temperatura superficial en la región y la disminución de las capturas durante la presencia de "El Niño" junto con la oscilación decadal del Pacífico (PDO). **Conclusiones.** Las pesquerías de almejas catarina y chocolata y callo de hacha estaban colapsadas de 2014 al 2016, pero recientemente se han recuperado los montos de captura de años. La captura de caracol chino también ha presentado tendencia al incremento. La producción de camarones y jaibas en general presenta un comportamiento estable.

Referencias

- González-Zamorano, P., E. H. Nava-Sánchez, J. L. León de la Luz & S. C. Díaz-Castro. (2011). Patrones de distribución y determinantes ambientales de los manglares peninsulares, pp. 3: 67-102. En: E.F. Félix Pico, E. Serviere-Zaragoza, R. Riosmena-Rodríguez y J.L. León de la Luz (Eds.) *Los manglares de la Península de Baja California*. CIB-CICIMAR-UABCS, 326 pp.
- Ramírez-Rodríguez, M. & M.A. Ojeda-Ruíz. (2012). Spatial management of small-scale fisheries on the west coast of Baja California Sur, Mexico. *Marine Policy 36*, 108-112.
- Velázquez-Salazar S., Rodríguez-Zúñiga M.T., Alcántara-Maya J.A., Villeda-Chávez E., Valderrama-Landeros L., Troche-Souza C., Vázquez-Balderas B., Pérez-Espinosa I., Cruz-López M. I., Ressl R.A., De la Borbolla-del Valle, G., Rodríguez-Paz O.A., Aguilar-Sierra V., Hruby F.C. & Muñoa-Coutiño J. H. (2021). *Manglares de México. Actualización y análisis de los datos 2020*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México CDMX. Pp. 168.

IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN ECONÓMICA PRELIMINAR DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DE LOS MANGLARES EN BAJA CALIFORNIA SUR

Giovanni Ávila Flores[a]*; Adriana Carolina Flores Díaz[b]; Judith Juárez Mancilla[c], Juan Manuel López Vivas[d] y Pablo Hernández Morales[e].

✉*g.avila@uabcs.mx

[a] Grupo Interno de Investigación Soluciones Basadas en la Naturaleza. Departamento Académico de Ciencias Marinas y Costeras, Universidad Autónoma de Baja California Sur. Carretera al Sur Km. 5.5 Col. El Mezquitito C.P. 23080. La Paz, Baja California Sur, México.
[b] Centro Transdisciplinar Universitario para la Sustentabilidad, Universidad Iberoamericana. Prolongación Paseo de Reforma 880, Lomas de Santa Fe, C.P. 01219, Ciudad de México, México.
[c] Departamento Académico de Economía, Universidad Autónoma de Baja California Sur. Carretera al Sur Km. 5.5 Col. El Mezquitito C.P. 23080. La Paz, Baja California Sur, México.
[d] Laboratorio de Botánica Marina. Departamento Académico de Ciencias Marinas y Costeras, Universidad Autónoma de Baja California Sur. Carretera al Sur Km. 5.5 Col. El Mezquitito C.P. 23080. La Paz, Baja California Sur, México.
[e] Departamento Académico de Ciencias Marinas y Costeras, Universidad Autónoma de Baja California Sur. Carretera al Sur Km. 5.5 Col. El Mezquitito C.P. 23080. La Paz, Baja California Sur, México.

Palabras clave: CICES, Métodos mixtos, Transferencia de beneficios.

Introducción. Los manglares han sido reconocidos como ecosistemas importantes debido a su gran biodiversidad, como a los servicios ecosistémicos (SE) que ofrecen. Dentro de los beneficios que obtenemos las personas de los manglares, los más reconocidos y estudiados son, sin duda, su aporte en pesquerías, hábitat para diversas especies y captura de carbono (Friess *et al*., 2020). Sin embargo, diversos estudios tanto globales como locales reportan la presencia de otros SE siendo que los trabajos referentes a SE Culturales son los más escasos. El objetivo de este trabajo fue realizar la primera evaluación integral de SE de manglares en el Estado de Baja California Sur (BCS). **Metodología.** La identificación de los SE fue realizada mediante la revisión de literatura y la consulta a los usuarios de los sitios donde concurre la presencia de manglares y personas provenientes de distintos lugares. Los datos cualitativos fueron triangulados y analizados en consideración de la Clasificación Internacional Común para los Servicios Ecosistémicos (CICES) Versión 5.1 (Haines-Young, 2018). Posteriormente, se realizó la valoración económica con el método de transferencia de beneficios (Richardson *et al*., 2015). **Resultados y Discusión.** Fueron identificados 13 SE para los manglares de BCS, siendo tres de la categoría aprovisionamiento, seis en regulación y mantenimiento, y cuatro en culturales. La valoración económica permitió determinar un valor ajustado de $68,978.29 USD por hectárea de manglar al año. Los 13 SE analizados corresponden a una identificación temprana, por lo que se requieren mayores estudios para la comprensión de los factores que inciden en su dinámica. Por otra parte, para el conjunto de SE analizados, el valor unitario ajustado de $68,978.29 USD es mayor al reportado en Mukherjee y cols. (2014) de $50,349.49 USD y menor a $193,843.00 USD de Costanza *et al.* (2014). **Conclusiones.** Aunque el método de transferencia de beneficios presenta tanto ventajas como limitaciones, se considera una alternativa válida para estimar los valores económicos de los servicios ecosistémicos en ubicaciones geográficas donde no se han llevado a cabo estudios específicos.

Referencias.

- Costanza, R., De Groot, R., Sutton, P., Van der Ploeg, S., Anderson, S. J., Kubiszewski, I., ... & Turner, R. K. (2014). Changes in the global value of ecosystem services. *Global environmental change*, 26, 152-158.
- Friess, D. A., Yando, E. S., Alemu, J. B., Wong, L. W., Soto, S. D., & Bhatia, N. (2020). Ecosystem services and disservices of mangrove forests and salt marshes. Oceanography and marine biology.
- Haines-Young, R., & Potschin-Young, M. (2018). Revision of the common international classification for ecosystem services (CICES V5. 1): a policy brief. *One Ecosystem*, 3, e27108.
- Mukherjee, N., Sutherland, W. J., Dicks, L., Huge, J., Koedam, N., & Dahdouh-Guebas, F. (2014). Ecosystem service valuations of mangrove ecosystems to inform decision making and future valuation exercises. *PloS one*, 9(9), e107706.
- Richardson, L., Loomis, J., Kroeger, T., & Casey, F. (2015). The role of benefit transfer in ecosystem service valuation. Ecological Economics, 115, 51-58.

EFECTO DEL MANGLAR SOBRE LA ICTIOFAUNA EN UN SISTEMA ESTUARINO DE CHIAPAS

Emilio I. Romero-Berny[a]*; Santamaría-Damián Salvador[b]; Tovilla-Hernández Cristian[b]

✉*emilio.romero@unicach.mx

[a] Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Instituto de Ciencias Biológicas, Centro de Investigaciones Costeras, 30500 Tonalá, Chiapas, México.
[b] El Colegio de la Frontera Sur, Departamento de Ciencias de la Sustentabilidad, 30700 Tapachula, Chiapas, México.

Palabras clave: Peces de manglar, índice de complejidad, estructura forestal, caída de hojarasca, análisis multivariados

Introducción. Se asume que la complejidad estructural de los manglares, sus sistemas de raíces especializadas y la hidrología, juegan un papel determinante en los ensambles de peces en este ecosistema (Nanjo *et al.,* 2014; Zhang *et al.,* 2019). Sin embargo, existe evidencia limitada de cómo la interacción entre los manglares y las variables ambientales afecta a la estructura, riqueza, composición, abundancia y la biomasa de los peces. El objetivo principal de este estudio fue probar si los ensambles de peces varían entre sectores de manglares ubicados a diferente distancia de la boca de un sistema estuarino y entre microhábitats de raíces especializadas (aéreas y neumatóforos) y estaciones (secas y lluvias), así como analizar el papel de las características ambientales en estas variaciones. **Metodología.** En el canal estuarino Boca del Cielo-San José (Chiapas, Pacífico sur de México) se muestrearon ensambles de peces (estadío de madurez, biomasa y abundancia por especie) durante la marea alta en el ciclo anual 2019-2020, dentro de los bosques de manglar en tres sectores del canal (bajo, medio y superior). Se estimó el índice de complejidad estructural de Holdridge para los manglares, dominancia de raíces zancudas y neumatóforos, así como la producción basada en caída de hojarasca y seis parámetros fisicoquímicos del agua: salinidad, oxígeno disuelto, temperatura del agua, pH, Redox y profundidad. Se utilizaron métodos estadísticos univariados y multivariados para determinar diferencias de abundancia y biomasa de peces entre sectores del sistema, tipo de raíces especializadas y temporadas (lluvias y secas); así como para determinar al conjunto de variables que más influyen en los ensambles de peces dentro del manglar. **Resultados y discusión.** Los resultados mostraron que los ensambles de peces variaron significativamente entre los sectores del canal, microhábitats de raíces y temporadas (Tabla 1). Los sitios del sector bajo dominados por raíces zancudas presentaron la mayor riqueza íctica (25 especies), abundancia y biomasa de peces, mientras que más del 90% de los peces juveniles en las muestras estaban asociados con neumatóforos. La interacción de la salinidad, la profundidad, la distancia a la boca del estuario, la producción de hojarasca y el dominio de raíces aéreas o neumatóforos explican los patrones de abundancia de peces y biomasa en los manglares (Figura 1). Nuestras observaciones coinciden con otros estudios en enfatizar la importancia de los manglares como lugares de crianza y alimentación de peces (Cravo et al., 2021), pero cuya estructura está definida por variables y factores locales, los cuales deben ser tomados en cuenta en los programas de investigación y manejo.

Tabla 1. Resultados de un análisis multivariado permutacional de varianza para detectar diferencias de abundancia y biomasa de peces entre sectores del canal, microhábitat de raíces de manglar y temporada.

Variable	Factor	F
Abundancia	Sector	15.69*
	Microhábitat	5.89*
	Temporada	9.66*
Biomasa	Sector	10.81*
	Microhábitat	5.42*
	Temporada	4.94*

*Valores estadísticamente significativos ($p<0.05$).

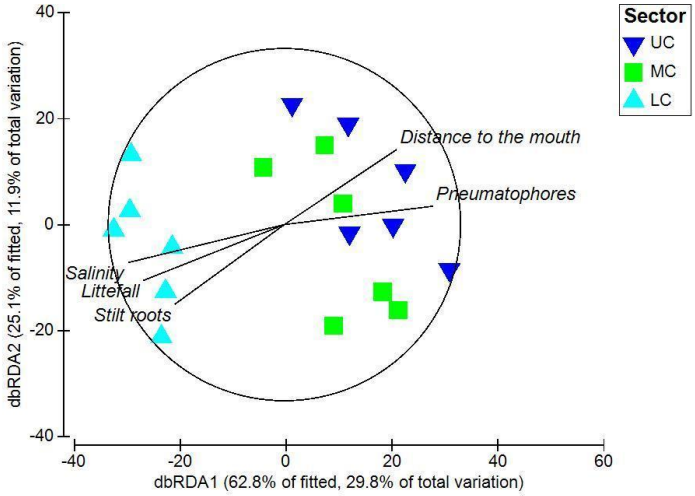


Figura 1. Diagrama de análisis de redundancia basado en distancias basado en la abundancia de peces. Vectores indican las correlaciones de las variables y los símbolos, la ordenación por sector del canal.

Conclusiones. Hubo diferencias significativas en la estructura del ensamble de peces entre sectores definidos por su distancia a la boca del estuario, microhábitats dentro de los manglares y las estaciones lluviosa y seca. El sector más cercano a la desembocadura y los sitios dominados por raíces zancudas se destacan como los de mayor riqueza de especies, abundancia y biomasa de peces. Aunque todos los manglares del canal estuarino son hábitats clave para el reclutamiento de peces, encontramos que los sitios con neumatóforos fueron utilizados por más del 90% de los peces juveniles del ensamble.

Referencias

- Cravo M, Almeida AJ, Lima H, Azevedo e Silva J, Bandeira S, Machava-Antonio M, Paula J. (2021). Fish assemblages in a small mangrove system on Príncipe

Island, Gulf of Guinea. Front Mar Sci 8: 721692. https://doi.org/10.3389/fmars.2021.721692

- Nanjo K, Kohno H, Nakamura Y, Horinouchi M, Sano M. (2014). Effects of mangrove structure on fish distribution patterns and predation risks. J Exp Mar Biol Ecol 461: 216-225. https://doi.org/10.1016/j.jembe.2014.08.014
- Zhang Y, Ding Y, Wang W, Li Y, Wang M. (2019). Distribution of fish among Avicennia and Sonneratia microhabitats in a tropical mangrove ecosystem in South China. Ecosphere 10(6): e02759. https://doi.org/10.1002/ecs2.2759

AGIABAMPO, SONORA. MEXICO: UNA APROXIMACIÓN AL ESTADO DE SALUD ACTUAL DEL SOCIOECOSISTEMA EN EL MARCO DE LOS RECURSOS DE MANGLAR.

Luis Arturo Méndez Barroso[a]*; Karol Granados Martínez[a]

✉* lmendezb@asu.edu

[a] Laboratorio Nacional de Resiliencia Costera (LANRESC), Instituto Tecnológico de Sonora, Departamento de Ciencias del Agua y Medio Ambiente, 85000 Ciudad Obregón, México.

Palabras clave: Salud del ecosistema, indicadores ambientales, plan de manejo ambiental.

Introducción: Como estrategia para evaluar y comunicar de manera efectiva el estado de salud de sus Observatorios Costeros para la Resiliencia (OCR), el Laboratorio Nacional de Resiliencia Costera (LANRESC) de México ha desarrollado las Tarjetas de Reporte, un instrumento informativo que incluye una serie de indicadores ambientales que se evalúan para monitorear cambios en aspectos clave de los socio-ecosistemas (Constanzo *et al.,* 2017). La pesca artesanal, junto con el turismo local, han sido las principales actividades económicas en el sur de Sonora que han cobrado gran importancia en los últimos años, lo cual puede representar una amenaza para el estado de conservación de los manglares (Granados-Martinez *et al.,* 2021). Problemas como el acelerado cambio de uso de suelo de la vegetación nativa (bosque de pitayos y manglares) a campos agrícolas y estanques acuícolas, hacen evidente la necesidad de implementar planes de manejo para un aprovechamiento sustentable de sus recursos naturales. **Metodología:** Se desarrolló una tarjeta de reporte ambiental en la Bahía de Agiabampo localizada en el límite sur del estado de Sonora y el límite norte de Sinaloa, durante el período Marzo a Diciembre de 2022. La información para su desarrollo se obtuvo a partir de talleres que contaron con la participación de actores de diferentes sectores (academia, gobierno, asociaciones civiles, pobladores, pescadores) durante los cuáles, se identificaron los valores y amenazas ambientales y se definieron los indicadores para evaluar el estado de salud del socio-ecosistema (*LANRESC, 2022*). Tanto la calificación del estado de salud ambiental como los indicadores se definieron mediante una nomenclatura conformada por letras(colores) donde A(Verde)=Bueno, B (Amarillo)=Regular y C (Rojo)=Malo. **Resultados:** Se definieron un total de 21 indicadores, que se agruparon en seis subgrupos: Economía, Gestión y Gobernanza, Recursos Hídricos, Biodiversidad, Comunidad y Cultura y Ecosistemas y Paisajes. Dentro de los indicadores que obtuvieron una buena calificación (A-verde) se encuentran biodiversidad, ecosistemas-paisajes y comunidad-cultura, por lo tanto, los manglares se encuentran en un buen estado en general. **Conclusiones:** Las tarjetas de reporte son un instrumento eficaz para sintetizar y comunicar resultados científicos complejos de una manera sencilla tanto a tomadores de decisiones como público en general. La calificación general para OCR Agiabampo fue B(regular) destacando un buen estado de salud del manglar ayudando a la productividad y capacidad de secuestro de carbono de los ecosistemas costeros.

Referencias

- Costanzo, S.D., Blancard, C., Davidson, S., Dennison, W.C., Escurra, J., Freeman, S., Fries, A., Kelsey, R.H., Krchnak, K., Sherman, J., Thieme, M. Vargas-Nguyen, V. (2017). Practitioner's Guide to Developing River Basin Report Cards. IAN Press. Cambridge MD USA.
- Granados-Martínez, K. P., Yépez, E. A., Sánchez-Mejía, Z. M., Gutiérrez-Jurado, H. A., & Méndez-Barroso, L. A. (2021). Environmental controls on the temporal evolution of energy and CO2 fluxes on an arid mangrove of Northwestern Mexico. *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*, *126*(7), e2020JG005932 https://doi.org/10.1029/2020JG005932
- LANRESC: Coordinación operativa de tarjetas de reporte (2022). Informe ejecutivo del Taller de elaboración de la tarjeta de reporte de Agiabampo. Laboratorio Nacional de Resiliencia Costera. Mérida, Yucatán

DIVERSIDAD BIOLÓGICA DE INVERTEBRADOS COLIGADOS A MANGLAR EN EL SISTEMA LAGUNAR DE TOPOLOBAMPO, SINALOA, MÉXICO.

Jesús Manuel Díaz Gaxiola[a*]

✉* jesus.dg@mochis.tecnm.mx; jesusmdiazg@gmail.com

[a] Laboratorio de Ecología, Academia de Biología, Departamento de Ing. Química y Bioquímica, Instituto Tecnológico de Los Mochis, Tecnológico Nacional de México. Blvd. Juan de Dios Bátiz y 20 de Noviembre C.P. 81259.

Palabras clave: Topolobampo, macroinvertebrados, inventario, conservación.

Introducción.La acelerada transformación que están sufriendo los ecosistemas costeros está causando daños sobre su funcionamiento y biodiversidad, tal es el caso del sistema lagunar de Topolobampo. Con la intención de tener un inventario previo, se realizó un estudio en la región costera de Topolobampo para conocer los macroinvertebrados asociados a manglares, ya que estos bosques son críticos para la biodiversidad y ésta a su vez para la humanidad (Spalding & Leal, 2021) y la riqueza de especies es fundamental en la salud del ecosistema y del ser humano (Aerts, Honnay, & Van Nieuwenhuyse, 2018). **Metodología**. Se realizaron monitoreos mensuales en 10 sitios desde enero de 2010 a febrero de 2011 en Laguna de Ohuira y Bahía de Topolobampo (3 y 7 respectivamente) (Figura1).

Figura 1. Ubicación de los sitios de colecta (Modificado de Google Earth, 2023).

Las muestras se tomaron en tres tipos de sustratos: epibiontes en raíces de mangle (ERM), infauna (IN) y organismos errantes del suelo (OES), las cuales se guardaron separadas en bolsas plásticas, etiquetaron y fijaron para su análisis en laboratorio, además se hizo medición de parámetros físico-químicos (salinidad, temperatura, oxígeno disuelto y pH) del agua circundante a cada sitio. Los valores obtenidos en los sitios de muestreo y su variación a través del tiempo en los tres sustratos monitoreados, fueron procesados mediante el software PAST® 4.12 a través de un ANOVA. **Resultados y Discusión**. Se identificaron 248 especies incluidas en 11 taxas (Tabla 1), destacando los phyla Arthropoda y Mollusca. Se presentan a continuación el número de especies por

estación: 37 (I), 72(II), 86(III), 107(IV),114(V),139(VI),92(VII),87(VIII),106(IX) y 100(X), destacando el sitio VI y V.

Tabla 1. Macroinvertebrados identificados en el estudio.

Taxa	Número de especies
Ctenophora	1
Platyhelminthes	1
Nemertea	1
Sipuncula	1
Ectoprocta	2
Cnidaria	3
Echinodermata	6
Porifera	11
Annelida (Polychaeta)	27
Arthropoda	85
Mollusca	110

Reconociéndose así el valioso papel que los manglares juegan como hábitat para especies de invertebrados y peces (Kruitwagen, Nagelkerken, Lugendo, Mgaya, & Wendelaar Bonga, 2010; zu Ermgassen, Grove, & Nagelkerken, 2020; Yahya, Idris, Rosly, & Bachok, 2020). En raíces de mangle predominaron cirripedios, moluscos y esponjas; para infauna fueron frecuentes bivalvos y crustáceos, mientras que en la categoría de errantes lo fueron gasterópodos, crustáceos y bivalvos. La prueba ANOVA mostró diferencias significativas (pvalue$<\alpha$) para número de especies y de organismos en los tres sustratos entre sitios de muestreo, mientras que en los meses de monitoreo no hubo diferencias significativas (pvalue$>\alpha$) de epibiontes en raíces, pero sí para infauna y errantes. Los parámetros físico químicos tuvieron registros normales propios de las zonas costeras, a excepción de la salinidad en el sitio I con variaciones desde 14 a 40 ppm (valor típico de 35 ppm). **Conclusiones**. Las estaciones de muestreo con mayor riqueza específica fueron la VI, V, IV, IX y X, ubicadas en la zona de influencia del canal de entrada de agua del Golfo de California hacia el sistema lagunar de Topolobampo, mientras que la estación con menor riqueza biológica fue el sitio I, ubicado en el fondo del sistema dentro de la Laguna de Ohuira. Los crustáceos, moluscos y esponjas se presentaron en todos los sitios y sustratos de muestreo.

Referencias

- Aerts, R., Honnay, O., & Van Nieuwenhuyse, A. (2018). Biodiversity and human health:mechanisms and evidence of the positive health effects of diversity in nature and green spaces. British Medical Bulletin, 5-22.
- Kruitwagen, G., Nagelkerken, I., Lugendo, B., Mgaya, Y., & Wendelaar Bonga, S. (2010). Importance of different carbon sources for macroinvertebrates and fishes of an interlinked mangrove-mudflat ecosystem (Tanzania). Estuarine, Coastal and Shelf Science, 464-472.

- Spalding, M., & Leal, M. (2021). The State of the world´s Mangroves 2021. Global Mangrove Alliance.
- Yahya, N., Idris, I., Rosly, N., & Bachok, Z. (2020). Mangrove-associated bivalves in Southeast Asia: A review. Regional Studies in Marine Science, 1-12.
- zu Ermgassen, P. S., Grove, T., & Nagelkerken, I. (2020). Global affiliation of juvenile fishes and invertebrates with mangrove habitats. Bull. Mar.Sci., 403-414.

MEMORIAS DEL VI CONGRESO MEXICANO DE ECOSISTEMAS DE MANGLAR

VI CONGRESO MEXICANO
DE ECOSISTEMAS DE MANGLAR

COMITÉ MEXICANO DE MANGLARES