



**UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA
METROPOLITANA**
Unidad Xochimilco

DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD

DEPARTAMENTO EL HOMBRE Y SU AMBIENTE

LICENCIATURA EN BIOLOGÍA

**“Análisis del bosque de manglar en el sistema lagunar costero de
Mandinga, Veracruz”**

INFORME DE SERVICIO SOCIAL

PARA OBTENER EL TÍTULO DE

LICENCIADO EN BIOLOGÍA

QUE PRESENTA EL ALUMNO

Caamal Farfán Alonso Daniel

2182028022

ASESORES:

Dr. JAVIER ALDECO RAMÍREZ

No. Econ. 26805

Mtro. ADRIÁN CIPRÉS CHÁVEZ

Ced. Prof. 10610644

México, CDMX. a 16 de abril de 2025

Índice

Resumen	3
Introducción.....	4
Objetivo general	5
Objetivos específicos	5
Metodología	5
Sitio o área de estudio.....	6
Métodos de caracterización estructural en el manglar de mandinga, Veracruz	6
Diseño de muestreo	6
Identificación de las especies de mangle.....	7
Variables estructurales del manglar	7
Diámetro a la altura del pecho (DAP)	7
Actividades realizadas.....	8
Metas alcanzadas	9
Resultados	9
Análisis de datos.....	9
Discusión.....	19
Conclusiones.....	21
Recomendaciones.....	22
Agradecimientos.....	22
Referencias bibliográficas	23
Anexos	26
Anexo 1. Características de los manglares.....	26
Anexo 2. Factores que determinan la distribución de los bosques de mangle.....	26
Anexo 3. Descripción de las especies de mangle.....	28
Anexo 4. Flora y fauna que albergan los manglares.....	32
Anexo 5. Ilustraciones de mangle.....	35

Resumen

Los manglares son ecosistemas costeros altamente productivos que se desarrollan en zonas de transición entre ambientes terrestres y marinos. Su relevancia ecológica radica en la provisión de servicios ecosistémicos, tales como la protección contra tormentas, la captura y almacenamiento de carbono, la estabilización de suelos y el mantenimiento de hábitats esenciales para diversas especies de flora y fauna. No obstante, estos ecosistemas se encuentran bajo amenaza constante debido a la expansión urbana, el desarrollo turístico y las actividades inmobiliarias, factores que han generado alteraciones significativas en su estructura y funcionalidad. El Sistema Lagunar Costero de Mandinga, ubicado en el estado de Veracruz, México, constituye un caso representativo de esta problemática. Durante las últimas décadas, ha sido objeto de una transformación territorial acelerada, lo que ha derivado en una modificación profunda del paisaje y de los procesos ecológicos que lo sustentan. En este contexto, el objetivo del presente estudio fue evaluar la estructura del bosque de manglar en tres cuerpos lagunares del sistema: Laguna Larga, Laguna Redonda y Laguna Grande. Se implementó un muestreo dirigido, se estableció 15 unidades de muestreo de 100 m² (20 × 5 m), distribuidas entre las tres lagunas. En cada unidad se identificaron las especies presentes y se registraron parámetros estructurales como el diámetro a la altura del pecho (DAP) y la altura total. Asimismo, se incorporaron indicadores de presión antrópica, categorizados en: no perceptible, menor, mediana y mayor. Los resultados indicaron la presencia de tres especies de mangle: *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa*, con distribución variable en cuanto a densidad, altura y composición por unidad de muestreo. Laguna Redonda presentó la mayor densidad promedio de individuos (380 ind ha⁻¹), aunque con menor altura (rango entre 2 y 8 m), lo que sugiere una posible etapa de regeneración. Por otro lado, Laguna Larga mostró la menor densidad (150 ind ha⁻¹), pero registró mayores alturas (entre 2.5 y 9 m), lo que podría indicar una estructura más madura, pero también evidencias de degradación severa. Laguna Grande exhibió una densidad intermedia (350 ind ha⁻¹) y una amplitud estructural amplia (alturas entre 2 y 13 m). Las diferencias observadas entre lagunas reflejan la influencia diferenciada de las presiones antrópicas sobre la estructura del manglar. Este análisis subraya la importancia de diseñar estrategias de conservación

adaptadas a las condiciones ecológicas y sociales específicas de cada laguna, promoviendo la restauración y el manejo sustentable del ecosistema de manglar en la región de Mandinga.

Palabras clave: Estructura forestal, presión antrópica, ecosistemas costeros, manejo integral, conservación.

Introducción

Una comunidad biótica se define como el conjunto de poblaciones de organismos, que integra plantas, animales, bacterias y hongos, cuya extensión y complejidad varía en función de su hábitat o entorno. Estas poblaciones interactúan entre sí y conforman un sistema vivo caracterizado por una composición, estructura, dinámica y función propias (Odum, 1972). En el ámbito de la sinecología, el estudio de las comunidades vegetales tiene como propósito describir y analizar su estructura, con el fin de establecer las relaciones funcionales que existen entre sus componentes en un espacio y periodo específicos (Granados y Tapia, 1990).

Los ecosistemas de manglar presentan rasgos particulares que los diferencian de otros tipos de vegetación, debido a sus características morfológicas, estructurales y fisiológicas, así como por su composición florística y los procesos de flujo de materia y energía que los regulan. La interacción de estos factores confiere a los manglares propiedades ecológicas únicas. En términos generales, se distinguen por estar integrados por especies que comparten una apariencia semejante, una preferencia por hábitats específicos y adaptaciones estructurales y fisiológicas afines (Richards *et al.*, 1979).

Estos ecosistemas prosperan principalmente en los márgenes de lagunas costeras, bahías protegidas y desembocaduras de ríos, donde la influencia del agua marina es determinante. Su importancia ecológica radica en la diversidad de bienes y servicios ambientales que proveen, así como en su papel en la conservación de la biodiversidad (Rzedowski, 2006). En México, los manglares se distribuyen a lo largo de los 17 estados con litoral, con un predominio de cuatro especies de mangle: *Rhizophora mangle*,

Avicennia germinans, *Laguncularia racemosa* y *Conocarpus erectus*. Todas estas especies están catalogadas bajo Protección Especial conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010 (CONABIO, 2009; 2013).

El bosque de manglar presente en el Sistema Lagunar Costero de Mandinga (SLCM) cumple funciones ecológicas esenciales, entre ellas, servir de hábitat y refugio a recursos pesqueros de alto valor comercial, como ostiones, jaibas, camarones y langostinos (Aldeco *et al.*, 2015). No obstante, enfrenta diversas amenazas que han llevado a su inclusión en la lista de “sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica” (López-Portillo, 2009). Entre los factores que ponen en riesgo su estabilidad se encuentran la deforestación, la caza furtiva, la introducción de especies exóticas como la tilapia, la sobreexplotación pesquera y la actividad turística descontrolada (CONABIO, 2009).

Las especies de mangle presentes en este sistema son el mangle rojo *Rhizophora mangle*, el mangle blanco *Laguncularia racemosa* y el mangle negro *Avicennia germinans* (CONABIO, 2009). De acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, estas especies están clasificadas dentro de la categoría de “amenazadas”, debido a los factores que afectan negativamente su viabilidad. Esta condición resalta la urgencia de implementar estrategias para su recuperación y conservación (SEMARNAT, 2002).

Objetivo general

- Evaluar la estructura del bosque de manglar de Mandinga, Veracruz.

Objetivos específicos

- Determinar las diferencias estructurales del bosque de manglar entre las 3 lagunas
- Identificar los tipos de presión antrópica presentes en cada laguna.

Metodología

El presente estudio se llevó a cabo en el estado de Veracruz, en particular en el Sistema Lagunar Costero de Mandinga (SLCM) los días 27 de noviembre a 1 de diciembre de 2023.

Esta investigación contempló fundamentalmente dos aspectos: realización del muestreo y la búsqueda de información para la determinación de la estructura fisonómica.

Sitio o área de estudio

Mandinga es reconocido como un destino turístico, en el que destaca una zona de restaurantes situados en las inmediaciones de la laguna, donde es posible disfrutar de la gastronomía local. Además, es común la presencia de músicos y bailarines ataviados con indumentaria tradicional jarocha, quienes desempeñan un papel relevante en la economía local a través de espectáculos de música y danza. Otro atractivo turístico significativo lo constituyen los paseos en lancha, que permiten recorrer las lagunas y esteros, ofreciendo la oportunidad de apreciar la biodiversidad faunística y florística del manglar (Velásquez-Casales, 2004).

A lo largo de los años, la laguna de Mandinga ha sido objeto de diversas dinámicas territoriales resultado del crecimiento de la Riviera Veracruzana como el cambio en el uso de suelo, impulsado por el desarrollo urbano, turístico e inmobiliario al norte de la laguna. Estos procesos han modificado no solo el territorio, sino también la dinámica social de la comunidad, lo que ha resultado en la pérdida de cobertura de manglar (Navarro-Duarte, 2017; Buendía-Buendía *et al.*, 2021).

Métodos de caracterización estructural en el manglar de mandinga, Veracruz

Diseño de muestreo

Se realizó un muestreo dirigido estratificado en el cual se establecieron 15 unidades de muestreo, distribuidas en 5 unidades por cada laguna (Figura 1).

Figura 1. Localización del área de estudio y unidades de muestreo en el Sistema Lagunar Costero de Mandinga Veracruz, México.



Para el diseño de los transectos, se tomaron en cuenta tres factores: las condiciones del terreno, la seguridad y el número de personas involucradas en la recolección de datos. Se trazaron transectos de 20 metros de longitud, comenzando en el norte y finalizando en el sur. Además, se marcaron 2.5 metros de ancho en cada lado del transecto, delimitándolo con estacas de PVC y cuerdas.

Identificación de las especies de mangle

En las unidades de muestreo se identificaron las especies de mangle, con la ayuda de las características descritas por Rodríguez-Zuñiga *et al.*, (2013). Las especies identificadas fueron: *Rhizophora mangle*, mangle rojo. *Avicennia germinans*, mangle blanco y *Laguncularia racemosa*, mangle negro.

Variables estructurales del manglar

Diámetro a la altura del pecho (DAP)

Es una medida para estimar el área basal de las especies, la cual consiste en determinar la longitud de la recta que pasa por el centro del círculo y termina con los puntos que tocan la circunferencia (Mostacedo *et al.*, 2000).

- Salida de campo (Toma de datos).
- Ordenamiento y procesamiento de datos obtenidos, creación de base de datos.
- Creación de mapas (digitalización).
- Investigación bibliográfica.
- Corrección de datos.
- Primera conclusión de investigación.
- Presentación de trabajo.

Metas alcanzadas

- Se logró realizar el muestreo en su totalidad a lo largo de la laguna de Mandinga, con el resultado de las 15 unidades de muestreo sin ninguna adversidad (Tabla 1).
- Compartimos la información del proyecto de investigación con la población de Mandinga y la comunidad de la Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco.
- Los datos obtenidos pueden ser utilizados para nuevas investigaciones o comparar los datos con otros trabajos.
- Existió un acercamiento efectivo y agradable con la población de Mandinga.
- Obtuve nuevos conocimientos y afirmé conocimientos pasados
- Se utilizaron herramientas gráficas como Qgis y Excel.

Resultados

Análisis de datos

Se registraron 286 individuos de mangle en el SLCM (Tabla 1), siendo *A. germinans* la especie con mayor número de individuos 127, seguida de *R. mangle* con 89 individuos, y finalmente *L. racemosa* con 70 individuos.

Tabla 1. Variables estructurales del manglar del Sistema Lagunar Costero de Mandinga, Veracruz.

Laguna	Unidad de muestreo	Número de especies	Número de árboles	<i>R. mangle</i>	<i>A. germinans</i>	<i>L. racemosa</i>	Promedio de altura (m)
Larga	1	1	4	0	4	0	1.78
Larga	2	2	7	1	0	6	5.80
Larga	3	1	4	4	0	0	3.75
Larga	4	2	9	0	5	4	5.31
Larga	5	2	15	0	7	8	5.21
Redonda	6	2	38	18	20	0	5.14
Redonda	7	2	28	16	12	0	5.41
Redonda	8	3	30	23	3	4	4.92
Redonda	9	2	20	0	3	17	5.56
Redonda	10	1	8	0	0	8	5.16
Grande	11	2	23	0	4	19	5.87
Grande	12	3	33	14	2	17	5.91
Grande	13	3	9	4	2	3	10.11
Grande	14	3	23	9	6	8	5.53
Grande	15	2	35	0	2	33	5.07
			286	89	70	127	

Fuente: Elaboración propia

En las unidades de muestreo distribuidas en las tres lagunas del Sistema Lagunar Costero de Mandinga, se identificaron diversos indicadores de presión antrópica, los cuales se concentraron principalmente en el suelo. En las 15 unidades de muestreo, la presencia de residuos sólidos fue una constante, lo que indica una afectación generalizada y persistente en el suelo.

En la Laguna Larga, además de los residuos sólidos, se registró excreta de vaca en varias unidades, así como una abundancia notoria de *R. mangle* y *A. germinans*, en algunas se reportó apertura de caminos, lo cual representa una alteración. Las cinco unidades de esta laguna mostraron un grado de afectación medio, con presiones

centradas principalmente en el suelo, acompañadas de plántulas, lo que sugiere cierto nivel de regeneración natural aún con el grado de perturbación.

En el caso de la Laguna Redonda, la mayoría de las unidades también reflejaron una condición de afectación media, con presencia reiterada de residuos sólidos, excreta de ganado. La Unidad 10 destacó por tener poca presencia de individuos arbóreos, lo que podría estar vinculado a la intensidad de las perturbaciones registradas.

Por su parte, la Laguna Grande mostró patrones similares: residuos sólidos fueron comunes en todas las unidades. También se observó repoblamiento natural, especialmente en la Unidad 13, lo cual sugiere cierta capacidad de recuperación en áreas menos intervenidas. No obstante, todas las unidades mantuvieron una categorización de afectación media.

En conjunto, estos resultados evidencian que la presión antrópica en el sistema está ampliamente distribuida y centrada en la contaminación del suelo, siendo los residuos sólidos el indicador más persistente en todas las unidades de muestreo (Tabla 2).

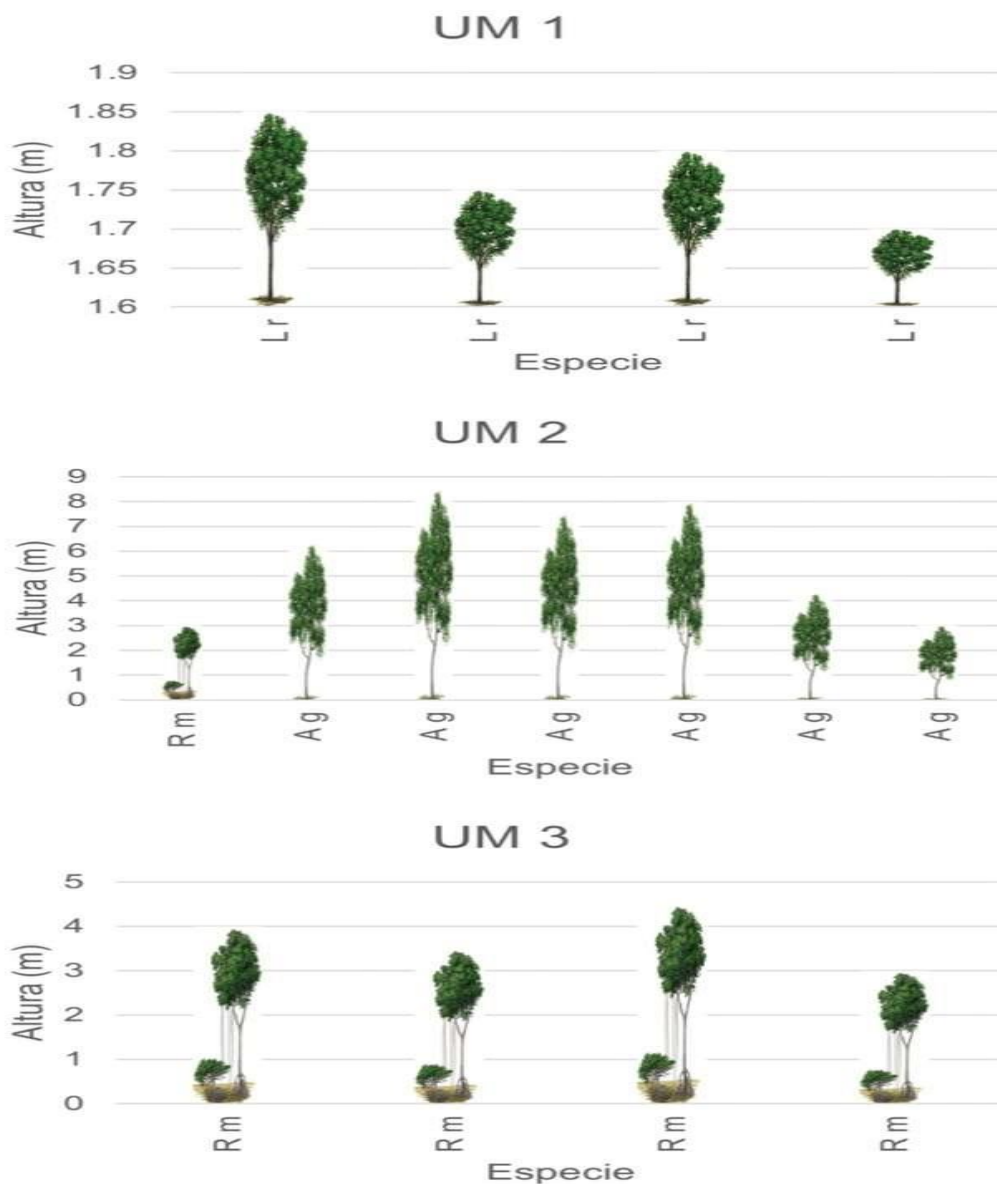
Tabla 2. Observaciones de presiones antrópicas registradas en muestreo del Sistema Lagunar Costero de Mandinga, Veracruz.

Laguna (L)	UM	Observaciones	Grado de afectación	Afectación presente en
Larga	1	Excreta de vaca, residuos sólidos	Medio	Suelo
Larga	2	Excreta de vaca, residuos sólidos	Medio	Suelo
Larga	3	Excreta de vaca, abundancia de <i>Rhizophora mangle</i> , residuos sólidos	Medio	Suelo
Larga	4	Abundancia de <i>Rhizophora mangle</i> , residuos sólidos	Medio	Suelo
Larga	5	Abundancia de <i>Avicennia germinans</i> , plántulas, residuos sólidos	Medio	Suelo
Redonda	6			
Redonda	7	Excreta de vaca, residuos sólidos	Medio	Suelo
Redonda	8	Residuos sólidos	Medio	Suelo
Redonda	9	Excreta de vaca, abundancia de <i>Rhizophora mangle</i> , ganadería	Medio	Suelo

Redonda	10	Poca presencia de individuos, residuos sólidos, basura, ganadería	Medio	Suelo
Grande	11	Residuos sólidos, ganadería, apertura de caminos	Medio	Suelo
Grande	12			
Grande	13	Repoblamiento	Medio	Suelo
Grande	14	Residuos sólidos	Medio	Suelo
Grande	15	Residuos sólidos	Medio	Suelo

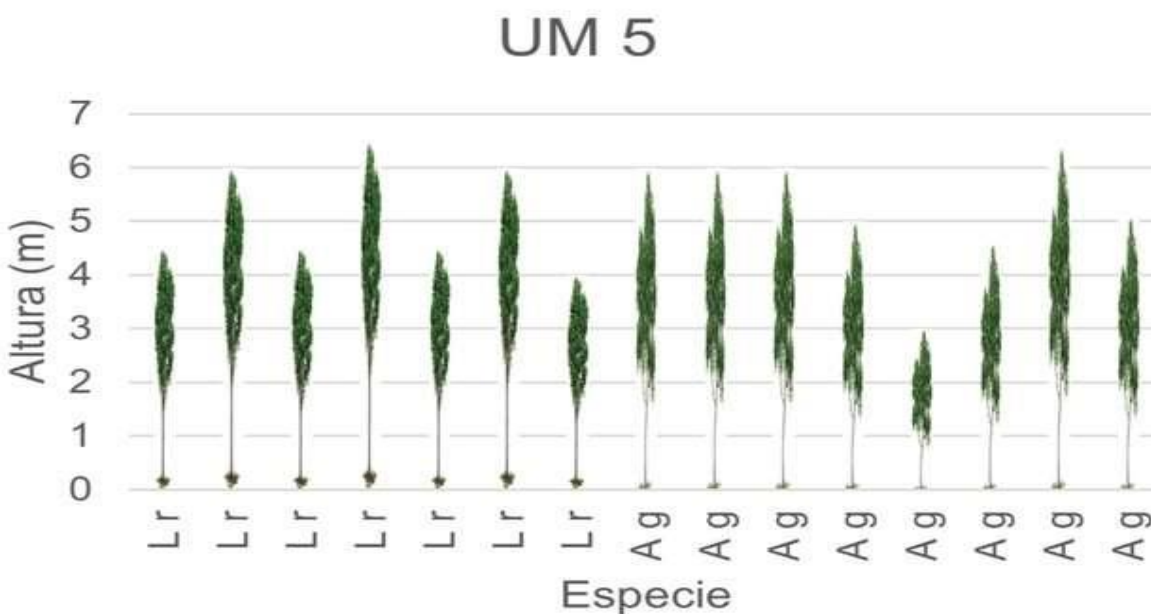
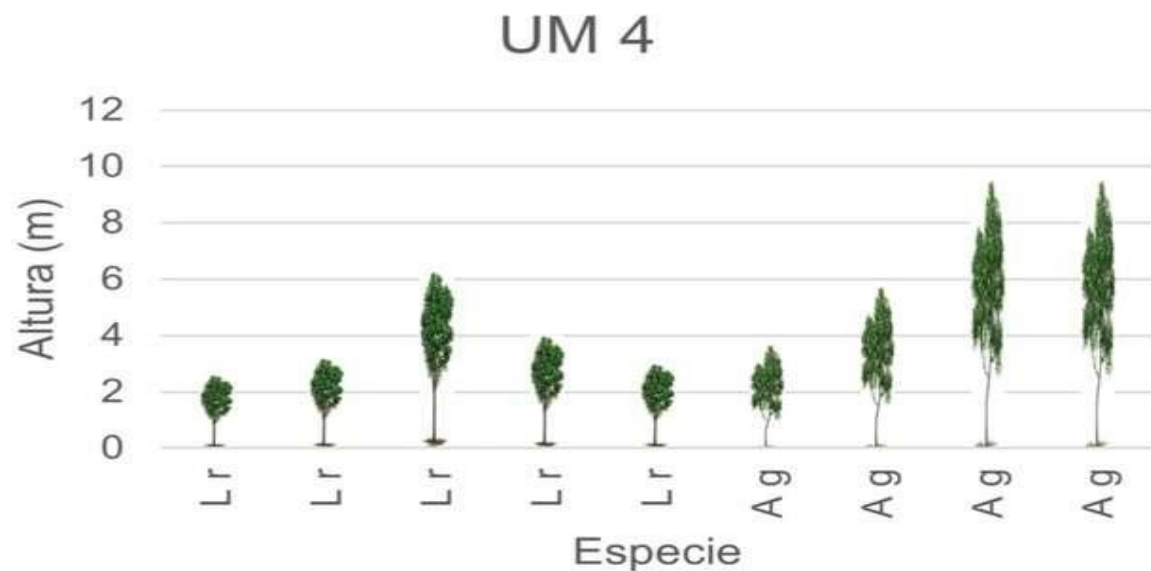
Las tres unidades de muestreo registraron 3 especies diferentes de mangle y un número variable de individuos, siendo *A. germinans* con más individuos con un rango de altura entre los 8 m y 3 m, seguida de *R. mangle* con un rango de altura entre los 4.5 m y los 3 m y en último lugar *L. racemosa* con un rango de altura entre los 1.85 m y 1.7 m (Figura 3).

Figura 3. Comparación gráfica de las alturas de los individuos en las unidades de muestreo 1 a 3. Lr (*Laguncularia racemosa*), Ag (*Avicennia germinans*), Rm (*Rhizophora mangle*).



Las dos unidades de muestreo registraron 2 especies de mangle y mismo número de individuos, resultó que *L. racemosa* tuvo más individuos con un rango de altura entre los 8 m y 2.50 m, seguida de *A. germinans* con una altura promedio entre los 9 m y los 3 m (Figura 4).

Figura 4. Comparación gráfica de las unidades de muestreo 4 y 5. Lr (*Laguncularia racemosa*), Ag (*Avicennia germinans*), Rm (*Rhizophora mangle*).

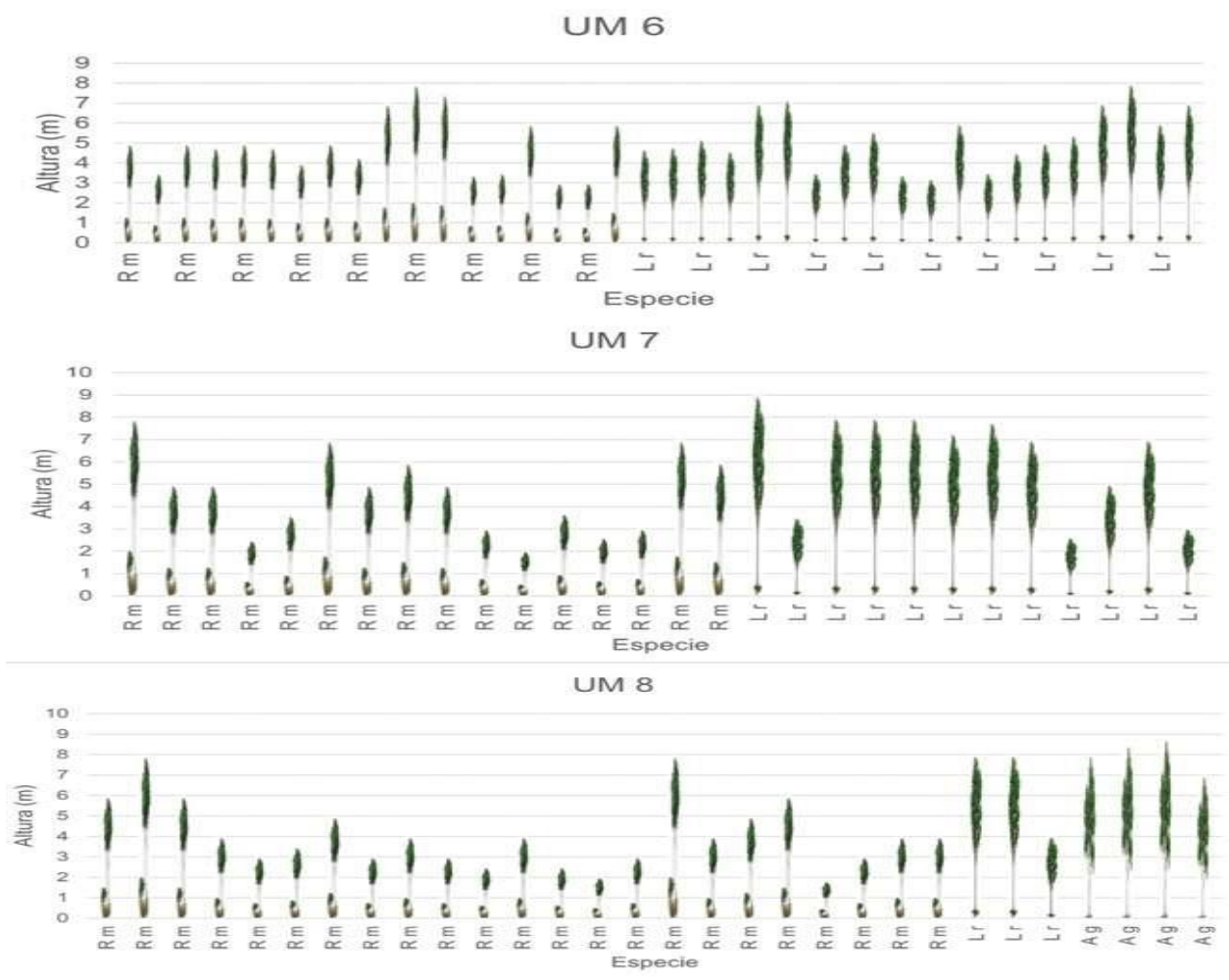


Las tres unidades de muestreo registraron diferentes especies de mangle y diferente número de individuos.

En las unidades de muestreo número 6 y 7 se identificaron las mismas especies (*R. mangle* y *L. racemosa*), la unidad número 8 es la única en la cual se identificaron las tres especies de mangle.

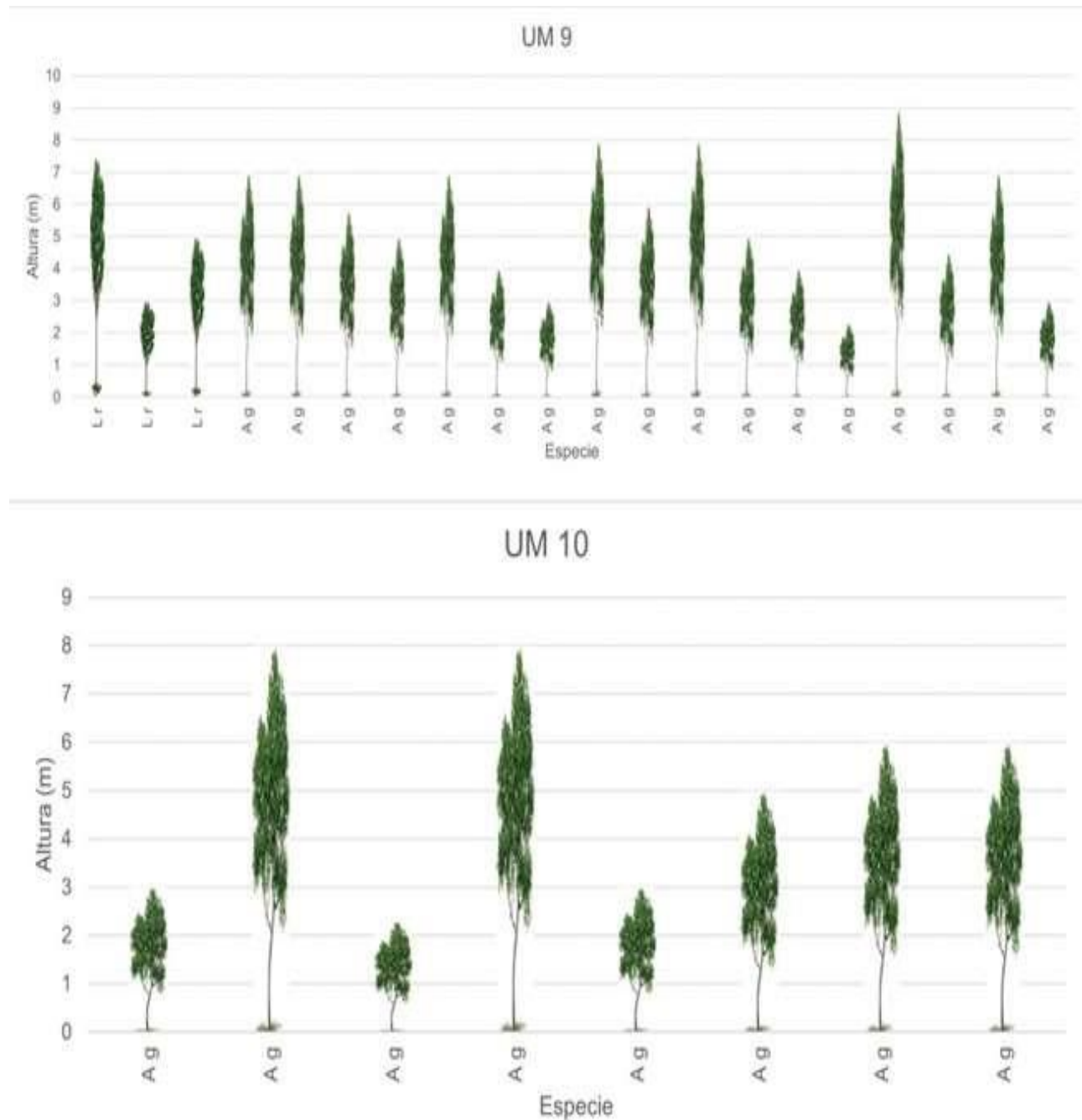
R. mangle es la especie con más individuos con un rango de altura de 9 m y 2 m, seguida de *L. racemosa* con un rango de altura de 9 y 2 m y en último lugar *A. germinans* con un rango de altura de 8 m y 2 m (Figura 5).

Figura 5. Comparación gráfica de las unidades de muestreo de 6 a 8. Lr (*Laguncularia racemosa*), Ag (*Avicennia germinans*), Rm (*Rhizophora mangle*).



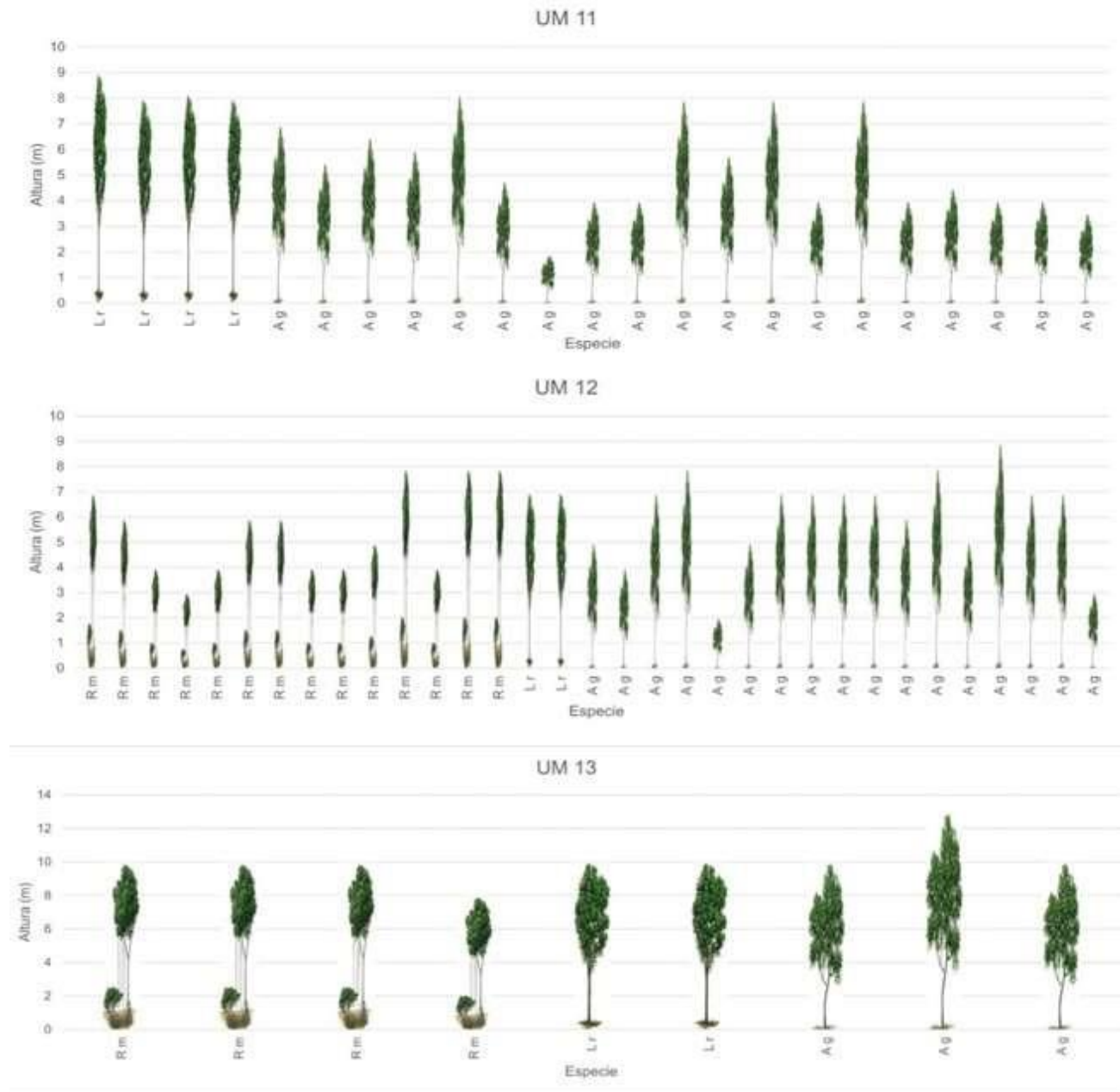
Las dos unidades de muestreo registraron 2 especies de mangle y variable número de individuos, siendo *A. germinans* la más abundante, con un rango de altura de 9 m y 2 m, seguido de *L. racemosa*, con un rango de altura de 7 m y 5 m (Figura 6).

Figura 6. Comparación gráfica de las unidades de muestreo 9 y 10. Lr (*Laguncularia racemosa*), Ag (*Avicennia germinans*), Rm (*Rhizophora mangle*).



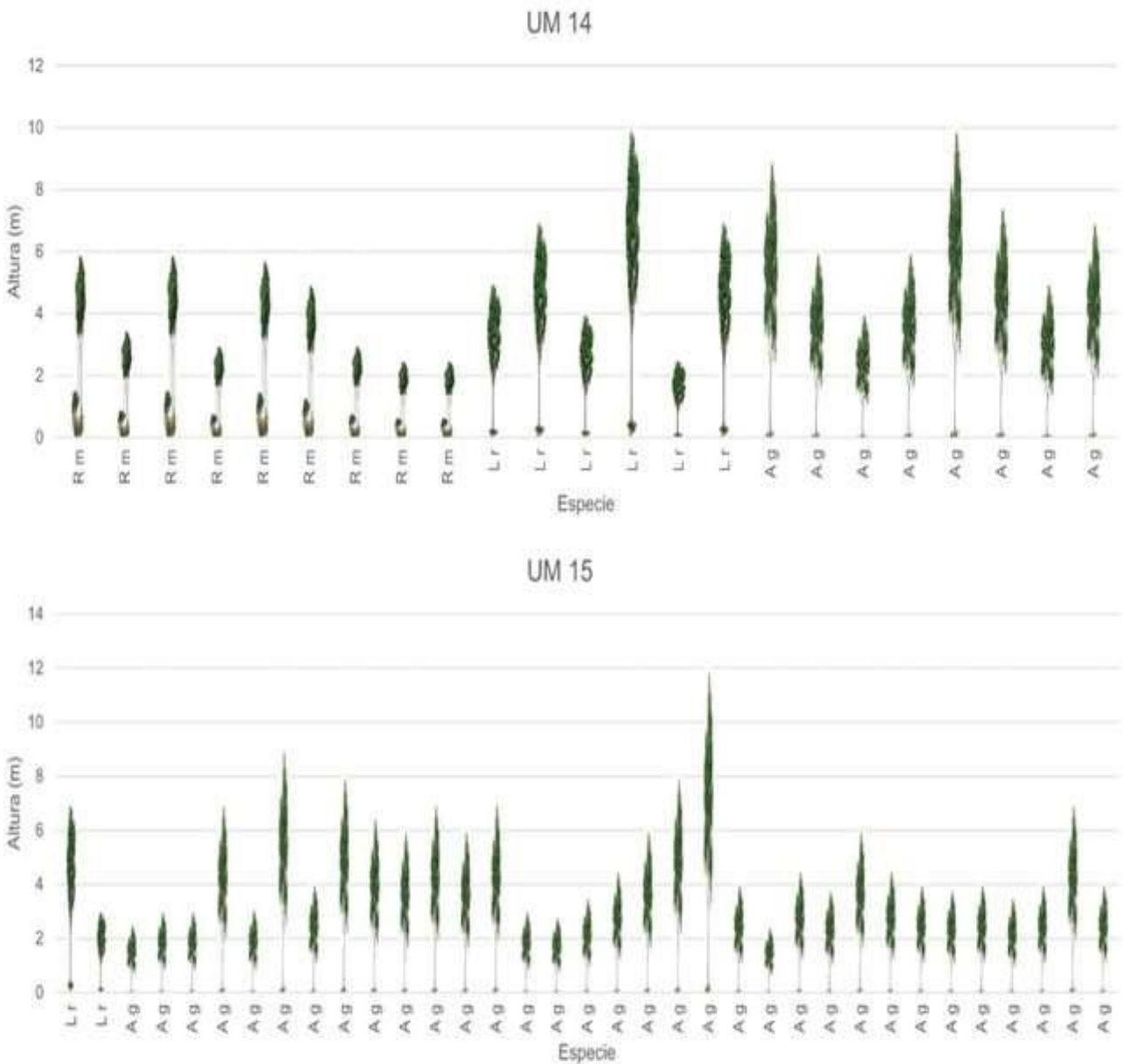
Las tres unidades de muestreo registraron 3 diferentes especies de mangle y número variable de individuos, siendo *A. germinans* la más abundante, con un rango de altura de 13 m y 2,5 m, seguido de *R. mangle*, con un rango de altura de 10 m y 2.5 m. En último lugar *L. racemosa*, con un rango de altura de 12 m y 7 m (Figura 7).

Figura 7. Comparación gráfica de las unidades de muestreo de 11 a 13. Lr (*Laguncularia racemosa*), Ag (*Avicennia germinans*), Rm (*Rhizophora mangle*).



Las dos unidades de muestreo registraron 3 diferentes especies de mangle y variable número de individuos, siendo *A. germinans* la más abundante, con un rango de altura de 12 m y 2 m, seguido de *R. mangle*, con un rango de altura de 6 m y 2 m, en último lugar situamos a *L. racemosa*, con un rango de altura de 10 m y 2.5 m (Figura 8).

Figura 8. Comparación gráfica de las unidades de muestreo 14 y 15. Lr (*Laguncularia racemosa*), Ag (*Avicennia germinans*), Rm (*Rhizophora mangle*).



De acuerdo con las 15 unidades de muestreo realizadas se encontraron tres especies de mangle: *R. mangle*, *A. germinans* y *L. racemosa*. En los cuadrantes se obtuvieron 89 individuos de la especie *R. mangle*, 127 de la especie *A. germinans* y 70 de *L. racemosa*. Dando con ello un total de 286 individuos dentro del área muestreada. (Tabla 1).

La altura máxima correspondió a la especie *A. germinans* con 13 m ubicada en la unidad de muestreo 13. En orden le sigue *L. racemosa* con una altura promedio de 8 m, en la unidad de muestreo 6. La mayor altura de *R. mangle*, es de 8 m en la unidad de muestreo 7.

En 4 de las 15 unidades de muestreo se presentan las tres especies de mangle. En 8 de las 15 unidades de muestreo sólo se encontraron dos especies. En la unidad 2 se encontraron (*R.* y *A. germinans*). Unidad 4, 5, 9, 11 y 15 (*L. racemosa* y *A. germinans*). Unidad 6 y 7 (*R. mangle* y *L. racemosa*). En 3 de las 15 unidades de muestreo sólo se encontró una especie. Unidad 1 (*L. racemosa*) unidad 3 (*R. mangle*) unidad 10 (*A. germinans*).

Discusión

Los manglares, como ecosistemas estratégicos situados en zonas de transición entre ambientes marinos y terrestres, ofrecen servicios ecosistémicos esenciales y constituyen hábitats fundamentales para numerosas especies (Cita). En la costa central de Veracruz, el Sistema Lagunar Costero de Mandinga representa un caso de esta riqueza biológica, aunque también evidencia las amenazas crecientes derivadas de la presión antrópica.

Un análisis comparativo entre el manglar de Mandinga y el registrado por Basáñez Muñoz *et al.*, (2006) en el ejido Cerro de Tumilco, en Tuxpan, Veracruz, permite observar coincidencias en la composición florística. En ambos sitios se identifican las especies dominantes *R. mangle*, *A. germinans* y *L. racemosa*, lo cual confirma un patrón común en los manglares del Golfo de México. Sin embargo, las diferencias en la densidad aparente y estructura vertical sugieren que las condiciones ecológicas locales, junto con

factores antrópicos, modulan de manera diferenciada el desarrollo de estas comunidades.

En Tumilco, se registró un total de 370 individuos en 2,000 m², con predominancia de *R. mangle* (219), mientras que en Mandinga se contabilizaron 286 individuos en 1,500 m², lo que destaca a la especie *A. germinans* como más abundante (127 individuos). Esta inversión en dominancia puede reflejar variaciones en los gradientes de salinidad, características del suelo, o el grado de intervención humana. Asimismo, *A. germinans* alcanzó las alturas mayores en ambos sitios: 12.07 m en Tumilco y hasta 13 m en Mandinga, en consonancia con lo reportado por Paniagua-Cano *et al.*, (2018), quienes documentaron alturas de entre 12 y 15 m para esta especie en la Laguna de Mandinga

Al interior del Sistema Lagunar de Mandinga, se observaron variaciones estructurales entre las tres lagunas principales. En Laguna Larga, las condiciones ambientales desfavorables —derivadas de la acumulación de residuos sólidos, la alteración del flujo hídrico y la actividad ganadera— se manifiestan en una baja densidad arbórea (15 individuos en total) y una altura menor de los ejemplares (entre 1.70 y 9 m). Laguna Redonda, por su parte, presentó 38 individuos, con predominancia de dos especies y una altura intermedia (2–8 m), lo que sugiere un mayor grado de conservación asociado a su acceso limitado. Finalmente, Laguna Grande registró las mayores alturas del sistema (hasta 13 m) y la presencia continua de las tres especies, aunque con una densidad promedio menor que en Laguna Redonda, probablemente debido a su mayor aislamiento físico y menor perturbación directa.

Estos hallazgos reafirman la importancia de considerar los factores de paisaje en el análisis ecológico del manglar. Desde un enfoque multiescalar, Ciprés-Chávez, (2022) destaca que la estructura del paisaje, en distintos niveles jerárquicos —local, de fragmento y de paisaje—, influye de manera diferencial en los ensamblajes de aves asociadas al manglar. Por ejemplo, las aves carnívoras y crustáceas se vinculan con atributos estructurales del manglar como el área basal y la altura promedio de los árboles,

mientras que las frugívoras e insectívoras responden más a variables como la superficie de cobertura de manglar y la configuración del hábitat circundante.

Así, las unidades de muestreo en Mandinga que albergan mayor diversidad específica tienden a presentar alturas promedio mayores, lo que sugiere una posible relación entre diversidad florística y resiliencia ecológica frente a las presiones antrópicas. Este patrón resalta la necesidad de aplicar estrategias de manejo que integren tanto la restauración estructural del manglar como su funcionalidad dentro del paisaje regional. La creación de islas de manglar, la reforestación guiada por las exigencias microclimáticas y geomorfológicas de cada especie, y la conservación de la vegetación adyacente —como la selva mediana subcaducifolia y las dunas costeras— se perfilan como acciones clave para preservar la integridad ecológica del sistema (Paniagua-Cano *et al.*, 2018).

Conclusiones

El Sistema Lagunar Costero de Mandinga exhibe variaciones estructurales entre sus tres cuerpos de agua: Laguna Larga, Laguna Redonda y Laguna Grande. A lo largo del sistema se confirmó la presencia de las tres especies de mangle características del litoral veracruzano: *R. mangle*, *A. germinans* y *L. racemosa*. Sin embargo, la composición específica y la densidad de individuos variaron entre unidades de muestreo, lo que refleja condiciones ecológicas particulares y diferentes niveles de presión antrópica en cada laguna.

Laguna Larga mostró un grado de afectación más alto, atribuible al cambio de uso de suelo, asentamientos humanos y alteraciones en la dinámica hídrica. En contraste, Laguna Redonda y Laguna Grande mantienen una estructura vegetal relativamente más conservada, aunque también presentan impactos por residuos sólidos, aperturas de caminos y actividades ganaderas.

Estas diferencias sugieren que el manejo del manglar debe considerar una escala local, para lo cual es importante considerar factores que presionan de forma diferenciada a cada laguna. Asimismo, se destaca la importancia de proteger los remanentes de

manglar que aún mantienen altura estructural y diversidad de especies, pues estos podrían funcionar como núcleos de restauración ecológica a futuro.

Recomendaciones

Se recomienda a las autoridades locales de Mandinga Veracruz, regularizar los permisos de construcción que otorgan a lo largo de la laguna, así como generar conciencia e implementar programas sobre el buen manejo residuos sólidos para evitar la contaminación del bosque de manglar. Es importante brindar continuidad a la investigación sobre el mangle y ecosistema de Mandinga.

A la comunidad de Mandinga se le recomienda acercarse a alguna institución y activistas que tengan las herramientas e información necesarias sobre la conservación del bosque de manglar.

Agradecimientos

Quisiera comenzar expresando mi más sincero agradecimiento a mi tutor de tesis, el Dr. Javier Aldeco Ramírez y Laura Lisbeth Buendía Buendía cuya experiencia, paciencia y apoyo constante fueron fundamentales para la realización de este trabajo. Su guía no solo me proporcionó claridad académica, sino también motivación en momentos de duda. Su confianza en mí me impulsó a seguir adelante y superar los desafíos.

A M. en C. Adrián Ciprés Chávez le agradezco por su paciencia, ayuda, conocimiento y contribuciones en este trabajo.

A la Universidad Autónoma Metropolitana unidad Xochimilco gracias por brindarme la oportunidad de crecer académica y profesionalmente. Mi gratitud también va a la licenciatura de Biología, cuyo conocimiento y aprendizajes fueron esenciales para la culminación de esta investigación.

A la comunidad de Mandinga gracias por abrirme sus puertas, permitirme realizar la toma de datos en su bosque de manglar y compartir sus conocimientos y experiencias.

A mi familia, especialmente a mis padres, les agradezco profundamente su amor incondicional y su apoyo constante. Su fe en mí ha sido el motor que me permitió

completar este camino. A mi hermano, por sus palabras de aliento, y a mis tíos, por su presencia y cariño, gracias por ser mi pilar en los momentos difíciles. Sin ustedes, este logro no habría sido posible.

A todos, gracias por ser parte de este viaje.

Referencias bibliográficas

- Agráz HC, Noriega TR, López PJ, Flores VFJ, y Jiménez ZJJ (2006). Guía de Campo. Identificación de los Manglares en México. Universidad Autónoma de Campeche, pp 1-54.
- Aldeco J, Cortés A, y Jurado M (2015). Adaptaciones culturales y económicas a cambios provocados por tala de mangle y deterioro pesquero en Mandinga, Veracruz. *Sociedades Rurales, Producción y Medio Ambiente* 15(29): 137-158
- Alongi DM (2002). Present status and future of world's mangrove forest. *Environ. Conserv.* 29(3): 331-349
- Basáñez-Muñoz, A. J., Olmedo Pérez, G. y Rojas-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.
- Botello, F., Vázquez-Camacho, C., Mayani-Parás, F., Vega-Orihuela, M. E., y Morales-Díaz, S. 2022. Protocolo para el monitoreo ecosistémico de manglares en Áreas Naturales Protegidas. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, Conservación Biológica y Desarrollo Social, A. C.
- Buendía-Buendía, L. L., Aldeco-Ramírez, J., y Roldán-Aragón, I. E. 2021. "Cambios en la cobertura del bosque de mangle (2000-2017) en el sistema lagunar costero de Mandinga, Veracruz, México". *Sociedades Rurales, Producción y Medio Ambiente*, 21(41), 54-76.
- Chapman VJ (1975). Mangrove biogeography. In: G. E. Walsh, C. C. Snedaker y H. J. Teas. (Eds.) Proc. Of the international Symposium on Biology and Management of Mangroves. pp. 3-22. East-West Center, Honolulu, Hawaii, 823 pp.
- CONABIO (2009). Manglares de México: extensión y distribución. 2ª ed. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F, pp 99.

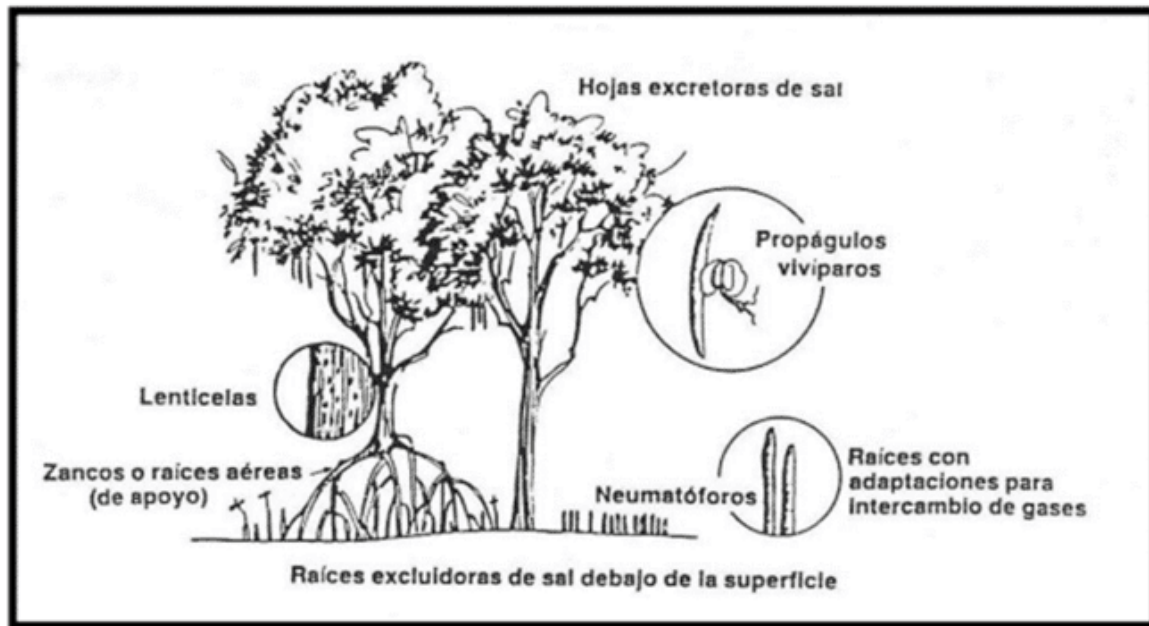
- Cottam G y Curtis JT (1956). The use of distance measures in phytosociological sampling. *Ecology*. 37 (3): 451-460.
- Corpoboyacá (2025). Grado de presión antrópica. www.corpoboyaca.gov.co/glosario/grado-de-presion-antropica/
- Cuatrecasas J (1958). Introducción al estudio de manglares. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 23:84-99.
- De Jesús Basáñez Muñoz, A., Pérez, G. O., & Mencio, P. R. (2006). Características estructurales y usos del manglar en el ejido Cerro de Tumilco, Tuxpan, Veracruz. México. *Revista Científica UDO Agrícola*, 6(1), 114–120. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2252816>
- Lara DAL, López PJ, Martínez GR y Vázquez LAD (2009). Caracterización del sitio de manglar Mandinga, en Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica, México, D.F.
- Marta Pérez de Madrid, Milton Navarro y María del Mar Saborío (2023). Manglares, L. (s/f). Adaptación basada en Ecosistemas: Solucionesabe.org. Recuperado el 29 de mayo de 2024, de https://solucionesabe.org/pdfs/cuadernillos/toolkit/_TOOLKIT_Manglares_23nov.pdf
- Mostacedo, Bonifacio & Fredericksen, T. (2000). Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal. Proyecto De Manejo Forestal Sostenible (Bolfor).
- Navarro-Duarte, C.L.2017. Organización territorial e identidad de los pueblos de la Laguna de Mandinga, Veracruz, tesis de Maestría. Centro de Investigación en geografía y geomática, México. 102 pp. Disponible en <https://centrogeo.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1012/241>
- Paniagua-Cano, E. I., Granados-Sánchez, D., & Granados-Victorino, R. L. (2018). Estructura, bienes y servicios del manglar de Mandinga, Veracruz. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente (En Línea)/Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 24(2), 171-181. <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2017.05.034>

- Pennington TD y Sarukhán J (1968). Manual para la identificación de campo de los principales árboles tropicales de México. INIF-FAO, México. 413 p.
- Rodríguez VAC, Cruz GA y Castán AYI (2013). El zooplancton de sistemas lagunares costeros. Editorial Académica Española. Primera Edición. UNAM, México 108 p.
- Rodríguez-Zúñiga, M.T., Troche-Souza C., Vázquez-Lule, A. D., Márquez-Mendoza, J. D., Vázquez- Balderas, B., Valderrama-Landeros, L., Velázquez-Salazar, S., Cruz-López, M. I., Ressler, R., Uribe-Martínez, A., Cerdeira-Estrada, S., AcostaVelázquez, J., Díaz-Gallegos, J., Jiménez-Rosenberg, R., FueyoMac Donald, L. y Galindo-Leal, C. 2013. Manglares de México/ Extensión, distribución y monitoreo. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México D.F. 128 pp.
- Rzedowski J (2006). Vegetación de México. 1ra. Edición digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, 504 pp. Disponible en: <http://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/VegetacionMxLit.pdf>
- SEMARNAT (2002). NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT 2001. Diario oficial de la federación. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, CDMX.
- Velásquez, D., 2004, Turismo en contacto con la naturaleza en la Laguna de Mandinga como una estrategia de conservación y manejo de recursos naturales, Informe de Servicio Social, Carrera Biología, Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco, México.

Anexos

Anexo 1. Características de los manglares.



Figura 8. Representación esquemática que muestra las adaptaciones más significativas del manglar, las cuales le permiten desarrollarse en un ambiente difícil (Chapman, 1976).



Anexo 2. Factores que determinan la distribución de los bosques de mangle.

Tabla 3. Factores que determinan la distribución de los bosques de mangle. (Marta Pérez de Madrid et al., 2023).

	<p>Clima. Los manglares son especies que se encuentran principalmente en zonas tropicales y en menor medida en zonas templadas sin inviernos excesivamente fríos. La temperatura es un factor bioclimático esencial para los manglares en la medida en que su aumento genera mayor evapotranspiración y por ende, un aumento en la salinidad que puede afectar el crecimiento. Otro factor clave es la precipitación. La lluvia influye en la cantidad de sedimento que llega al manglar y, condiciones de mayor precipitación ayuda a reducir posibles condiciones de hiper-salinidad. Sin</p>
--	---

	<p>embargo, esto último no es determinante para la supervivencia del mangle, pues sus glándulas salinas justamente facilitan la excreción de la sal. Adicionalmente, el impacto de los vientos y tormentas puede ser significativo, particularmente en áreas costeras más expuestas, causando daños estructurales en el dosel arbóreo. Esto pese a que los manglares son claves precisamente para moderar las turbulencias atmosféricas como las tormentas y marejadas.</p>
	<p>Salinidad. Un ambiente salino es necesario para el mantenimiento de un ecosistema de manglar. A pesar de que la salinidad no es un requisito para el crecimiento de la mayoría de las especies de mangle, su adaptación al entorno salino evita la competencia con otras especies vasculares no adaptadas a este medio. La zonificación de especies de mangle está determinada parcialmente por la salinidad, aunque su extensión está determinada por factores climáticos y de los suelos. Similarmente, la ubicación en el perfil intermareal está dada por rangos de salinidad que favorecen a las diferentes especies.</p>
	<p>Mareas y corrientes. El movimiento de las aguas es clave en la supervivencia de los manglares al aportar nutrientes a través de las mareas y los flujos que provienen aguas arriba. Las corrientes transportan oxígeno disuelto a las raíces de las plantas y remueven el dióxido de carbono acumulado y los compuestos tóxicos sulfurosos. También influyen físicamente la dispersión, distribución y establecimiento de propágulos y ayudan a mantener el nivel de salinidad en los suelos. Los sitios con mayor amplitud mareal, en combinación con una plataforma continental de menor pendiente, generan sitios ecológicos más diversos, mientras que las condiciones opuestas (por ejemplo, en el Caribe) generan tipos vegetativos de menor número y extensión.</p>

Anexo 3. Descripción de las especies de mangle.

De acuerdo con *Agraz et al.* (2006)

Rhizophora mangle (L). Tradicionalmente se le conoce con los nombres de mangle rojo, mangle colorado, mangle tinto, mangle dulce, candelón, tabché, y xtapché. Es indudablemente el componente más común y típico de los cuatro mangles predominantes. Crece como árbol o arbusto según las condiciones ambientales donde se desarrolle, llega a alcanzar hasta 20 m de altura. Sus hojas son brillantes, de color verde oscuro, son pecioladas simples, opuestas y gruesas; aproximadamente de 5 a 15 cm. de longitud y una yema en forma de higo en el ápice de cada rama.

Las flores presentan inflorescencia con dos o tres y casualmente cuatro flores por tallo o pedúnculo, son pequeñas con cuatro sépalos y cuatro pétalos. Las flores son de color blanco amarillento, bisexuales. Presenta viviparidad y un sistema complejo de raíces aéreas y adventicias con lenticelas para captar el oxígeno atmosférico, además presenta mecanismo de exclusión de sales. Este mangle forma con frecuencia comunidades puras que son las más sumergidas y expuestas a cambios de nivel de agua y de salinidad, considerándose como una especie pionera en los límites terrestres y marinos. (*Agraz-Hernández et al.* 2006)

Figura 9. Individuo de Mangle rojo (*Rhizophora mangle* (L.). Mandinga, Veracruz Foto: Alonso Daniel Caamal Farfán. 12-08-2022, Mandinga, Veracruz.



Avicennia germinans (L.). Se le conoce con los nombres comunes de apompó, madre de sal, mangle negro, mangle prieto, puyequé, ta'abché (maya). Crece como árbol o arbusto y puede alcanzar hasta los 20 m de altura. Su floración es especialmente en los meses más lluviosos. Las hojas son opuestas, delgadas, elípticas o de forma oblonga, de color verde oscuro en la superficie y cubiertas de pelos cortos y densos; en la parte inferior son blanquecinas.

Las flores son perfectas, de color blanco y más pequeñas que las de *Rhizophora mangle*, están dispuestas en grupos terminales y carecen de tallos. Su fruto es una cápsula compuesta carnosa. Esta especie se encuentra en las condiciones de menor inmersión del suelo, presenta viviparidad y tolera altos niveles de salinidad por lo cual muestra un mecanismo de excreción de sales a través de sus hojas con glándulas llamadas hidátodos. Posee un sistema de raíces por neumatóforos con lenticelas para captar el oxígeno atmosférico. (Agraz-Hernández *et al*, 2006)

Laguncularia racemosa (L.). Gaertn. Se le conoce localmente como mangle bobo, mangle chino, sakokom (maya), mangle blanco o mangle amarillo, por su corteza gris parda. Crece como árbol (dioico o hermafrodita) de tronco recto y alcanza hasta 25 m, suele desarrollar neumatóforos cuando crece en áreas inundadas Las hojas son opuestas, ligeramente más delgadas que las de *R. mangle* y *A. germinans*, de forma acorazonada, opuestas, gruesas, brillantes, oblongas, de 2 a 7 cm. de largo y de 2 a 3 cm. de ancho. Sobresale un par de glándulas de sal en la base de cada hoja.

La flor es perfecta y el fruto es una drupa en forma de avellana con una semilla. Posee las flores más chicas (de las otras especies de manglar) y formando espigas, de color blanco, actinomorfas de aproximadamente 4 mm, con cinco pétalos y diez estambres. Florece todo el año y presenta viviparidad. Se encuentra en las condiciones de mayor inmersión del suelo, tiempo de residencia del agua y de menor salinidad. Esta especie presenta mecanismo de excreción de las sales, así como lenticelas en sus neumatóforos para captar el oxígeno atmosférico. (Agraz-Hernández *et al*, 2006)

Figura 10. Individuo de mangle negro *Avicennia germinans* (L). Mandinga, Veracruz.

Foto: Alonso Daniel Caamal Farfán. 12-08-2022 Mandinga, Veracruz.



Anexo 4. Flora y fauna que albergan los manglares.

En los manglares vive una gran diversidad de animales, tanto terrestres como acuáticos, y diversas especies de plantas. Para México, algunas especies vegetales con cierto grado de tolerancia a la salinidad pueden ser parte de las comunidades de manglar, como el zapote (*Manilkara zapota*), la palma tasiste (*Acoelorrhaphe wrightii*), el chechén negro (*Metopium brownei*), palo de agua (*Pachira aquatica*), cuerno de toro (*Acacia cornigera*) y el tucuy (*Phytocellobium lanceolatum*), entre otras.

Entre las trepadoras y epífitas hay bejucos (*Rhabdadenia biflora*, *Dalbergia brownei*), la pitaya (*Selenicereus testudo*), varias especies de bromelias (*Achmaea bracteata*, *Bromelia pinguin* y *Tillandsia*) y orquídeas (*Encyclia cochleata*, *Epidendrum*, *Brassavola nodosa* y *Myrmecophila tibicinis*). En el sotobosque viven los helechos de los manglares (*Acrostichum aureum* y *A. danaeaeifolium*, *Elaphoglossum*) y pastos como el zacate salado (*Distichlis spicata*) y el pasto aguja (*Spartina spartinae*). (Rodríguez-Zúñiga et al. 2013)

Las raíces de los mangles proporcionan un hábitat adecuado para muchas de las especies de fauna como caracoles, ostras (por ejemplo, *Crassostrea rhizophorae*), percebes, erizos y esponjas y a sus estadíos juveniles. Una gran diversidad de especies comerciales como cangrejos y jaibas (*Callinectes*), camarones y langostinos (*Macrobrachium*) viven en el agua de los manglares, al igual que las etapas juveniles de una gran cantidad de peces como bagre (*Arius*), lisa (*Mugil*), mojarras (*Eucinostomus* y *Diapterus*), pargos (*Lutjanus*), robalo (*Centropomus*) y sábalo (*Megalops atlanticus*).

Figura 11. Fragata tijereta (*Fregata magnificens*). Parte de la biodiversidad de fauna presente en los manglares de Mandinga, Veracruz. Foto: Adrián Ciprés Chávez.

@adriancipres



La compleja estructura vertical de los manglares es utilizada para descanso y anidación de diversas especies de aves como la garza azul (*Egretta caerulea*), la garza roja (*Egretta rufescens*), la garza morada (*Egretta tricolor*), la garza gris (*Ardea herodias*), el bobo café (*Sula leucogaster*), el cormorán orejudo (*Phalacrocorax auritus*), la fragata (*Fregata magnificens*) y la chocolatera (*Ajaia ajaja*). Algunas especies consideradas en peligro de extinción como la cigüeña jabirú (*Jabiru mycteria*), amenazadas como el flamenco americano (*Phoenicopterus ruber*) (Imagen 2) y el aguililla negra de manglar (*Buteogallus subtilis*), sujetas a protección especial como el gavilán caracolero (*Rostrhamus sociabilis*), el loro manglero (*Amazona albifrons*), la cigüeña o garzón (*Mycteria*

americana), el vireo manglero (*Vireo pallens*) y el tecolotito manglero (*Megascops cooperi*), también frecuentan y anidan en el manglar. Además de especies de aves migratorias, que en los meses de invierno habitan los manglares, como los chipes, entre otras. (Rodríguez-Zúñiga, et al. 2013)

Figura 12. Chipe manglero (*Setophaga petechia oraria*). Parte de la biodiversidad de fauna presente en los manglares de Mandinga, Veracruz. Foto: Adrián Ciprés Chávez.

@adriancipres



Sobre las ramas de los manglares viven varias especies de iguanas consideradas especies amenazadas (*Ctenosaura pectinata*, *C. quinquecarinata*, *C. similis*) o sujetas a protección especial (*C. acanthura*, *C. hemilophae*, *Iguana iguana*). En la parte terrestre y acuática de este tipo de hábitat viven los cocodrilos de río y de pantano (*Crocodylus*

acutus y *C. moreletti*, respectivamente), especies sujetas a protección especial. En la parte terrestre viven varias especies de mamíferos incluyendo especies en peligro de extinción como el mapache de Cozumel (*Procyon pygmaeus*), el jaguar (*Panthera onca*), mono aullador (*Alouatta palliata*) y mono araña (*Ateles geoffroyi*), entre otras (DOF 2010). (Rodríguez-Zúñiga, et al. 2013)

Anexo 5. Ilustraciones de mangle.

Figura 13. Dibujo de individuo de Mangle rojo (*Rhizophora mangle* (L.). Mandinga, Veracruz Dibujo: Alonso Daniel Caamal Farfán.



Figura 14. Dibujo de individuo de Mangle rojo (*Rhizophora mangle* (L.). Mandinga, Veracruz Dibujo: Alonso Daniel Caamal Farfán.



Figura 15. Dibujo de individuo de Mangle rojo (*Rhizophora mangle* (L.). Mandinga, Veracruz Dibujo: Alonso Daniel Caamal Farfán.

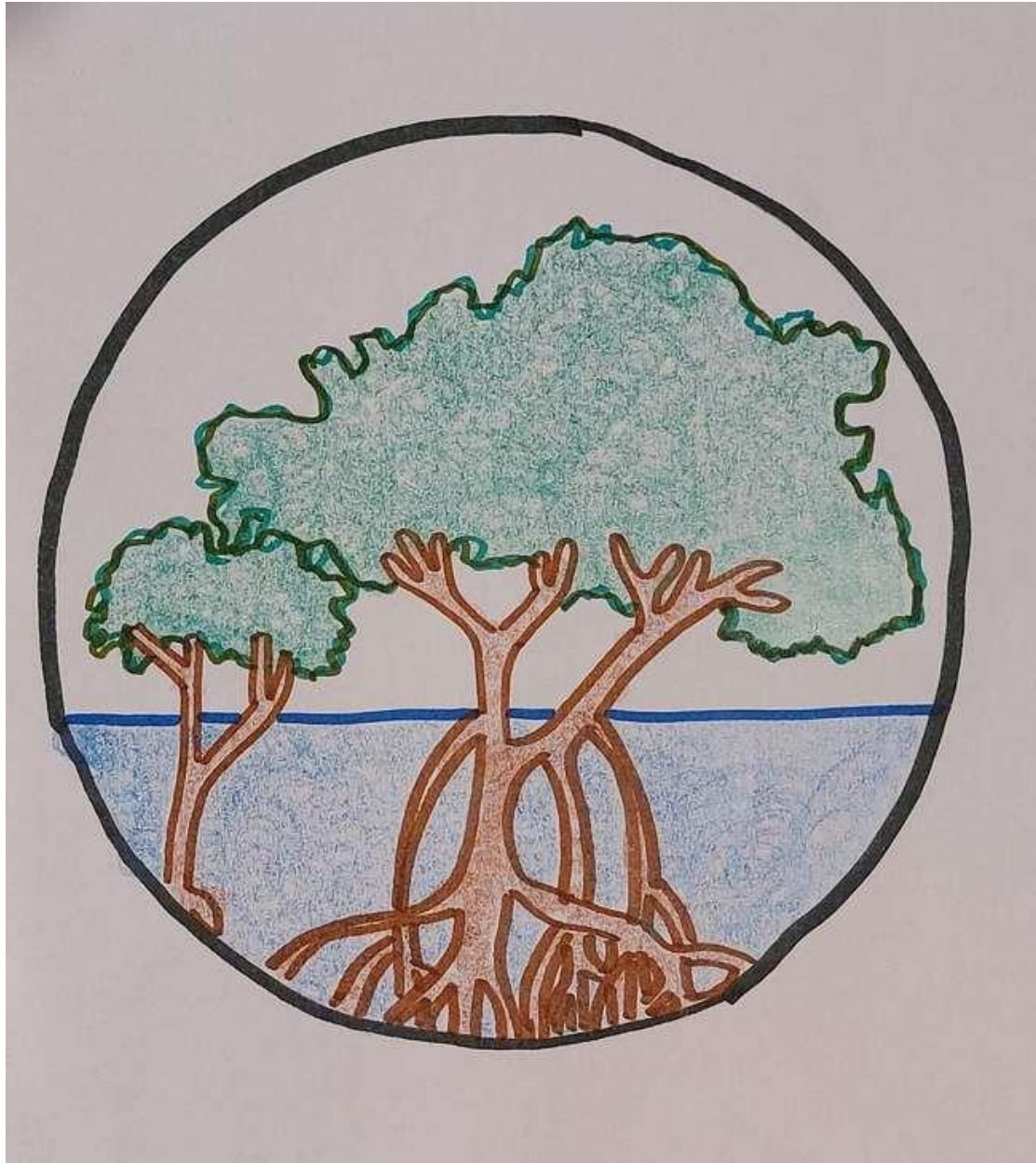


Figura 16. Dibujo de individuo de Mangle rojo (*Rhizophora mangle* (L.). Mandinga, Veracruz Dibujo: Alonso Daniel Caamal Farfán.



Figura 17. Dibujo de individuo de Mangle rojo (*Rhizophora mangle* (L.). Mandinga, Veracruz Dibujo: Alonso Daniel Caamal Farfán.

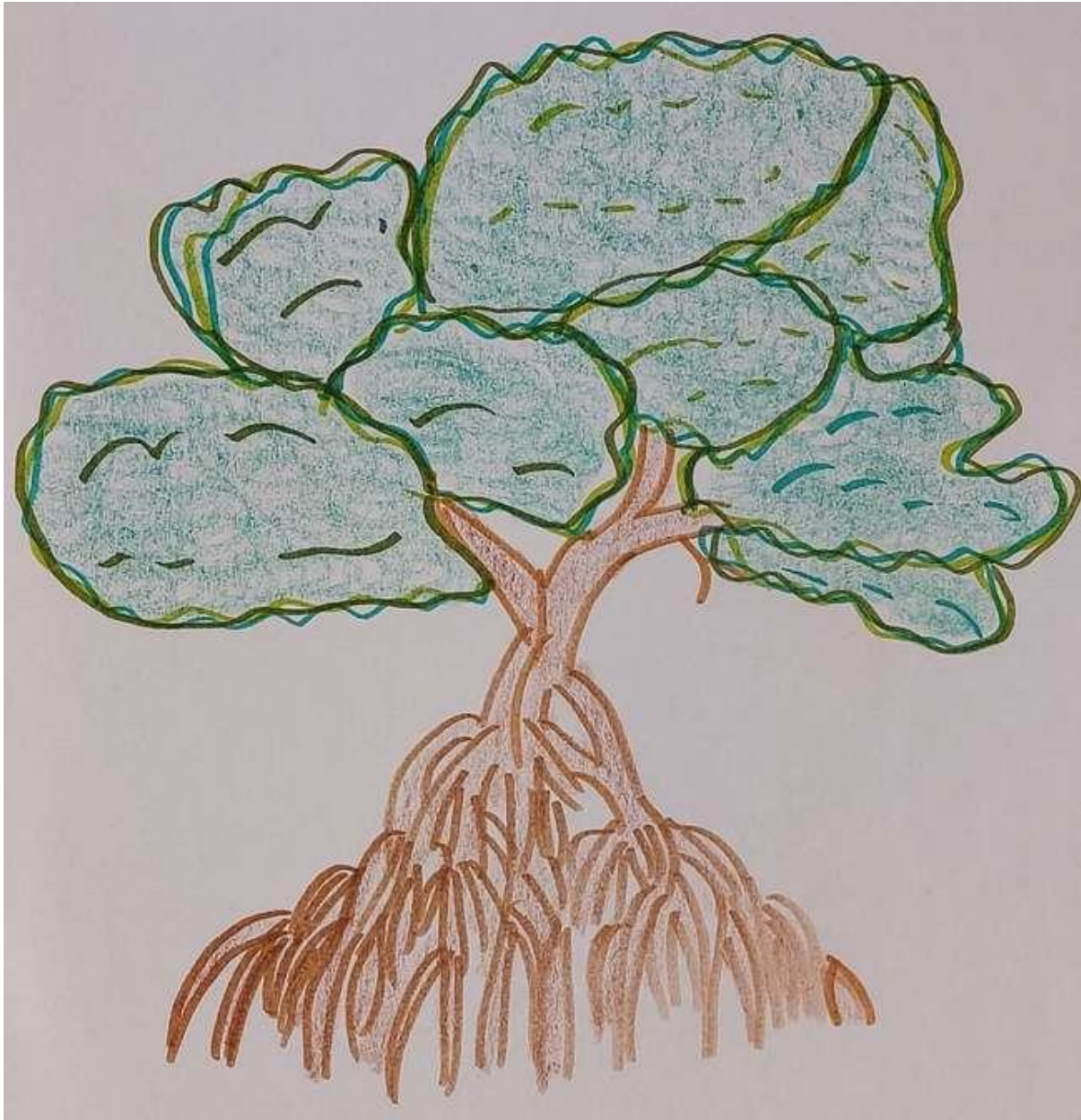


Figura 18. Dibujo de individuo de Mangle rojo (*Rhizophora mangle* (L.). Mandinga, Veracruz Dibujo: Alonso Daniel Caamal Farfán.



VISTO BUENO



Dr. Javier Aldeco Ramírez.

Núm. Econ. 26805.

Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco, Departamento El hombre y su
Ambiente, Laboratorio de Procesos Costeros

Asesor Interno



Mtro. Adrián Ciprés Chávez

Ced. Prof. 10610644

Ecosociety A.C. Blvd. Oviedo 571 (frente a plaza banderas) Boca del Río, Veracruz,
Boca del Río, México. 229 169 7141.

Asesor Externo

