

**Incidencia Antrópica En La Composición Florística, Estructural Y Comportamiento
De Rasgos Funcionales En La Comunidad De Manglar En Cartagena De Indias,
Colombia.**



Presentado Por

Jairo Alonso Matajira Delgado

Universidad De Pamplona

Departamento De Ciencia Básicas

Programa De Biología

2022

**Incidencia Antrópica En La Composición Florística, Estructural Y Comportamiento
De Rasgos Funcionales En La Comunidad De Manglar En Cartagena De Indias,
Colombia.**



Presentado Por

Jairo Alonso Matajira Delgado

Mg, Luis Roberto Sánchez Montaña

Director De Tesis

Universidad De Pamplona

Departamento De Ciencias Básicas

Programa De Biología

2022

Agradecimientos

A mi familia, amigos y principalmente a DIOS.

Tabla De Contenido

Introducción.....	11
Justificación	14
Pregunta de investigación.....	16
Objetivos.....	16
Objetivo General.....	16
Objetivos Específicos	16
Marco Teórico	17
Los Manglares.....	17
Importancia De Los Manglares.....	18
Distribución	19
Los Manglares Como Servicios Ecosistemicos	22
Antecedentes.....	27
Metodología.....	30
Área De Estudio	30
Fase De Campo.....	31
Índice De Valor De Importancia (IVI).....	31
Estructura vertical	32
Densidad De Madera.....	33
Fase De Laboratorio.....	33
Densidad De Madera.....	33
Área Foliar.....	34
Área Foliar Específica.....	34
Contenido Foliar De Materia Seca	35

Índice Estomático	35
Diversidad taxonómica.....	36
Análisis Funcional.....	36
Resultados.....	37
Estructura	38
Estructura vertical lado izquierdo	38
Estructura vertical lado derecho	39
Estructura horizontal	40
Índice Estomático	42
Diversidad Funcional.....	45
Análisis De Resultados.....	48
Conclusiones.....	51
Referencias	53
Anexos	54

Índice De Figuras

Figura 1 Grafica 1 estructura vertical lado izquierdo DAP	38
Figura 2 Grafica 2 Altura.....	38
Figura 3 Grafica 3 estructura vertical lado derecho DAP	39
Figura 4 Grafica 4 Altura.....	40
Figura 5 Grafica 5 IVI lado izquierdo del manglar	41
Figura 6 Grafica 6 IVI lado derecho del manglar.....	42
Figura 13 Análisis de componentes principales	44
Figura 14 Media ponderada de la comunidad (CWM) para AF, AFE Y CMS.....	45
Figura 15 Media ponderada de la comunidad (CWM) para DM Y ESTOMAS.....	45
Figura 16 Diversidad Funcional	46
Figura 17 Diversidad de especies	47
Figura 18 Curva de rarefacción.	48

Índice De Tablas

Tabla 1 Generalidades de 5 especies de plantas encontradas en el manglar de Cartagena de Indias.	23
Tabla 2 Taxonomía de las especies de plantas encontradas en el manglar de Cartagena de indias.....	37
Tabla 3 Abundancia, frecuencia, dominancia relativa e IVI del lado izquierdo del manglar	40
Tabla 4 Frecuencia, abundancia, dominancia relativa, e IVI, lado derecho del manglar	41
Tabla 6 . Conteo e índice estomático de las especies econtradas en el manglar.	43

Índice De Ilustraciones

Ilustración 1 manglar de cartagena de indias.....	30
Ilustración 2 Parcelación de 50mt de largo por 2mt de ancho.....	31
Ilustración 3 Formulas frecuencia, densidad y dominancia relativa	32
Ilustración 4 Formula índice estomático	35
Ilustración 5 Formula índice estomático	43

Resumen

Este proyecto se realizó en el manglar de Cartagena de indias, donde se midió la estructura vertical, horizontal, diversidad funcional y diversidad taxonómica de las especies que allí se encontraron como la *Laguncularia racemosa*, *Avicennia germinans*, *Rhizophora mangle*, *Thespesia populnea*, y *Conocarpus erectus*. La actividad antrópica presente en este ecosistema es alto para la orilla izquierda del manglar ya que es lado más perturbado que está pegado al lado de la ciudad, a comparación del lado derecho que es más próspero, esto se comprueba en la diversidad funcional y en la diversidad taxonómica arrojada por los análisis.

Palabras claves: manglar, diversidad funcional, diversidad taxonómica

Abstract

This project was carried out in the mangrove swamp of Cartagena de Indias, where the vertical and horizontal structure, functional diversity and taxonomic diversity of the species found there, such as *Laguncularia racemosa*, *Avicennia germinans*, *Rhizophora mangle*, *Thespesia populnea*, and *Conocarpus erectus*, were measured. The anthropic activity present in this ecosystem is high for the left bank of the mangrove since it is the most disturbed side that is attached to the side of the city, compared to the right side that is more prosperous, this is verified in the functional diversity and in the taxonomic diversity yielded by the analyses.

Keywords: mangrove, functional diversity, taxonomic diversity

Introducción

La conservación de la biodiversidad ha sido un asunto de interés mundial en la última década (FAO, 2007). Los bosques tropicales, por sus cualidades estructurales y complejas que los definen resguardan el 70% de la biodiversidad del planeta. Sin embargo, se estima que en los trópicos se pierden aproximadamente 15 millones de hectáreas de bosque primario por año, de los cuales el 60% es ocasionado por las prácticas agrícolas, pecuarias y forestales, la invasión progresiva y la minería que llevan a realizar talas, cultivos en terrenos impropios, los incendios, la explotación selectiva de algunas especies útiles, construcción de caminos y el pastoreo mal organizado. (Cristóbal et al., 2014)

Los manglares, regionalmente conocidos como “mangles”, corresponden al ecosistema constituido por árboles o arbustos que crecen en las zonas costeras de regiones tropicales y subtropicales. Los manglares ocasionalmente son inundados por las mareas con aguas marinas o estuarinas (“salobres”), sino con poca influencia del oleaje, por lo que su hábitat se restringe a las orillas de suelos arenosos o limo-arcillosos de bahías, lagunas costeras, canales de mareas (esteros), desembocaduras de ríos, bajos y barras de arena o lodo y “marismas”, abarcando desde una estrecha franja de pocos metros de ancho, de forma continua o discontinua, hasta densos bosques de cientos de hectáreas. (Díaz, 2011).

Muchos manglares se desarrollan alrededor de las lagunas costeras, esteros y desembocadura de ríos y arroyos. En estas áreas, a nivel mundial, se llevan a cabo importantes actividades pesqueras artesanales que aportan alimento y desarrollo económico a comunidades asentadas en la costa. Así mismo, parte de la actividad pesquera de las zonas costeras existe en virtud de que distintas especies que se aprovechan comercialmente tuvieron al manglar como zona de crianza y crecimiento desde las primeras fases de su ciclo de vida: entre las raíces de los manglares se protegen y alimentan de larvas, postlarvas y alevinos de peces y crustáceos. Algunos moluscos, como el ostión de mangle, utilizan las raíces de los manglares para fijarse y desarrollarse hasta alcanzar una talla apta para su consumo. (Díaz, 2011). Además de esto tienen gran importancia no solo por los diferentes beneficios anteriormente nombrados sino también por su extensión, diversidad, composición, estructura maderable y valores ecológicos.

(Benjamin, Elias, Gervacio, Herlinda, Bedolla, 2016) Los manglares, por tanto, son considerados ingenieros naturales que integran, mantienen y determinan su ambiente físico. Su resiliencia natural incluye soportar condiciones de salinidad, desecación, inundación y capacidad de sostenerse en sustratos inestables(Sanchez., 2007).

Sin embargo, el incremento en las actividades humanas ha cambiado los flujos hidrológicos de los sistemas estuarios y lagunares costeros, lo que ha generado altos niveles de degradación de los bosques de manglar en ciertas regiones. Con frecuencia, el ecosistema que requiere restauración se ha degradado, dañado, transformado o destruido totalmente como resultado directo o indirecto de las actividades antropogénicas, así como, aunque en menor medida, por fenómenos naturales como incendios, inundaciones, tormentas o erupciones volcánicas (Jimenez., 2021).

Las diferentes especies de mangle difieren en su tolerancia a la salinidad, así como a las reducidas concentraciones de oxígeno producto de la inundación. Estos factores son determinantes para la zonación de estas especies. En el continente americano, la zonación de los manglares sigue un patrón muy característico, pero no estricto. Usualmente encontramos a *Avicennia germinans* (L.) Stearn, en zonas altas o en cuencas; sitios con bajos niveles de inundación o donde el agua no permanece mucho tiempo; mientras *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn., se localiza donde prevalecen patrones moderados de inundación y salinidad y *Rhizophora mangle* L., se encuentra dominando las zonas de borde cerca de canales de inundación, en zonas con influencia de mareas. Por lo tanto, se puede clasificar a *Rhizophora mangle* como la especie de manglar que soporta mayores niveles y tiempos de inundación, además, de ser la especie más cercana a los bordes y la primera que recibirá los cambios en las condiciones hidrológicas de las costas como el aumento en el nivel del mar (Alberto, 2019).

La caracterización estructural se constituye en uno de los fundamentos principales para el entendimiento de la distribución y dominancia espacial de las especies forestales. La variación estructural de las poblaciones forestales depende en gran medida de la composición de especies de las comunidades, de tal forma que una misma especie puede presentar diferente condición estructural de acuerdo a la asociación florística donde se encuentra coexistiendo. La caracterización estructural de una comunidad vegetal es una manera de estimar la condición de los ecosistemas en un momento determinado y su

evolución en el tiempo, siendo la estructura de la comunidad es considerada como un indicador de la biodiversidad(Mora., Burbano y Mendez, 2017).

Una de las características particulares de los bosques tropicales es el gran número de especies representadas por pocos individuos. Además, con patrones complejos de tipo espacial entre el suelo y el dosel. La estructura horizontal permite evaluar el comportamiento de los árboles individuales y de las especies en la superficie del bosque. Esta estructura puede evaluarse a través de índices que expresan la ocurrencia de las especies, lo mismo que su importancia ecológica dentro del ecosistema, es el caso de las abundancias, frecuencias y dominancias, cuya suma relativa genera el Índice de Valor de Importancia (IVI)(Gordo, 2009).

Los bosques naturales localizados en áreas cercanas a centros urbanos y áreas de futuras expansión urbana, son considerados como ecosistemas de importancia ambiental y ecológica, en razón a los innumerables beneficios que prestan a los habitantes de ciudades y pueblos. El conocimiento y evaluación de sus características estructurales y su dinámica, son un factor fundamental para determinar las posibilidades de utilización, bien sea en aspectos de producción, conservación o regulación. El conocimiento de estos ecosistemas tan valiosos para la vida urbana, implica el diseño de mecanismos que permitan un adecuado manejo y conservación de sus potencialidades, lo cual exige cada día una mayor dedicación y conciencia sobre la importancia de estos espacios naturales para el bienestar de las poblaciones actuales y futuras. La comprensión de sus diferentes aspectos ecológicos y estructurales, permitirá orientar de manera más eficaz el manejo exitoso de este tipo bosque (Gordo, 2009).

Según Del Río et al., (2003), la estructura de las formaciones vegetales es un fiel indicador de la composición y funcionamiento de los hábitats, por lo que su estudio proporciona información sobre los diversos procesos que tienen lugar en cada etapa del ciclo de desarrollo de la comunidad y sobre el hábitat de las diferentes especies integrantes. En esencia, el estudio de la base estructural de un hábitat trata la búsqueda de esquemas que permitan la valoración y diagnóstico de las especies vegetales que resultan más relevantes para la estructura, funcionalidad o singularidad de una comunidad vegetal (Ferrer, 2007).

Justificación

Los manglares normalmente se encuentran a lo largo de las costas en los trópicos y subtropicos. Donde cumplen importantes funciones socioeconómicas y ambientales. Estos incluyen el suministro de una gran variedad de productos forestales madereros y no madereros; protección costera contra los efectos del viento, las olas y las corrientes de agua; además de la conservación de la diversidad biológica, donde incluyen una serie de mamíferos, reptiles, anfibios y aves en peligro de extinción; protección de los arrecifes de coral, lechos de pastos marinos y rutas de navegación contra la sedimentación; y provisión de hábitat, áreas de desove y nutrientes para una variedad de peces y mariscos, incluidas muchas especies comerciales (Villalba, s.f.).

Sin embargo, la alta presión demográfica en las zonas costeras ha llevado a la conversión de muchas áreas de manglares para otros usos, incluida la infraestructura, la acuicultura, la producción de arroz y sal. Numerosos estudios de caso describen las pérdidas de manglares a lo largo del tiempo, pero la información sobre el estado y hasta ahora, las tendencias de la extensión de los manglares a nivel mundial han sido escasas (FAO, 2007).

En Colombia hay una Política Nacional para la mitigación del Cambio Climático, dentro de la cual se encuentra la política de crecimiento verde, que busca promover el uso eficiente de los recursos en los procesos y sectores económicos, encontrar nuevas oportunidades de crecimiento económico basadas en el uso sostenible de la biodiversidad y propiciar nuevos mecanismos para la inclusión social, con el fin de mejorar la competitividad económica, contribuir al bienestar social, asegurar el uso sostenible del capital natural y avanzar hacia un crecimiento resiliente a los desastres y al cambio climático. Lo anterior, apalancado en el fortalecimiento de la ciencia, tecnología e innovación y de la armonización de los instrumentos económicos (Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, 2017).

En concordancia con lo anterior, el turismo científico de naturaleza se presenta como una alternativa productiva tanto económica como académica de los territorios (Bórquez et al, 2019) basados en el uso sostenible de la biodiversidad. Es un tipo de

turismo especializado, el cual, a diferencia de otros tipos de turismo de naturaleza como el aviturismo, el etnoturismo, el ecoturismo y el turismo rural, requiere de operadores turísticos altamente especializados y de la participación de la comunidad local, introduciendo una modificación significativa a planteamientos y procesos conocidos de turismo en el país. Colombia, gracias a su alta diversidad de especies y de ecosistemas, es un destino altamente atractivo para aquellos interesados en aprender y conocer sobre la biodiversidad en el mundo. Por consiguiente, el país se ve altamente beneficiado por la implementación del turismo científico de naturaleza (Nari et al., 2018).

Por consiguiente la ejecución de proyectos que provean a la población de alternativas económicas de desarrollo, la apropiación del territorio por parte de ellos y a la recuperación de biodiversidad debido a las diferentes presiones antrópicas, son de alta importancia biológica ya que permite la restauración de los cuerpos de agua como los presentes en el Distrito de Cartagena de Indias, permitiendo la recuperación de este sistema hídrico que recorre la ciudad, mejorando las condiciones ambientales, de salubridad y ofreciendo a la comunidad alternativas económicas soportadas en la oferta de ecoturismo.

Con lo anteriormente expuesto se plantea que el sistema interno de cuerpos de agua lagunares del Distrito de Cartagena de Indias en cuyas márgenes aún permanecen franjas de manglar con diferente grado de disturbio requiere de la implementación inmediata de un proyecto de recuperación donde no sólo fortalezca las capacidades que brindan los recursos naturales de manera sostenible, sino que logre brindar herramientas que beneficien a la comunidad en términos de sus condiciones sociodemográficas reivindicando simultáneamente las prácticas tradicionales que ya tienen las mismas comunidades propias de la región. En ese sentido, las pautas de comportamiento de las familias que integran las comunidades del sistema interno de cuerpos de agua lagunares del Distrito de Cartagena de Indias, obedecen a costumbres propias de la cultura de la región Caribe. No obstante no todas favorecen el medio ambiente y sino no estaría afectado este sistema lagunar en parte por la falta de conocimiento en la importancia que tienen para mitigación del cambio climático y el mantenimiento de los procesos ecológicos, simplificando y disminuyendo su diversidad, de ahí la importancia de esta caracterización para desarrollo de planes de manejo, conservación y de uso sostenible con fines de turismo científico.

Pregunta de investigación

¿La actividad antrópica ejerce efecto sobre el comportamiento de los rasgos funcionales de la comunidad de mangle entre las dos orillas del complejo lagunar en Cartagena de indias?

Objetivos

Objetivo General

Establecer la posible incidencia antrópica en la estructura, composición taxonómica y comportamiento de rasgos funcionales de la comunidad de mangle, entre las dos orillas del complejo de canales y lagunas en Cartagena.

Objetivos Específicos

Identificar las diferencias en rasgos funcionales entre la comunidad de mangle que se establece ente las márgenes del ecosistema de manglar en Cartagena de indias.

Determinar la estructura de la comunidad de mangle que habita en cada una de las orillas del caño Juan Angola.

Marco Teórico

Los Manglares

Los manglares son un tipo de ecosistema dominado por especies vegetales arbóreas o arbustivas denominadas mangles. Se cataloga como un tipo de humedal costero, ya que se encuentra en las desembocaduras de ríos, lagunas costeras y esteros, con la particularidad de estar influenciado por agua salada proveniente del mar y agua dulce proveniente del escurrimiento de las cuencas hidrológicas a través de ríos, arroyos y afluentes de agua subterránea. Estas condiciones de inundación y agua salobre han propiciado en los mangles adaptaciones muy específicas para sobrevivir en estos ambientes, donde destaca el desarrollo de raíces aéreas para un mejor anclaje en suelos húmedos inestables y bajos en oxígeno, glándulas excretoras, entre otras. (Velázquez-Salazar S., 2020).

Los mangles como plantas halófitas, poseen adaptaciones morfológicas, fisiológicas y reproductivas, que les permiten establecerse bajo ambientes difíciles como suelos anóxicos, de alta influencia salina y de inundaciones. Algunas características especiales que poseen son la presencia de raíces adventicias o neumatóforos. Incluso, las hojas de algunas especies están especializadas para excretar diferentes sustancias. Las semillas tienden a germinar por adelantado antes de desprenderse del árbol. Estas plantas ocupan la zona intermareal cercana a las desembocaduras de cursos de agua, lagunas y estuarios de las latitudes tropicales y subtropicales del mundo. Debido a esto, constituyen una zona de transición entre los ecosistemas terrestres y marinos. Estas plantas ocupan la zona intermareal cercana a las desembocaduras de cursos de agua, lagunas y estuarios de las latitudes tropicales y subtropicales del mundo. Debido a esto, constituyen una zona de transición entre los ecosistemas terrestres y marinos (Mercede, 2015).

Los manglares representan un ecosistema de gran importancia debido a su gran diversidad biológica, además que son considerados de los ecosistemas más productivos a nivel mundial debido a su aporte ecológico, así como por su rendimiento económico. Su compleja estructura permite que estos sean utilizados como sitios de descanso y anidación

para diversas especies de aves, además que proporcionan un adecuado hábitat para una gran diversidad de especies de fauna (Merce, 2015).

La alta productividad primaria de estos ecosistemas se debe principalmente a la disponibilidad de nutrientes provenientes de los ríos y escurrimientos terrestres y al efectivo reciclamiento de éstos durante su mineralización microbiana. Los manglares y los complejos lagunares-estuarinos, a diferencia de los bosques templados y selvas tropicales, son ecosistemas abiertos, que para su funcionamiento requieren del aporte de agua dulce por ríos, arroyos, y mantos freáticos, así como del aporte de agua marina. Las actividades en la cuenca hidrológica, en la franja litoral y en zona marina adyacente son factores importantes de influencia en los procesos funcionales de los manglares y lagunas costeras estuarinas (Merce, 2015).

Importancia De Los Manglares

Los manglares con influencia de mareas con comunicación continua con el mar tienen un acoplamiento funcional con los ecosistemas costeros adyacentes, como las praderas de pastos marinos y arrecifes de coral. Esta interacción se efectúa debido a que la materia orgánica producida en el manglar es exportada a la zona de pastos marinos y arrecifes de coral. Otro vínculo de importancia es la presencia de organismos que realizan alguna etapa de su ciclo de vida en los manglares y luego migran hacia los otros sitios (Merce, 2015).

Los manglares con comunicación estacional o restringida al mar y comunicación indirecta a las vías fluviales, funcionan como una trampa de carbono y nutrientes al concentrar éstos en su interior. Diversos autores consideran que del 85 al 90% de carbono total se queda en el bosque o en cuerpos de agua adyacentes, aunque estos depósitos de detritus pueden ser exportados ocasionalmente a los sistemas marinos adyacentes durante eventos excepcionales como huracanes o tormentas tropicales (Merce, 2015).

Normalmente este tipo de manglares y pastos marinos funcionan como trampas de sedimentos, materia orgánica y nutrientes, permitiendo el crecimiento de corales en el mar al protegerlos de la sedimentación y eutrofización. Además de su importancia para los ecosistemas que se nutren de los manglares, también ofrecen protección frente a inundaciones, erosión y huracanes. Al ser la primera línea de vegetación de la costa,

cumplen como una barrera de protección frente a huracanes. Los sistemas de raíces funcionan como un filtro y barrera adicional a la costa que permite que las mareas capturen la mayoría de los sedimentos arrastrados por los ríos y a la vez frenan la erosión por las mareas (Mercede, 2015).

Manglares urbanos

Los ecosistemas urbanos se caracterizan por demandar el suministro de insumos de los ambientes de vida silvestre localizados en sus adyacencias y así como también generar perturbaciones (disturbios) hacia tales ecosistemas naturales maduros, producto de las acciones humanas desarrolladas en las ciudades (Vílchez y col., 2016). En el caso de los manglares existe evidencia documentada sobre los impactos generados por las actividades antropogénicas sobre estos humedales como la fragmentación de la vegetación e interrupción de la circulación y el intercambio de las aguas por la construcción de la carretera Granma en Santiago de Cuba; esto originó repercusiones en la compactación del suelo, elevación de la salinidad y disminución de los nutrientes, y a su vez generó mortalidad masiva de árboles de mangle en la Bahía del Mazo y Tabacal. (Vera, 2021)

En la ciudad de Cartagena la urbanización es la principal causa de la pérdida de manglares. Esto en lo que respecta a la reducción física de la cobertura manglarica, no obstante, el daño asociado a la urbanización trasciende la disminución de las zonas de mangle y genera efectos relacionados con desecación de humedales, contaminación de cuerpos de aguas, afectación dinámica hidráulica, destrucción de corredores biológicos, e introducción de especies foráneas, entre otros.

En este orden de ideas, la conservación de los manglares enfrenta su principal reto en las zonas urbanas, más cuando las decisiones de uso y/o conservación de estos, implican, en cada uno de los casos, altos costos económicos, ambientales y sociales. El valor del suelo es alto en las zonas urbanas, y más en una ciudad que como Cartagena presenta limitaciones espaciales que restringen el crecimiento, tanto de la malla vial como de las zonas residenciales (Luz et al., 2008).

Los desarrollos urbanos en áreas de manglar se constituyen en una alternativa válida dentro de la planificación urbana, lo cual se constituye en un incentivo para la realización de este tipo de actividades. En este sentido, el costo de conservación de los manglares urbanos, va más allá de los gastos en que incurrirían las autoridades correspondientes, en la protección y mantenimiento de éstos, sino que se relaciona con los costos de oportunidad de las actividades no emprendidas.

Así las cosas, si la conservación de los manglares urbanos enfrenta altos costos de oportunidad, se mantendrán los incentivos para su aprovechamiento en usos alternativos. De esta forma, los altos costos de oportunidad se traducen en mayores presiones políticas de los urbanizadores y planificadores urbanos hacia las autoridades ambientales encargadas de su protección, e incluso, hacia los legisladores, para permitir el uso de las zonas de manglar en actividades urbanas tradicionales (Luz et al., 2008).

Plantas exóticas invasoras

Después de la destrucción del hábitat, el impacto por las especies invasoras ha sido identificado como la segunda causa a nivel global de la pérdida de biodiversidad (Vitousek, 1996; Leung et al., 2002). Es por ello que este tema se ha convertido en prioritario en el contexto de la Convención de Diversidad Biológica (CDB) de la que México es signatario. Las especies invasoras desplazan a las especies nativas de flora y fauna por competencia directa, depredación, la transmisión de enfermedades, la modificación del hábitat, la alteración de la estructura de los niveles tróficos y sus condiciones biofísicas, y por la alteración en los regímenes de fuego.

Las plantas invasoras acuáticas pueden causar la desecación de los cuerpos de agua, afectando drásticamente la ecología de los paisajes y de los ambientes locales. En ocasiones, las especies invasoras se hibridizan con especies nativas alterándose así el pool génico original de las poblaciones nativas (Mooney y Cleland, 2001). Es por esta razón que la conservación de la biodiversidad en un país debe contemplar a la prevención, detección

temprana, manejo, control, erradicación, concienciación pública, la regulación y legislación, y la investigación sobre especies invasoras como una alta prioridad.

Las especies invasoras, además, tiene un elevado potencial para afectar negativamente una serie de acciones de restauración ecológica, conservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales (Chornesky et al., 2000). En círculos viciosos probablemente relacionados con las sequías inusuales, muchas especies invasoras adaptadas al fuego contribuyen a promover la ocurrencia de regímenes anómalos de fuego y en incendios catastróficos que a su vez afectan a la biodiversidad (Hiremath y Sundaram, 2005).

Desafortunadamente, los impactos de las introducciones varían con la geografía, tiempo y especies (Courtney, 1995), lo cual en combinación con la falta de conocimiento sobre su establecimiento en los ecosistemas acuáticos, hace que las predicciones de los efectos reales sean muy difíciles de determinar. En general, el número de invasiones siempre está subestimado, ya que aquellas registradas siempre se asocian con mega- invasiones (un gran número o una gran abundancia de especies) y con especies invasoras que son obvias por causar daños ecológicos o económicos inmediatos. A esto, se puede agregar que la falta de registros de especies invasoras son consecuencia de la falta de datos biológicos, biogeográficos y de sistemática (incluyendo la taxonomía). De aquí, que las especies invasoras puedan generar impactos ambientales profundos, pero cuyas consecuencias económicas se manifestaran más tarde, o bien su abundancia se incrementará hasta que se alteren las condiciones ambientales (México et al., 2006).

Distribución

Los mangles se originaron hace unos 136 millones de años en la región Indo-Malaya donde actualmente existen muchas especies de mangle. Debido a que sus frutos y semillas tienen flotabilidad, algunas especies se dispersaron al oeste con las corrientes oceánicas alcanzando la India, el este de África y América, llegando a Centro y Sudamérica hace alrededor de 66 millones de años. Lo mangles como los conocemos hoy en día son más recientes, apareciendo entre 20 y 5 millones de años atrás (Merce, 2015).

Geográficamente, los manglares se distribuyen en la zona intertropical comprendida entre los 30° al norte y sur del ecuador aproximadamente, con algunas excepciones en bermuda, Japón, Australia, Nueva Zelanda y sur África siguiendo las características climáticas y fisiográficas de la costa. Se presentan en áreas en donde la temperatura ambiental no es menor a los 20 ° C y la oscilación de ésta no es mayor a 5° C. Otro factor determinante para la expansión de los manglares es el intervalo de las mareas. En la costa del Pacífico el rango de mareas es superior a 1 metro, mientras que en el Caribe es de menos de 30 centímetros (Mercede, 2015).

Los bosques de manglar aproximadamente ocupan un área de 150.000 Km² en todo el mundo, dividido el, 33.5% en Sureste Asiático, 15.7% en Sur América, el 14.7% en Norte-Centro América, el 13.2% en Oeste y Centro de África, el 6.8% en Sur Asia, 6.7% en Australia/Nueva Zelanda, el 5.2% en Este y Sur de África y el 3.8% en el Océano Pacífico.

En Colombia los manglares ocupan una superficie aproximada de 380.634 ha de las cuales 292.726 se encuentran en el litoral Pacífico y 87.908 en el Caribe. En el Caribe colombiano, las mayores extensiones de manglar se encuentran en: la Ciénaga Grande de Santa Marta (Magdalena), el Canal del Dique, la bahía de Barbacoas, las desembocaduras del río Sinú (Córdoba), los Archipiélagos de Nuestra Señora del Rosario y San Bernardo (Bolívar) y en el pacífico colombiano alrededor de casi toda la costa del choco biogeográfico se encuentran manglares, destacándose los deltas de los ríos San Juan, los estuarios de Bahía Málaga y Buenaventura (Valle) y el delta del río Patía y del río Mira en Nariño.

Los Manglares Como Servicios Ecosistémicos

Los Manglares tan importantes como lo son para la fauna también lo son para el ser humano, ya que proveen de alimento a todos los organismos vivos capaz de sacarle provecho, aparte de esto fijan grandes cantidades de carbono ayudando en la regulación del microclima enfriando de manera natural el ambiente, funcionan como depósito de agua evitando que las tierras se salinicen con el agua de mar, actúan como filtros biológicos reteniendo los sedimentos y los excesos de nutrientes, Protegen la línea costera contra la

erosión del océano y su oleaje, proveen de humedad a la atmósfera, almacenan y reciclan los nutrientes, contribuyen a la atenuación de los efectos del cambio climático y de los fenómenos climáticos extremos, además de garantizan la seguridad alimentaria de las comunidades locales proporcionan productos forestales y la pesca (Reyes, 2018).

Tabla 1 Generalidades de 5 especies de plantas encontradas en el manglar de Cartagena de Indias.

Nombre científico	<i>Avicennia germinans</i>	<i>Laguncularia racemosa</i>	<i>Rhizophora mangle</i>	<i>Conocarpus erectus</i>	<i>Thespecia populnea</i>
Nombre Común	Mangle blanco, Mangle prieto, mangle negro	Mangle blanco, Mangle bobo, Mangle chino	Candelón, Mangle colorado, Mangle dulce, Mangle rojo.	Mangle botoncillo, Mangle Zaragoza	Emajaguilla, Clemont
Formación	Árbol con alturas de 15 a 30 m y diámetro normal de 20 a 60 cm. Cuenta con neumatóforos (raíces arqueadas que quedan expuestas durante el bajamar, algunas de ellas son aéreas y se prolongan por encima de las aguas). Tolerante a la sombra. Crece en rodales puros en la parte más alta del manglar.	Árbol de 15 a 22 m de altura y de 40 a 70 cm de diámetro normal	Árbol con alturas de 25 a 30 m y de 60 a 100 cm de diámetro, con raíces fúlcreas que se arquean desde el tronco y se ramifican	Árbol o arbusto de 6.3 m de altura (3); de 10 m de altura y hasta 30 cm de diámetro.	Crece hasta los 18 metros de altura, corteza gruesa, de color gris a oscuro, se le reconoce por sus vistosas flores acampanadas, peciolo largos y en forma acorazonada
Fenología	Se localiza en los sitios cenagosos más alejados de la inundación y con niveles de salinidad menores que el resto de las especies que se localizan en el manglar. La sucesión vegetal de este tipo de vegetación se da de la orilla del estero o una laguna hacia tierra adentro.	Hojas perennifolias, la polinización es por abejas, sus frutos son por dispersión	Posee hojas perennifolias, florece todo el año y su polinización es anemófila.	Florece durante todo el año. Sus frutos son nueces aladas de 4 mm, agregadas en cabezuelas globosas morenas de 1 a 1.3 cm de diámetro, con todas las partes florales persistentes.	
Propagación	Se realiza a través de propágulos (1). Por las características del ecosistema, en el manejo de manglares es mucho más sencillo utilizar el método de regeneración natural.	Se realiza básicamente por propágulos, ocasionalmente por estructuras vegetativas, acodos	Se realiza por propágulos. Las semillas tienen la particularidad de germinar mientras están todavía en el árbol, donde se forman plántulas de hasta	Se realiza a través de propágulos. Por las características del ecosistema, en el manejo de manglares es mucho más	Las semillas de la emajaguilla son de forma ovoide y de aproximadamente 1 cm de largo. Los pesos reportados para las semillas frescas

Cuando se lleva a cabo esta práctica se deben dejar cuando menos 12 árboles semilleros/ha, con una distribución homogénea. Las semillas tienen la particularidad de germinar mientras están todavía en el árbol.

30 cm de longitud, que son más pesadas en el extremo donde se encuentra la raíz, por lo que al caer quedan plantados en el fango.

sencillo utilizar el método de regeneración natural.

varían entre 3,500 y 6,700 semillas por kilogramo (11, 30, 41). En otra recolección de semillas en Puerto Rico, el peso promedio de las semillas para una muestra de 200 semillas fue de 0.186 ± 0.002 g o aproximadamente 5,400 semillas por kilogramo (observación personal del autor). Las semillas son probablemente dispersadas por el viento y las aguas cuando aún dentro de las vainas indehiscentes.

Usos

La madera, localmente se usa para postes y para fabricar carbón; ha sido aprovechada en la fabricación de vigas, postes para cercas, barriles, mangos de herramienta, durmientes para ferrocarril, muebles e instrumentos musicales. La madera es moderadamente fácil de trabajar y preservar, tiene un secado medio y una durabilidad alta. De la corteza se extraen taninos y es una especie melífera. En Cuba se usa en la apicultura, y se obtienen producciones de 1,700 a 2,700 ton. de miel, 20 ton. de cera y 80 kg de propóleo

En México se utiliza localmente para hacer carbón. La madera es moderadamente difícil de trabajar, secar y preservar; sin embargo en Alvarado, los habitantes utilizan la madera para postes después de un tratamiento especial para endurecerla; la corteza tiene taninos y se usa para curtir pieles; es una especie melífera.

La leña es excelente como carbón, La madera es difícil de trabajar y preservar; sin embargo, se utiliza en la fabricación de muebles finos, ebanistería, postes para cerca, botes y puentes. También se fabrican instrumentos empleados en las artes de pesca, vigas, postes, barriles, mangos de herramientas, durmientes, muebles, construcciones marinas, instrumentos musicales; y como adhesivo en la fabricación de redes y sedales. La corteza produce un tinte azul útil para teñir y

La madera se utiliza como leña y carbón, también se utiliza en construcciones rurales, fabricación de instrumentos rústicos, vigas, durmientes. Las ramas se utilizan en la construcción de artes de pesca para el camarón. Las hojas se usan para padecimientos como el asma, ictericia, estado bilioso, evacuaciones pestilentes; la raíz se usa para reumatismo, testículos inflamados; en general la planta se usa para el

Su corteza se usa en ebanistería construcción de botes y artesanías

como cortiente de dolor de
pieles. Es una cabeza; la
especie melífera, corteza es rica en
con el jugo taninos y se
fermentado del utiliza para curtir
fruto se producen pieles
bebidas

embriagantes. Los
árboles juveniles
son utilizados
como travesaños de
vivienda y en la
construcción de
trampas para el
camarón. Tiene uso
medicinal, se
utiliza contra la
mordeduras o
picadura de
animales marinos
venenosos, heridas,
fiebre,
tuberculosis, lepra,
hemorragia,
disentería. La
corteza es
febrífuga,
hemostática,
antidiarreica,
también se utiliza
para el asma, la
elefantiasis, y
cicatrizan heridas.
Las hojas se
utilizan contra el
escorbuto, dolor de
muelas, úlceras
leprosas; la raíz
contra mordeduras
y picaduras de
animales
peligrosos.

Antecedentes

Por otra parte, el departamento de Bolívar cuenta con gran variedad de ecosistemas y biodiversidad, dentro de estos se destacan los ecosistemas costeros, de arrecife de coral, de praderas de *Thalassia*, de Bosque de Manglar, de Bosque Seco Tropical, Bosque premontano y de niebla, sistemas hídricos de aguas lénticas y lóxicas. Los ecosistemas acuáticos son una gran fuente de biodiversidad y proporcionan servicios ecosistémicos de provisión, regulación de los ciclos de nutrientes y bienestar escénico y recreacional. El Departamento se caracteriza por tener bosque seco, lo que significa que cuenta con un ecosistema que representa el 10% de la diversidad del país y 83 especies endémicas. Además, Bolívar fue reconocido en el último informe de la biodiversidad (2015) como uno de los departamentos que cuenta con áreas Importantes para la Conservación de las Aves (AICA). Esto representa un 30% de las áreas conservadas de todo el Caribe Colombiano (Corporación Autónoma Regional del Sur de Bolívar, 2012).

En el norte de la ciudad de Cartagena, capital del departamento de Bolívar, se encuentra uno de los humedales costeros más importantes del país, conocido como La Ciénaga de la Virgen. A la ciénaga llegan aguas provenientes de diferentes arroyos que crean una cuenca hidrográfica en la que se albergan diferentes Manglares en forma de bosques y ecosistemas. En este importante humedal, encontramos 775 ha de Mangle, donde se hallan tres (3) de las cinco (5) especies de Mangles que se desarrollan en la región Caribe: Mangle Rojo (*Rhizophora mangle*), Mangle Negro (*Avicennia germinans*), Mangle Bobo (*Laguncularia racemosa*) (Díaz, Castro y Manjarrez, 2010).

El sistema interno de cuerpos de agua lagunares del distrito de Cartagena de Indias tiene una extensión aproximadamente de 2.240 hectáreas (Beltrán y Suárez, 2010) contemplando la ciénaga de las Quintas, el caño de Bazurto, la laguna de San Lázaro-Chambacú, la laguna del Cabrero, Marbella y el caño Juan Angola. Estos cuerpos de agua hacen parte de la estructura ecológica de la ciudad y funciona como un corredor biológico atraviesa la ciudad (EPA, 2015). Sin embargo, la falta de apropiación de las personas aledañas al sector por el ecosistema acuático ha ocasionado que no vean el potencial biológico y turístico que puede prestar el sector mediante los servicios ecosistémicos que dicho territorio les puede brindar. Con el propósito de revertir esta situación la fundación

acuambiental en articulación con la comunidad aledaña a estos cuerpos de agua viene desarrollando un proceso de recuperación del entorno mediante la recolección de residuos sólidos y la restauración ecológica. En este proceso también los están acompañando diversas entidades de la ciudad como EPA, Cardique, Tecnológico Comfenalco, la Aerocivil, Aguas de Cartagena para apoyar esta importante iniciativa que busca oxigenar los cuerpos de agua, evitar el vertimiento de basuras, proteger la fauna y evitar la tala de mangles fortaleciendo el ecosistema y al tiempo impulsar el turismo en esa zona para que visiten, conozcan y cuiden este importante cuerpo de agua de la ciudad (EPA, 2018).

En el Distrito de Cartagena se han realizado diferentes estudios e investigaciones relacionados con la Ciénaga de la Virgen y el Sistema Interno de Aguas Lagunares, estos son:

Valoración económica integral de los bienes y servicios ambientales ofertados por el eco- sistema de manglar ubicado en la ciénaga de la virgen. Cartagena-Colombia

Este proyecto corresponde a un proceso de valoración de los bienes y servicios ambientales (BSA) ofertados por el bosque de manglar de la Ciénaga de la Virgen, Cartagena de Indias-Colombia, ejercicio que permitió evidenciar el potencial de los recursos biológicos del ecosistema de manglar objeto de estudio.

Diagnóstico ambiental de los cuerpos internos de agua de la ciudad de Cartagena de Indias

Diagnóstico ambiental de los cuerpos internos de agua, cuyo resultado expone los problemas más relevantes que afectan sustancialmente la calidad de las aguas del sistema lagunar del Distrito de Cartagena. (Beltran y Suarez., n.d.)

Caracterización de los manglares localizados en los caños y lagunas interiores del perímetro urbano de la ciudad de Cartagena de Indias.

Caracterización de los ecosistemas de manglar localizados en los caños y lagunas interiores del perímetro urbano de la ciudad de Cartagena de Indias, que permita definir estrategias

orientadas a la conservación y recuperación de estos ecosistemas.(Regal, Fondo, Tecnolog, Bol, & Paz, 2019)

Análisis de la diversidad funcional a nivel comunitario en dos áreas de bosque estacionalmente seco en Colombia.

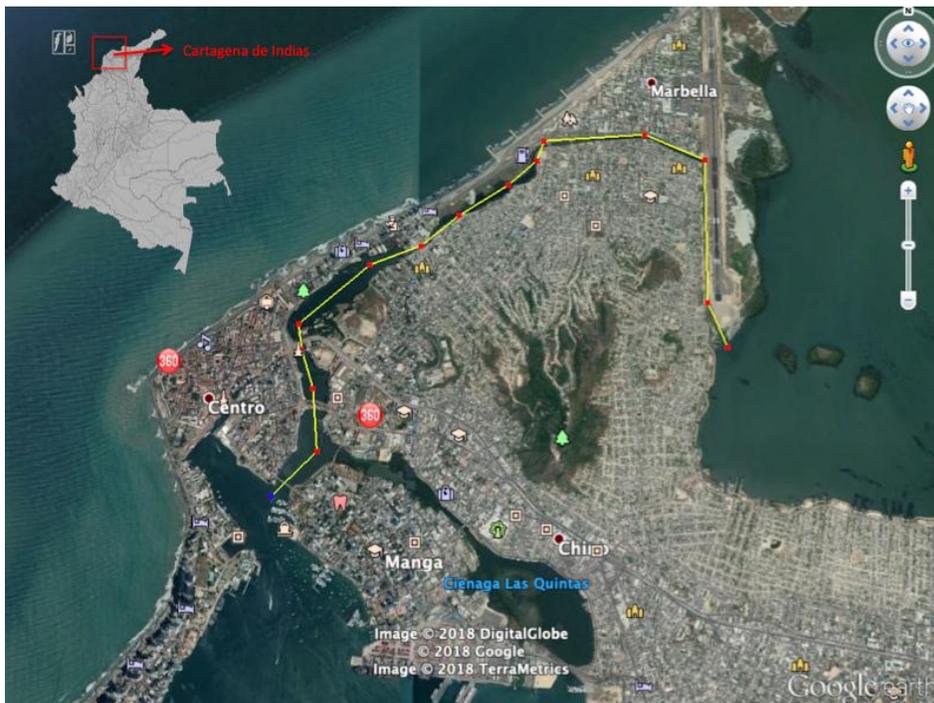
Los bosques secos tropicales se han clasificado generalmente de acuerdo a su composición florística, sin embargo, un mejor descriptor de este ecosistema puede estar relacionado con la capacidad de las especies a tolerar los periodos de sequía característicos de estas áreas. El presente estudio evalúa 4 rasgos asociados a las hojas y 4 asociados a la madera en dos áreas de bosque estacionalmente seco: Tambor (Honda, Tolima) y Tuparro (Maypures, Vichada). La medición de estos se realizó sobre hojas y montajes histológicos de tejido xilemático de ramas de 47 especies en las áreas anteriormente mencionadas, donde las especies representaron un 75,6% y un 57,8% del índice de valor de importancia respectivamente; además, se realizó el cálculo de índices de diversidad taxonómica y funcional que permitió realizar una comparación entre ellas. Se encontró que las condiciones ambientales fueron similares en ambas zonas aunque las condiciones edáficas muestran fuertes procesos de lixiviación en Tuparro debido a la concentración de las precipitaciones en el área, generando así un mayor estrés sobre las especies por la adquisición de recursos (Esteban, 2017)

Metodología

Área De Estudio

Este proyecto se llevó a cabo en el departamento de Bolívar, en el municipio de Cartagena de Indias el cual está ubicada en la Latitud Norte $10^{\circ} 26'$ y Latitud Oeste en $75^{\circ} 33'$ a orillas del mar Caribe. Posee un clima semiárido cálido, una temperatura promedio anual de 29°C . Cartagena de Indias tiene una humedad relativa $+90\%$, con la estación lluviosa típicamente entre abril-mayo y octubre-noviembre. El manglar se encuentra desde el lado sur de la pista de aterrizaje del aeropuerto Rafael Núñez hasta el barrio Bazurto donde finalmente desemboca en la bahía de Cartagena (Alcaldía Distrital De Cartagena De Indias, 2022).

Ilustración 1 manglar de cartagena de indias.



Fase De Campo

Los muestreos se iniciaron en el caño Juan Angola el cual es uno de los cuerpos del manglar, en este se realizaron parcelas rectangulares utilizando una cuerda para poder delimitarlas a lo largo de la vegetación. Estas parcelas se hicieron de 50 metros por 2 metros de ancho.(Mateucci & Colma, 1982) Donde se identificaron y tomaron por cada planta presente en cada una de las parcelas (árbol, arbusto) el CAP (cintura a la altura del pecho) y la altura. Esto para la recopilación de datos para posteriores análisis en el laboratorio de su altura total y diámetro de la copa en sus ejes x-y.

Ilustración 2 Parcelación de 50mt de largo por 2mt de ancho



Índice De Valor De Importancia (IVI)

El índice de valor de importancia define cuáles de las especies presentes contribuyen en el carácter y estructura de un ecosistema (Cottam y Curtis, 1956). Este valor se obtiene mediante la sumatoria de la frecuencia relativa, la densidad relativa y la dominancia relativa.

Ilustración 3 Formulas frecuencia, densidad y dominancia relativa

$$\text{Frecuencia relativa} = \frac{\text{Frecuencia de la sp} \times 100}{\text{Frecuencia de todas las spp}}$$

$$\text{Densidad relativa} = \frac{\text{Núm. de individuos de la especie} \times 100}{\text{Núm. total de individuos}}$$

$$\text{Dominancia relativa} = \frac{\text{Dominancia de la sp} \times 100}{\text{Dominancia de todas las spp}}$$

Estructura vertical

El análisis de estructura se realizó con base en el establecimiento de categorías de acuerdo con los valores máximos y mínimos de cada parámetro y con el número de individuos; los intervalos de clase o categorías, se establecen de la siguiente manera (Rangel y Velázquez, 1997).

$$C = (X \text{ max} - X \text{ min})/m$$

$$M = 1 + 3.3 (\log n)$$

Dónde:

n: número total de individuos del grupo

M: número de intervalos

C: amplitud del intervalo

X: parámetro a analizar (Altura total (m), Cobertura (m²), DAP (cm))

Para la caracterización de rangos funcionales se tomaron 5 diferentes especies encontradas en el manglar en cada una de sus dos orillas. A continuación se describen los rasgos funcionales evaluados:

Densidad De Madera

Se eligieron 10 árboles adecuados con sus respectivos datos DAP Y CAP. Los arboles tenían entre 10 y 30 centímetros de CAP. Se buscaron ramas adultas de aproximadamente 2 cm de diámetro y se cortaron en pequeños trozos de 5 cm, el cual fueron envueltos en servilletas húmedas y guardados en bolsas ziploc para su traslado al laboratorio. Determinando esta variable nos sirve para ver de qué forma están correlacionados los valores de la densidad de la madera con la ruptura y tasas demográficas con menor crecimiento y mortalidad (Negret, 2016).

Fase De Laboratorio

Densidad De Madera

Para la madera se cortaron de las ramas colectadas 5 troncos de 5 cm de largo de diferente diámetro debido a que las ramas no son iguales. Posterior a esto se pusieron en hidratación por 6 horas en agua potable, después cada una de las 5 muestras de las 5 especies, se les quitó la corteza dejando solo la parte interna del tronco para luego llevarlos a la balanza analítica para su pesado en fresco.

Seguido a esto se utilizó el método de desplazamiento de agua, donde se coloca un recipiente con agua encima de la balanza analítica. Luego la muestra de madera se coloca en el agua, hasta estar totalmente sumergida. No se debe llenar el recipiente totalmente con agua, para que quepa la muestra. La muestra no debe tocar los extremos del recipiente ni el fondo y debe mantenerse sumergida con la ayuda de una pinza o aguja. El peso del agua desplazada es igual al volumen de la muestra (ya que el agua tiene una densidad de 1). La balanza electrónica debe ser tarada después de cada medición (Negret, 2016).

Después de esto se llevaron al horno durante dos días para luego ser pesados y así hallar su densidad.

Área Foliar

Se pesaron las masas foliares específicas para cada una de las 10 hojas colectadas por parcela con ayuda de una balanza analítica en fresco.

En ausencia de equipos especializados para la medición del área foliar se tomó una fotografía por hoja para medir el área foliar con el software especializado ImageJ®. Cuando se utilizan imágenes fotográficas se debe utilizar un fondo blanco, y una resolución de 5 Mps; importante que las hojas estén totalmente extendidas para no subestimar el área, por lo que se recomienda cubrirlas con un vidrio antirreflejo cuando se tomen las fotografías (Negret, 2016).

Seguido de esto se pasaron al horno durante 1 día debidamente prensadas para su respectivo secado y pasar nuevamente a pesar su masa para su comparación con los datos anteriores. Finalmente Para cada hoja se dividió la masa seca entre el área. Teniendo todas las mediciones, se elaboró una base de datos de las hojas donde se ven reflejados los promedios de masa foliar específica y densidad. Con esta base de datos se calcularon los datos estadísticos correspondientes.

Área Foliar Específica

Se calcula dividiendo el área de una hoja fresca por su masa seca en el horno. Al igual que para el área foliar, el AFE puede ser estimado con o sin peciolo, dependiendo del objetivo del estudio, pero siempre debe ser especificado en los métodos.

Es equivalente a $1/LMA$ –*leaf mass per area*–. Se debe determinar el área de la hoja fresca y posteriormente cada muestra debe ser secada en el horno a 60 °C por al menos 72 h a 70 °C por 48 h y pesada la masa seca inmediatamente después de haber sido sacada del horno. Si las muestras no pueden ser pesadas inmediatamente, deben ser almacenadas en una bolsa de plástico sellada y con sílica gel (Cornelissen et al. 2003). El AFE debe ser estimado para cada hoja, y para hojas compuestas se recomienda estimar el AFE por cada foliolo y para toda la hoja. Es un rasgo clave del espectro de la economía foliar e indica el costo de construir un mm² de área foliar (Negret, 2016).

Contenido Foliar De Materia Seca

Se obtiene a partir de la división entre la masa seca al horno y la masa fresca de una hoja saturada de agua. Posterior a la rehidratación las hojas deben ser secadas eliminando el exceso de agua de la superficie para la medición de la masa fresca (g). Posteriormente se debe secar cada muestra en el horno a 60 °C por al menos 72 h a 70 °C por 48 h y obtener el peso seco inmediatamente después de haber sido sacadas del horno (Cornelissen et al. 2003). Las hojas deben ser secadas a temperaturas inferiores a los 70 °C para evitar la volatilización de algunos nutrientes foliares. El CFMS debe ser estimado para cada hoja (Negret, 2016).

Índice Estomático

Para la determinación del índice, Para cada una de las hojas colectadas, se realizarán impresiones con esmalte transparente de uñas, aplicando una ligera película de esmalte en la superficie foliar (abaxial o adaxial) y al secar, aproximadamente 120 segundos después, se remueve la película con cinta adhesiva transparente y se coloca en un portaobjeto obteniendo una impresión epidérmica de la hoja (Sánchez, Fischer Y Sanjuanelo, 2013) Una vez realizado este procedimiento se tomó aleatoriamente dos campos de cada impresión en una zona sin nervaduras prominentes, seguido de esto se contó los estomas bajo el Microscopio con el objetivo que más se ajuste a le número de estomas. El índice estomático se calculó en un área de la hoja de acuerdo a la fórmula de Weyers y Meidner (1990), según la siguiente relación: (Espinosa, Vargas y Engleman, 2002)

Ilustración 4 *Formula índice estomático*

$$IE = \frac{\text{Número de estomas} \times 100}{\text{No. estomas} + \text{No. células epidérmicas no estomáticas}}$$

Diversidad taxonómica

La base de datos se armó con base en datos de abundancia a partir de los cuales se calcularon los índices de diversidad 0D (riqueza de especies), 1D (exponencial de Shannon) y 2D (inverso de Simpson) (Jost 2007). Adicionalmente para la comparación de la diversidad taxonómica se utilizaron los valores estimados por las curvas de rarefacción y el valor de los intervalos de confianza. Las curvas de acumulación de especies se realizaron mediante 1000 aleatorizaciones utilizando el estimador no paramétrico de segundo orden Chao 1 que analiza la riqueza específica a partir de la abundancia a través del paquete 'iNEXT' (Hsieh et al. 2015).

Análisis Funcional

Para determinar las respuestas funcionales que impulsan el ensamblaje de comunidades las dos comunidades (orillas), se estimaron cuatro métricas funcionales. Primero, la media ponderada de la comunidad (*CWM*) para cada rasgo funcional. El segundo índice calculado fue la riqueza funcional (*FRic*), y estima la dispersión de especies en el espacio de rasgos funcionales; el tercer índice calculado fue la Equidad Funcional (*FEve*), y describe el grado en que las abundancias de una comunidad se distribuyen uniformemente en el espacio de rasgos funcionales, y, el cuarto índice calculado fue la Dispersión Funcional (*FDdis*), que representa la variación en los valores de los rasgos ponderados por la abundancia (en este caso por cobertura) de cada especie en la comunidad. Los cálculos de los índices *CWM* y de diversidad funcional (*FD*) se realizó utilizando el paquete *FD* en el ambiente R. La distribución de la Media Ponderada de la comunidad (*CWM*) y de los índices de diversidad funcional no fue normal, esto se evaluó mediante la prueba de Shapiro-Wilk. Por tanto, las diferencias entre las dos orillas se verificó mediante la prueba Wilcoxon. Todas las métricas se calcularon utilizando abundancias. Todos los análisis se realizaron en el ambiente R, versión 4.0.4 (R Development Core Team 2021).

Mientras que para encontrar diferencias multivariadas en el ámbito multifactorial se utilizó un análisis de componentes principales (ACP), con las variables reescaladas a la

distribución Z con varianza 1 y media 0, con el objetivo de evitar que las dimensiones de cada variable afectaran el cálculo de los componentes principales.

Resultados

Para la evaluación para estos resultados se hizo en dos partes, un lado izquierdo (viendo hacia el centro de la ciudad) y un lado derecho (viendo hacia el mar).

En las salidas de campo realizadas en los meses de septiembre del 2021 y enero del 2022 se encontraron 10 especies diferentes de plantas pertenecientes al manglar. A continuación se relacionan estos grupos de plantas desde familia hasta especie.

Tabla 2 Taxonomía de las especies de plantas encontradas en el manglar de Cartagena de indias.

Familia	Genero	Especie
Acanthaceae	<i>Avicennia</i>	<i>Avicennia Germinans</i>
Meliaceae	<i>Azadirachta</i>	<i>Azadirachta Indica</i>
Combretaceae	<i>Conocarpus</i>	<i>Conocarpus Erectus</i>
Combretaceae	<i>Laguncularia</i>	<i>Laguncularia Racemosa</i>
Fabaceae	<i>Pithecellobium</i>	<i>Pithecellobium Sp.</i>
Bignoniaceae	<i>Handroanthus</i>	<i>Handroanthus Sp.</i>
Rhizophoraceae	<i>Rhizophora</i>	<i>Rhizophora Mangle</i>
Combretaceae	<i>Terminalia</i>	<i>Terminalia Catappa</i>
Malvaceae	<i>Thespesia</i>	<i>Thespesia Populnea</i>
Fabaceae	<i>Acacia</i>	<i>Acacia Sp.</i>

Estructura

Estructura vertical lado izquierdo

Figura 1 Grafica 1 estructura vertical lado izquierdo DAP

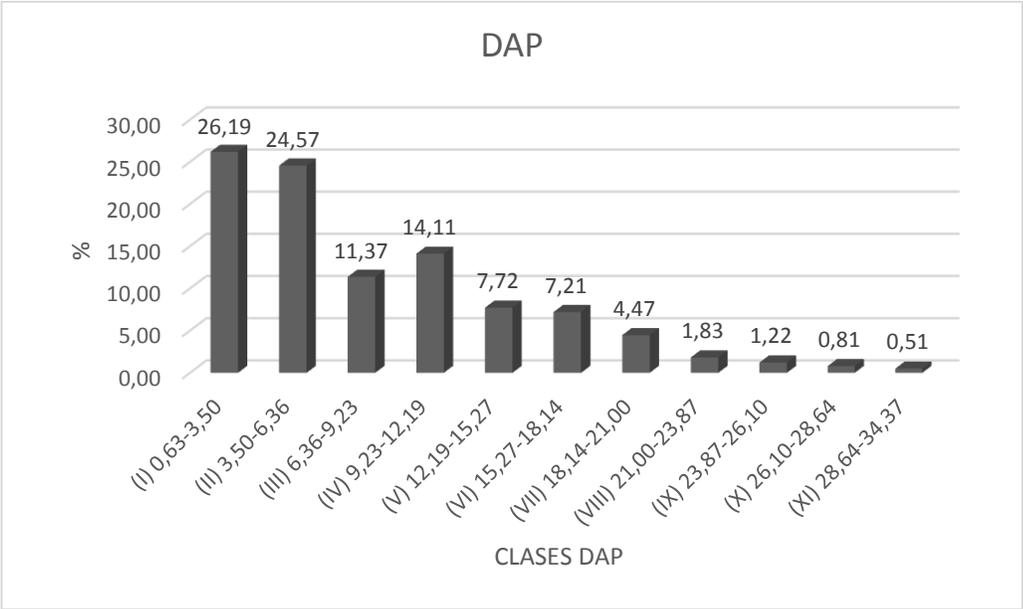
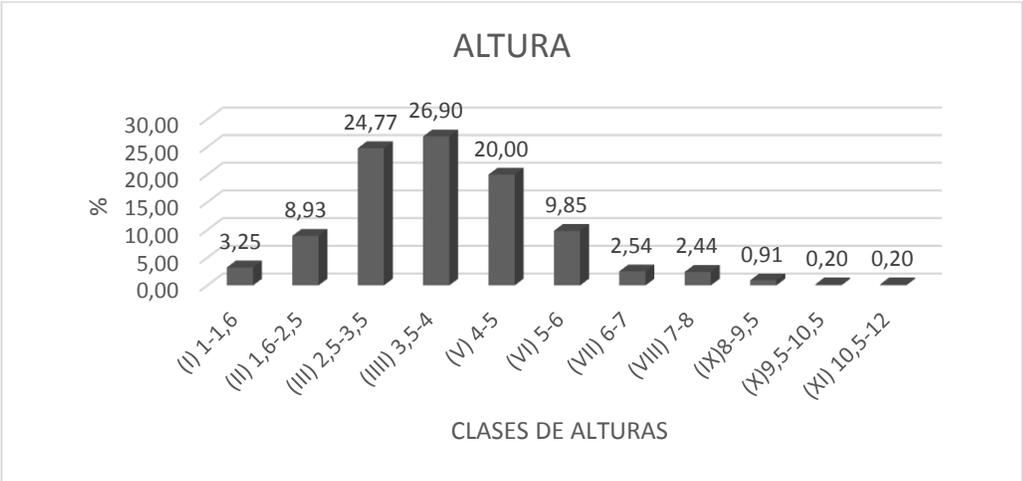


Figura 2 Grafica 2 Altura



En las gráficas 1 y 2 se puede observar que la mayoría de los individuos en el DAP se observa que el menor porcentaje con un 0,51 % fue entre el rango 28,64 y 34,37 cm; y el mayor fue de 26,19 con un rango entre 0,63 y 3,50, dándonos a entender que por el diámetro del tronco predominan individuos jóvenes. Para la tabla de alturas el porcentaje mayor que se obtuvo fue de 26,90 en un rango de 3,5 a 4 metros para el lado izquierdo del manglar.

Estructura vertical lado derecho

Figura 3 Grafica 3 estructura vertical lado derecho DAP

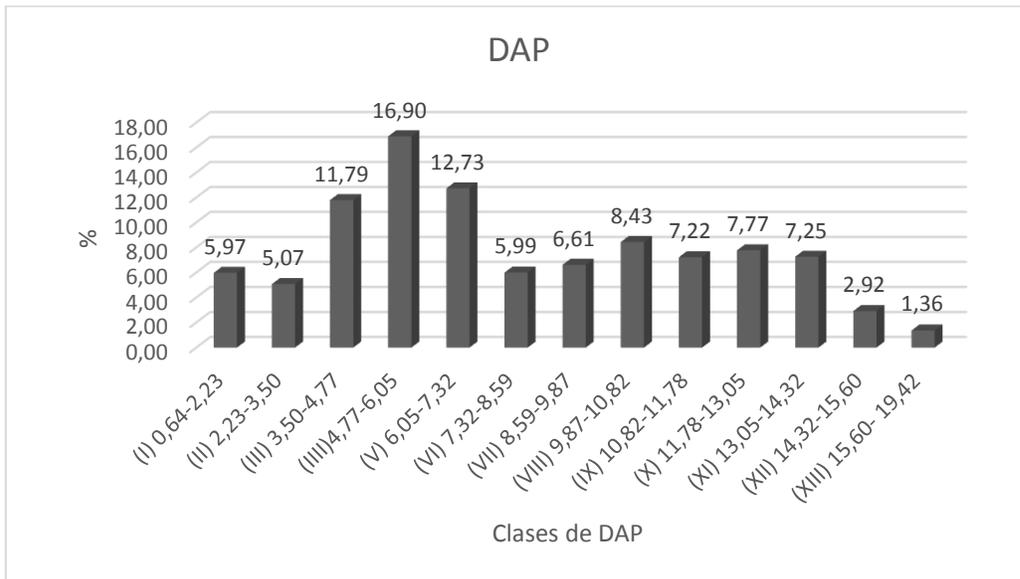
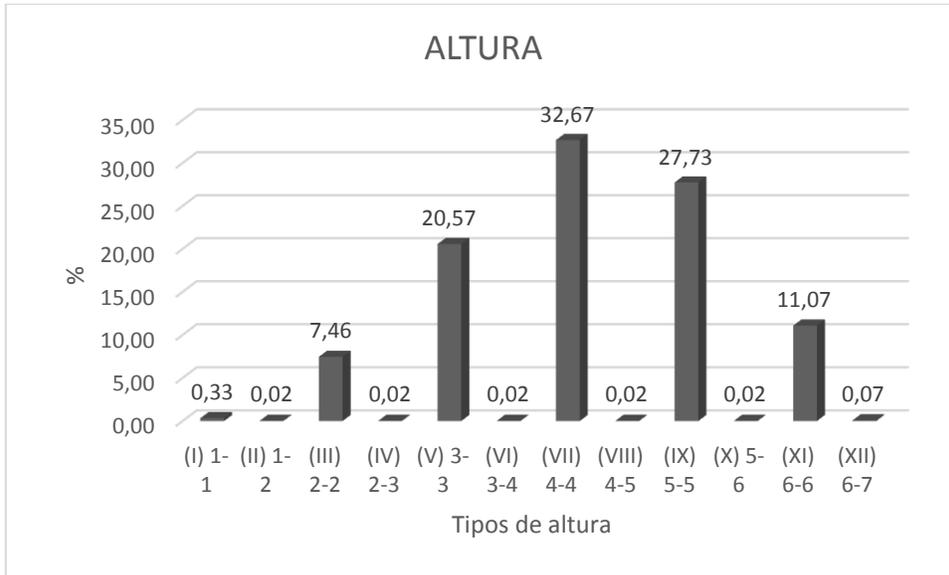


Figura 4 Grafica 4 Altura



En las gráficas 3 y 4 se observó que la mayoría de los individuos en el DAP, están en un rango entre 4,77 y 6,05, con un mayor porcentaje de 16,90. En el gráfico de alturas se observa que el rango más bajo fue de 2 metros con un porcentaje de 7,46 y el más alto es de 4 metros con un porcentaje de 32,67, siendo estas las alturas dominantes entre las especies presentes.

Estructura horizontal

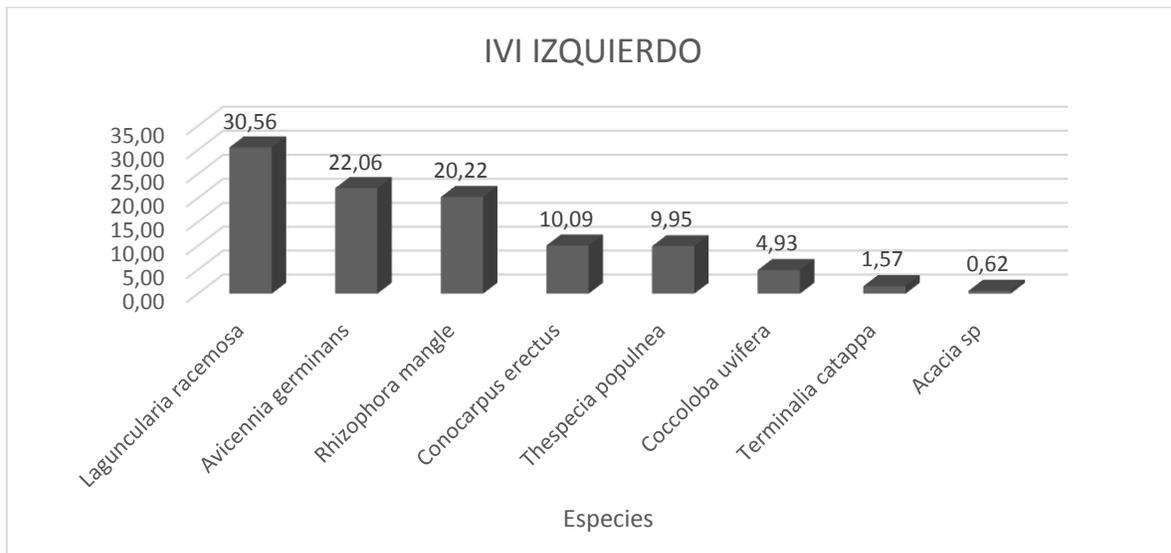
Índice De Valor De Importancia

Tabla 3 Abundancia, frecuencia, dominancia relativa e IVI del lado izquierdo del manglar

Especies	Abundancia relat.	Frecuencia relat.	Dominancia relat.	IVI
<i>Laguncularia</i>				
<i>racemosa</i>	43,046	18,95	29,673	91,666
<i>Avicennia germinans</i>	17,056	20,00	29,138	66,194
<i>Rhizophora mangle</i>	24,365	17,89	18,391	60,652
<i>Conocarpus erectus</i>	5,990	13,68	10,581	30,255

<i>Thespesia populnea</i>	8,325	11,58	9,945	29,849
<i>Coccoloba uvifera</i>	0,406	13,68	0,713	14,803
<i>Terminalia catappa</i>	0,711	3,16	0,845	4,714
<i>Acacia sp</i>	0,102	1,05	0,714	1,868

Figura 5 Grafica 5 IVI lado izquierdo del manglar



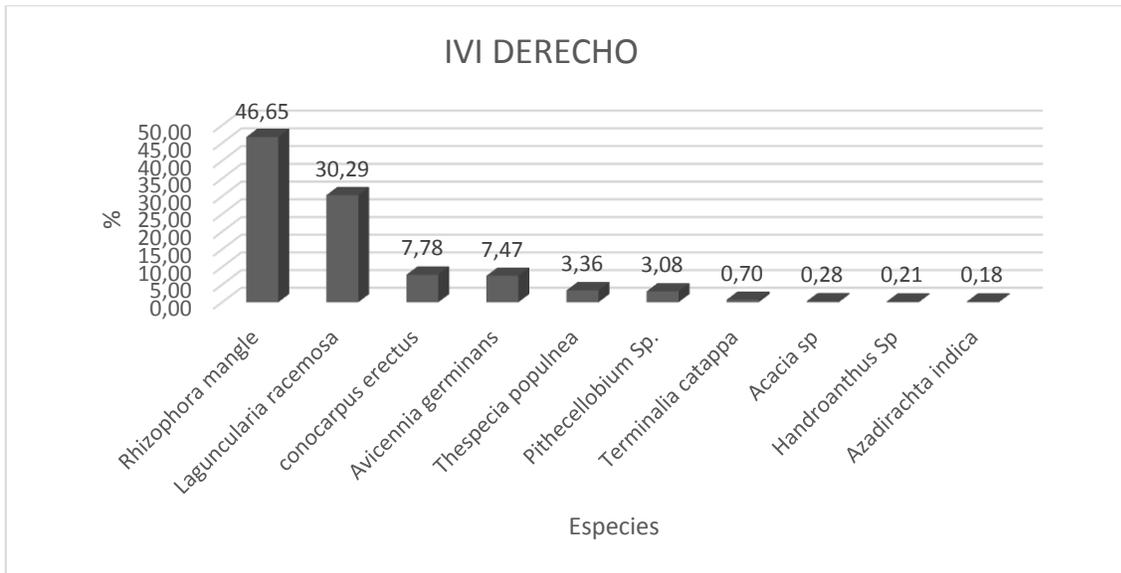
El índice de valor de importancia de cada especie se representa en la gráfica 5. Donde las especies *Laguncularia racemosa* y *Avicennia germinans* poseen los valores más elevados en la orilla izquierda del manglar por lo cual tienen una mayor importancia dentro de la comunidad florística muestreada.

Tabla 4 Frecuencia, abundancia, dominancia relativa, e IVI, lado derecho del manglar

	ABUNDANCIA RELAT.	FRECUENCIA RELATIVA	DOMINANCIA RELAT.	IVI
<i>Acacia sp</i>	0,07	0,48	0,283	0,84
<i>Avicennia germinans</i>	4,22	10,10	8,090	22,41
<i>Azadirachta indica</i>	0,04	0,48	0,029	0,55

<i>conocarpus erectus</i>	4,72	12,02	6,595	23,33
<i>Laguncularia</i>				
<i>racemosa</i>	43,93	30,29	16,644	90,86
<i>Pithecellobium sp.</i>	0,96	6,73	1,541	9,23
<i>Handroanthus sp.</i>	0,04	0,48	0,101	0,62
<i>Rhizophora mangle</i>	44,59	29,81	65,564	139,96
<i>Terminalia catappa</i>	0,17	1,44	0,504	2,11
<i>Thespesia populnea</i>	1,27	8,17	0,647	10,09

Figura 6 Grafica 6 IVI lado derecho del manglar.



El índice de valor de importancia de cada especie se representa en la gráfica 6. Donde las especies *rhizophora mangle* y *Laguncularia racemosa* poseen los valores más elevados en la orilla derecha del manglar indicándonos que tienen una mayor importancia dentro de la comunidad florística muestreada.

Índice Estomático

Para la determinación del índice estomático se tomó cada una de las hojas colectadas donde se hicieron impresiones con esmalte transparente de uñas, aplicando una ligera película de esmalte en la superficie de las hojas en el caso de *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa*, y *Thespesia populnea* por el lado abaxial, *Avicennia germinans* en el lado adaxial y en el caso de *Conocarpus erectus* por cualquier lado ya que es anfiestomatica. Después de esto se pusieron a secar aproximadamente 120 segundos, luego se removió la película con cinta adhesiva transparente, se coloca en un portaobjetos obteniendo una impresión epidérmica de la hoja. Una vez realizado este procedimiento se tomó un campo en cada portaobjetos. Seguido de esto se contaron los estomas bajo el microscopio óptico marca zeiss, con el objetivo de 10x. Para calcular el índice estomático se calculó la densidad de los estomas para después de esto aplicar la fórmula:

Ilustración 5 Formula índice estomático

$$IE = \frac{\text{Número de estomas} \times 100}{\text{No. estomas} + \text{No. células epidérmicas no estomáticas}}$$

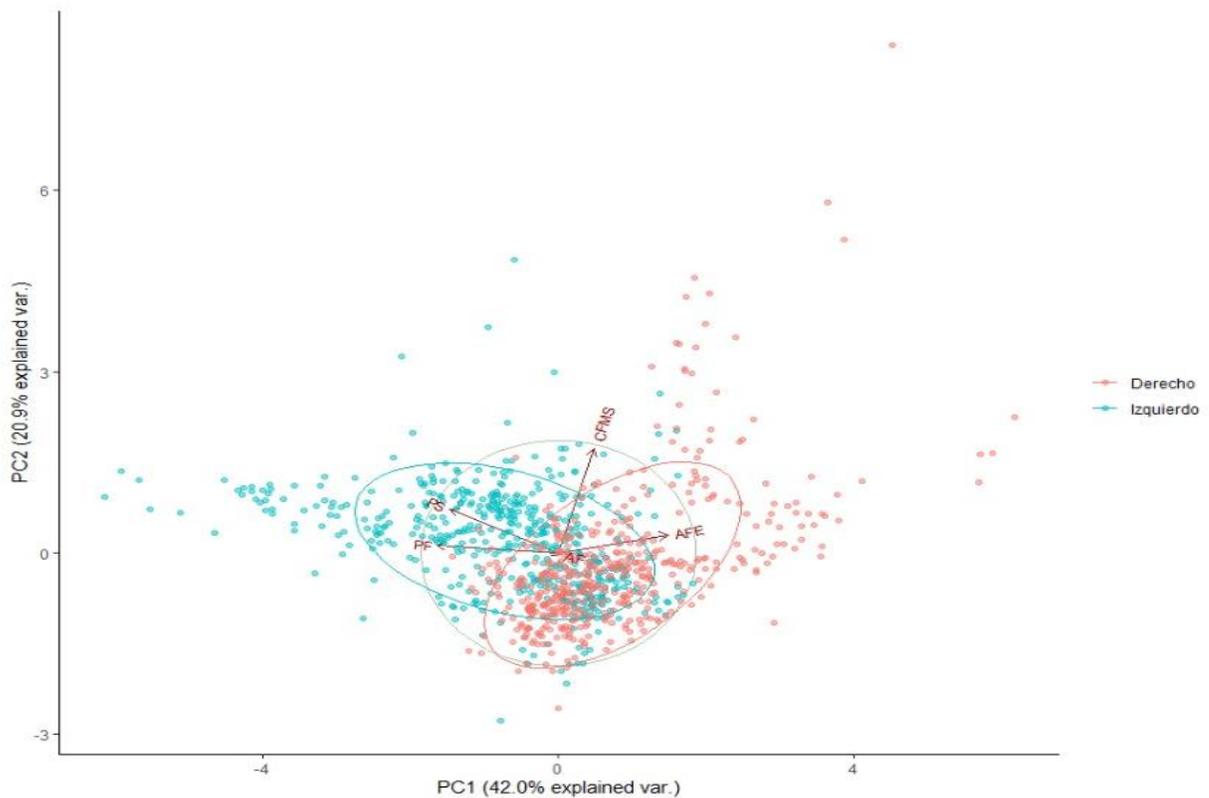
Tabla 5 . Conteo e índice estomático de las especies encontradas en el manglar.

Especies	Lado	N.		Índice estomático
		estomas	N. células	
<i>Rhizophora mangle</i>	Izquierdo	49,8956	19,95	0,2
<i>Avicennia germinans</i>	Izquierdo	47,6736	19,06	0,2
<i>Conocarpus erectus</i>	Izquierdo	52,4176	15,72	0,25
<i>Thespesia populnea</i>	Izquierdo	64,3736	19,31	0,25
<i>Laguncularia</i>				
<i>racemosa</i>	Izquierdo	42,764	17,1	0,2
<i>Rhizophora mangle</i>	Derecho	49,1072	19,64	0,2
<i>Avicennia germinans</i>	Derecho	48,4844	19,39	0,2

<i>Conocarpus erectus</i>	Derecho	53,9516	16,18	0,25
<i>Thespesia populnea</i>	Derecho	68,4936	20,54	0,25
<i>Laguncularia</i>				
<i>racemosa</i>	Derecho	41,06	16,42	0,2

Los estomas de las especies encontradas en el mangle se clasifican como estomas paracíticos, en las especies *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa* y *Avicennia germinans*, también se encontró el tipo anomocítico en la especie *Conocarpus erectus* y por último el actinocítico en *Thespesia populnea*. El índice estomático evaluado se dio en el mismo rango de 0,2.

Figura 7 Análisis de componentes principales

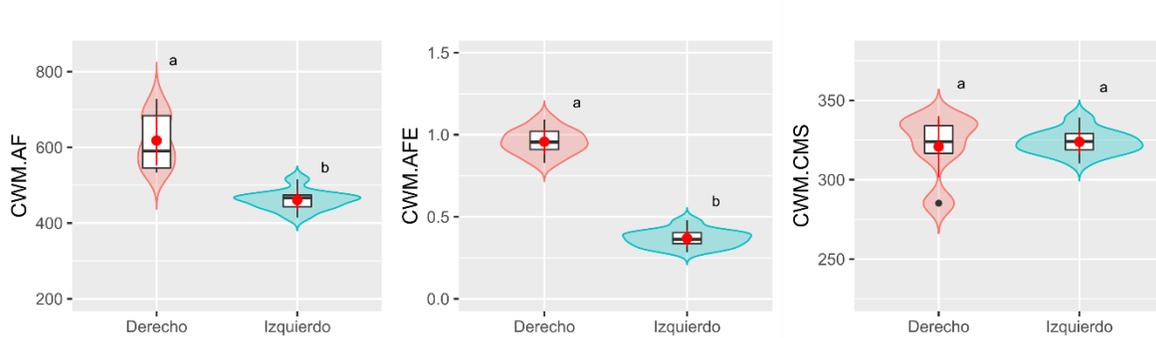


Los componentes 1 y 2, abarcan el 62% mostrando que en el plano multifactorial hay diferencias entre los caracteres morfológicos. En el caso del PS y el PF el vector se vio jalonado hacia el lado izquierdo del manglar, a comparación del lado derecho donde se

observa que el vector del AFE es jalonado hacia el lado derecho de este. sin embargo, el CFMS está en una posición central, indicando que no hay una diferencia significativa en este carácter. El AF no se explicó en este grafico ya que quedó en el centro y no tomó ninguna dirección.

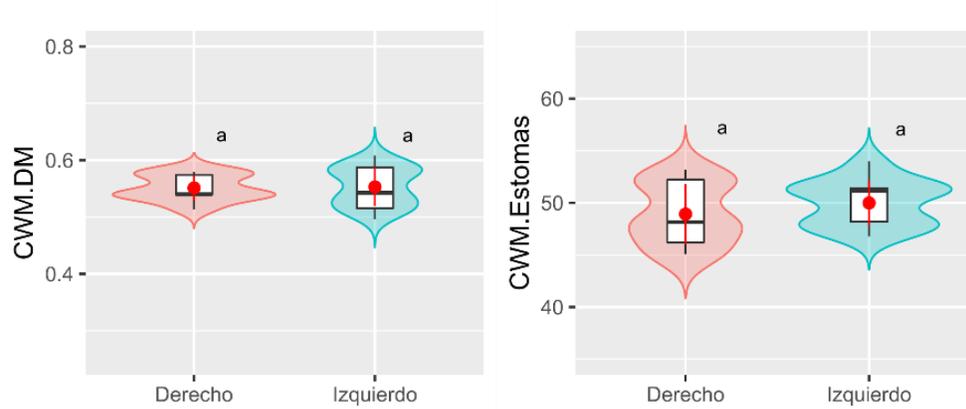
Diversidad Funcional

Figura 8 Media ponderada de la comunidad (CWM) para AF, AFE Y CMS.



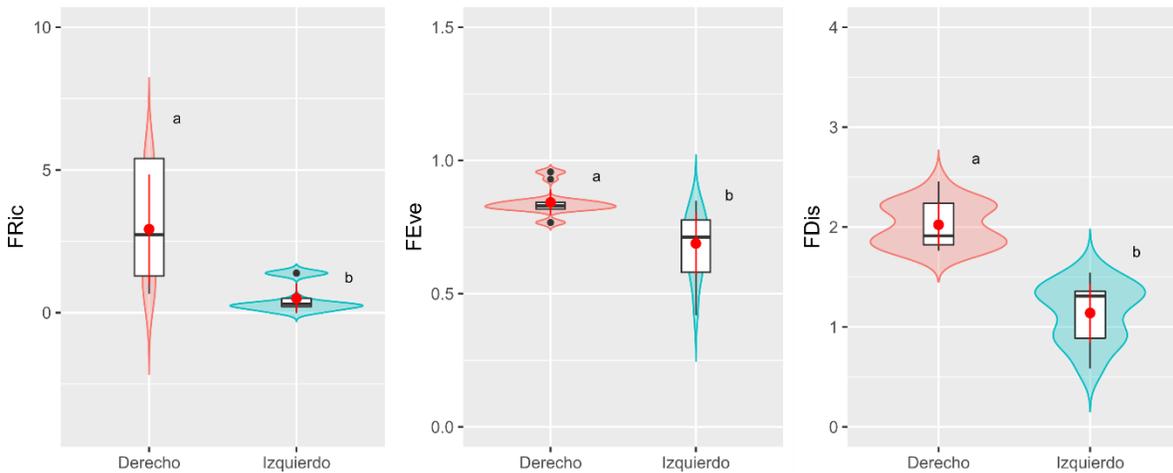
En la gráfica se puede ver que para AF y el AFE hay diferencia significativa entre las comunidades de las dos orillas, en cambio para el CFMS no se reflejan diferencias entre las dos comunidades del manglar.

Figura 9 Media ponderada de la comunidad (CWM) para DM Y ESTOMAS.



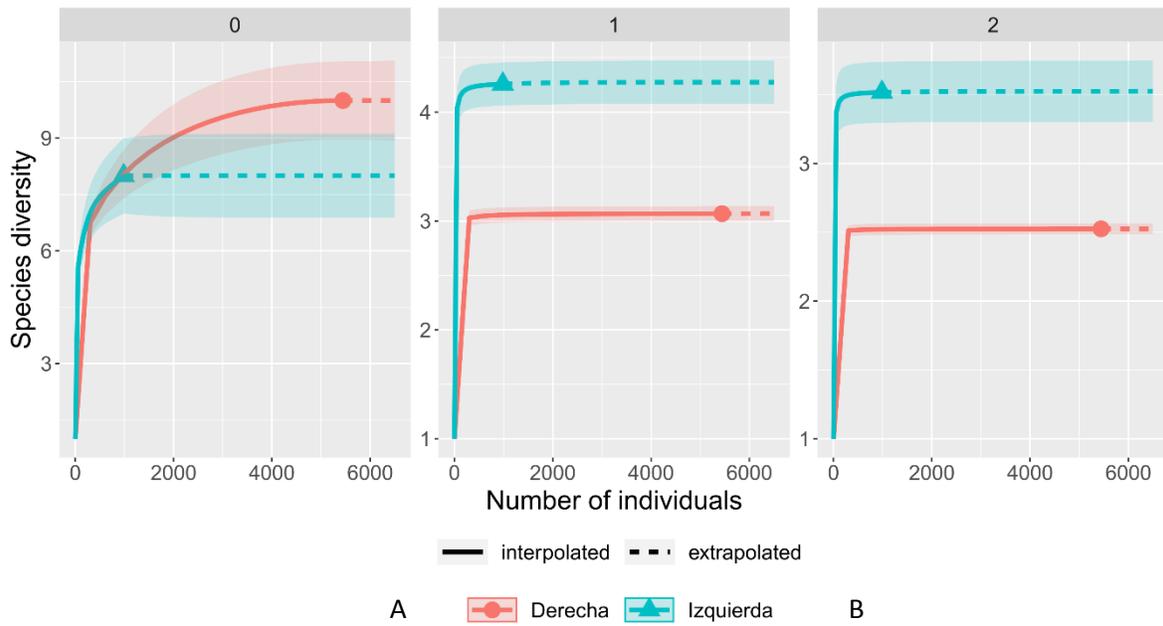
En el grafico se representa para la DM, que no hay diferencias significativas para cada uno de los lados del manglar, adicional a esto la gráfica para los estomas tampoco hay diferencias.

Figura 10 *Diversidad Funcional*



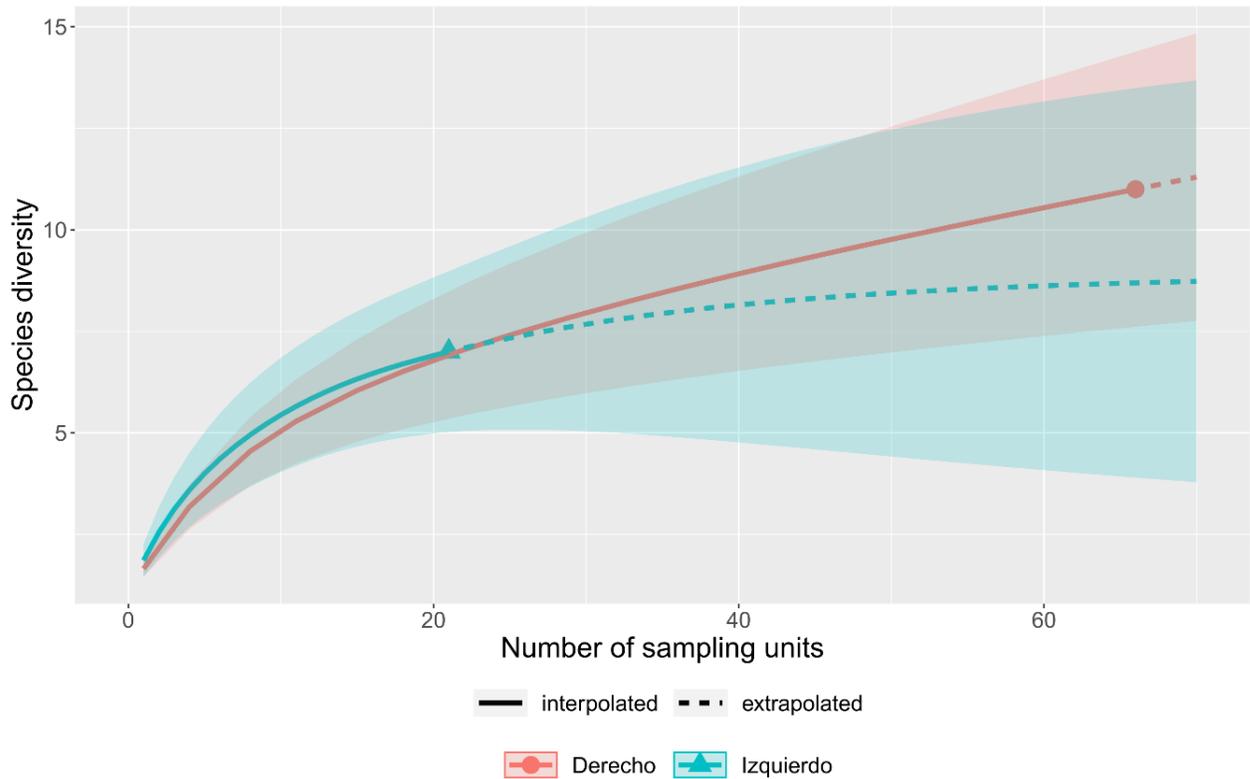
En este grafico se puede observar que para la FRic, los datos son homogéneos para el lado derecho a diferencia del izquierdo que están en un solo espacio muestral. En el FEve, vemos que la regularidad en el lado derecho es poca a diferencia del lado izquierdo ya que abarca buena parte del campo muestral y para el FDis, representan distancias diferentes en cada uno de los lados del manglar.

Figura 11 Diversidad de especies



En la gráfica podemos ver que en el caso del índice de Shannon en el grafica 1 que mide equitabilidad es mayor en el lado izquierdo del manglar, y en el caso del índice de Simpson varia inversamente con la heterogeneidad por lo tanto la dominancia es mayor en la gráfica 2.

Figura 12 Curva de rarefacción.



La grafica muestra que en la curva del margen derecho del manglar, hay más especies que del margen izquierdo.

Análisis De Resultados

Para la evaluación del manglar en Cartagena de indias, se tomaron en cuenta distintas variables, con las que se hicieron diferentes análisis estadísticos presentados a continuación. Los resultados para la estructura horizontal del manglar muestran que se hicieron los respectivos cálculos, donde se evaluó la abundancia relativa, frecuencia relativa, dominancia relativa, y como índice final el índice de valor de importancia. La

especie con mayor valor entre las variables del lado derecho del manglar fue *Laguncularia racemosa*, donde estas tienen un porcentaje de 43,93 para la abundancia, 30,29 para la frecuencia, 16,644 para la dominancia y para el IVI, un 90,86. Pero en segundo lugar encontramos que la especie *Rhizophora mangle*, tiene valores parecidos a los de *L. racemosa*, excepto en la dominancia, por lo tanto teniendo el mayor IVI con un 139,96; mientras que para el lado derecho del manglar la especie con mayor importancia fue *Rhizophora mangle*. Esto debido a que el lado derecho del manglar es más conservado, por lo tanto tiene más posibilidades de prosperar como especie, también posiblemente se debe a que esta especie crece en las partes más hondas del manglar siendo una ventaja para la prosperidad de esta (Moreno-casasola Patricia, 2016) Por otro lado tenemos que en lado izquierdo del manglar las especies con mayor valor son 3: *L. racemosa*, *Rhizophora mangle* y *Avicennia germinans* donde la mayor abundancia la tienen *Rhizophora mangle* y *L. racemosa*, el resto de variables que son la frecuencia con un valor de 18,95 para *L. racemosa* y 20,00 para *A. germinans*, para la dominancia 29,673 para *L. racemosa* y 29,138 en *A. germinans* y finalmente un IVI para *L. racemosa* de 91,66; esto dándonos a entender que en el lado izquierdo del manglar la especie con mayor importancia, abundancia, dominancia y por lo tanto frecuencia es *L. racemosa*, debido a que esta especie es la que le sigue a *R. mangle* en estar más cerca del agua, además de esto la madera de *R. mangle* es utilizada para distintas actividades de los lugareños.

Por otra parte la estructura vertical se evaluó con el DAP y la altura, donde por medio de rangos se obtuvo que para el lado izquierdo del manglar el de más frecuencia fue el de 0,63-3,50 cm y en conjunto con su altura máxima fue 3,5-4 metros. Por otro lado tenemos que para el lado derecho del manglar el mayor DAP fue de 4,77-6,05 cm y su altura máxima fue de 4 metros. Con los valores encontrados se puede inferir que para el lado izquierdo del manglar los individuos de las especies que allí se encontraron que las medias de estos individuos son menores en su diámetro a comparación de las del lado derecho, queriéndonos decir que el lado izquierdo ha sido más perturbado e intervenido por las comunidades, que el lado contrario.

En el índice estomático el conteo de estomas por unidad de área fue similar para las especies allí encontradas tanto para el lado izquierdo y el derecho, por lo tanto el índice

estomático como allí se refleja indica que es de 0,2 para todas las especies, por lo que se puede expresar que el estrés hídrico y climático al que están sometidas estas especies en el manglar responden ambientalmente a este factor de igual manera.

La gráfica de diversidad funcional muestra dos elipsoides el cual están inclinados hacia la izquierda donde nos muestra el PS y PF donde el vector está siendo jalonado hacia este lado del manglar indicando que estas dos variables son iguales o tienen cierto grado de similitud en el lado izquierdo; por otro lado, está el elipsoide perteneciente al lado derecho donde el vector se encuentra jalonado hacia este indicando mayor igualdad en este lado del manglar. Para el CFMS no se encuentra una variabilidad sujeta a alguno de los dos lados, ya que el vector está en el centro sin jalonar a algún lado en específico. En cambio al AF, no se le puede dar una explicación ya que está en el centro de todo el grafico sin algún vector; Pero para darle una mejor explicación a esta variable se hizo un análisis de media ponderada de la comunidad (CWM), donde con el diagrama de cajas podemos observar que para el AF si hay una diferencia ya que los individuos del lado derecho están distribuidos a lo largo de la zona muestreada, o sea uniforme, en cambio del lado izquierdo la mayoría de los individuos están presentes en un solo rango. Para el AFE, como se pudo observar en el análisis de componentes principales hay una gran diferencia siendo el lado derecho el de más variabilidad. Para la DM y los estomas, se hizo igualmente una media ponderada pero en este caso como lo hemos visto no es significativa la diferencia.

Para la diversidad funcional se analizaron 3 variables, La FRic, mide el volumen ocupado por la comunidad en el espacio de los rasgos, variabilidad que se da a lo largo de toda la zona del lado derecho muestreado, en cambio en el lado izquierdo del manglar solamente se representa en un pequeño fragmento de este. A diferencia de la anterior variable la FEve, mide la regularidad con la que las especies se distribuyen en el espacio de los rasgos, indicándonos que la mayor homogeneidad en la distribución se da en el lado izquierdo y no en el derecho a pesar de que el lado izquierdo fue más poca la diversidad de datos y finalmente la FDis, mide la distancia promedio al centroide de la comunidad en el espacio de los rasgos, la gráfica da a conocer que los individuos se distribuyen a lo largo y ancho del espacio muestral pero como se ha visto en las variables anteriores el lado derecho

es el que ocupa una mayor homogeneidad por su grado de conservación.(Pla, Casanoves, & Rienzo, 2015)

Finalmente para la diversidad taxonómica de especies se evaluó con los índices de diversidad verdadera donde en el grafico 1 se evaluó la diversidad según el índice de Shannon, siendo el lado izquierdo del manglar el más diverso, aunque sea el que presenta menor número de parcelas o en este caso como lo representa la gráfica con menor número de individuos. Ahora en el caso de la gráfica 2 que evalúa la dominancia de Simpson siendo este inversamente nos dice que la dominancia es mayor del lado derecho al ser el que tiene datos más robustos. Para finalizar para la curva de rarefacción nos indica que el número de unidades muestrales es menor en el lado izquierdo que en el derecho.

La deforestación fomenta la desaparición de las zonas originales del manglar, es día a día más evidente causando daños irreparables haciendo que estas zonas no vuelvan a ser las mismas y cueste su recuperación; además que se le está quitando espacio al manglar con proyectos de edificaciones por lo que no habría forma de volver a recuperar dichas zonas. Por otro lado, tenemos que 4 de las especies 10 encontradas en el manglar son plantas exóticas, las que a mediano y largo plazo podrían provocar una desaparición o simplificación tanto en composición de especies como en estructura, afectando de manera considerable el manglar, por su rápida reproducción y también por sus características morfológicas ya que representan para los pobladores plantas frescas y un buen sitio para pasar las olas de calor.

Para mitigar estos cambios la regulación ambiental y los agentes públicos y privados deberán hacerse cargo de estas zonas de manglar perturbadas, promoviendo charlas de concientización con los pobladores, ya que el beneficio a largo plazo podrá ser grande tanto para la ciudad como para las comunidades aledañas que habitan estos sectores vulnerables de la ciudad de Cartagena.

Conclusiones

El DAP y Altura que se obtuvo en la estructura vertical fue variable entre las dos orillas del manglar, dando a conocer que la incidencia antrópica en el lado derecho es menor con respecto al lado izquierdo ya que en este, la presencia de individuos jóvenes es alta.

Laguncularia racemosa y *Rhizophora mangle* son las especies predominantes en el manglar, ya que por adaptación y estructura de las especies tienen un papel importante en el mantenimiento de este ecosistema.

El análisis en la diversidad funcional muestra diferencias significativas, ya que el manglar en el lado derecho presenta más homogeneidad que en el del lado izquierdo donde se evidenció mayores espacios (destrucción del ecosistema) haciéndolo discontinuo y heterogéneo.

Se pudo evidenciar que hay incidencia de las actividades antrópicas sobre las especies, reflejada en aquellos espacios discontinuos de la mancha del manglar, el cual se debe a la tala y contaminación producida por los habitantes aledaños al manglar.

El 40% de las especies encontradas son exóticas, mostrando que la comunidad de mangle se encuentra con un significativo grado de disturbio, que puede incidir a mediano y largo plazo en la permanencia de esta comunidad, por lo que se requieren generar planes de manejo

Referencias

- Alberto, R. (2019). *Modulación del crecimiento inicial y la fisiología de Rhizophora mangle L. mediante cambios en el hidropériodo.*
- Angie P Beltran, T. comfenalco cartagena., & Leidys Suarez E., T. comfenalco cartagena. (n.d.). *DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE LOS CUERPOS INTERNOS DE AGUA DE LA CIUDAD DE CARTAGENA.*
- Benjamin, Elias, Gervacio, Herlinda, Bedolla, R. (2016). *Forest structure of the mangrove zone of the coyuca de Benitez, guerrero state.* 9(December 2016).
- Carlos Mora, Olga Burbano, Cuauhtemoc mendez, D. F. (2017). *Evaluación de la biodiversidad y caracterización estructural de un bosque de encino (Quercus L.) en la sierra madre del sur, Mexico.* 14, 68–75. <https://doi.org/10.18845/rfmk.v14i35.3154>
- Cristóbal, V., Méndez, A., Luis, J., Canche, P., Manuel, J., & Hernández, R. (2014). *Indicadores de diversidad, estructura y riqueza para la conservación de la biodiversidad vegetal en los paisajes rurales.*
- Diaz, J. M. (2011). *Una revisión sobre los manglares: características, problemáticas y su marco jurídico.* 7.
- Esteban, M. (2017). *ANÁLISIS DE LA DIVERSIDAD FUNCIONAL A NIVEL COMUNITARIO EN DOS ÁREAS DE BOSQUE ESTACIONALMENTE SECO EN COLOMBIA.*
- FAO. (2007). *THE WORLD'S MANGROVES.* 89.
- Ferrer, P. (2007). *Base estructural de un hábitat. Principios para su definición y diagnóstico.* 1–29.
- Gordo, J. F. A. (2009). *ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE UN BOSQUE NATURAL LOCALIZADO EN ZONA RURAL DEL MUNICIPIO DE POPAYÁN STRUCTURAL ANALYSIS OF A NATURAL FOREST AREA LOCATED IN THE RURAL MUNICIPALITY OF POPAYÁN.* 8.
- Jimenez., B. C. H. G. (2021). *Diagnóstico de áreas degradadas de manglar y propuestas de restauración ecológica en el estado de Guerrero, México Diagnosis of mangrove degraded areas and proposals for ecological restoration Benjamín Castillo-Elías Herlinda Gervacio-Jiménez José Angel.* (October). <https://doi.org/10.23913/ciba.v10i20.108>
- Luz, M., Rosa, D. E. L. A., Giraldo, C. J., Gómez, M. R., García, A., Espriella, D. E. L. A., ... Indias, C. D. E. (2008). *MANGLARES URBANOS DE LA CIUDAD DE CARTAGENA DE INDIAS: UNA APLICACIÓN A LA GESTIÓN AMBIENTAL.*

- Mateucci, S. D., & Colma, A. (1982). *Metodos para el estudio de la vegetacion*. (p. 86). p. 86.
- México, P., Val, E. Del, Espinosa, F. J., March, I. J., Esther, M., Mendoza, R., & Torres, G. (2006). *Especies Invasoras de Alto Impacto a la Biodiversidad*. 1–42.
- Moreno-casasola Patricia, infante mata dulce maria. (2016). *Conociendo los manglares, las selvas inundables y los humedales herbaceos*.
- Negret, B. S. (2016). *LA ECOLOGIA FUNCIONAL COMO APROXIMACION AL ESTUDIO, MANEJO Y CONSERVACION DE LA BIODIVERSIDAD: PROTOCOLOS Y APLICACIONES*.
- Pla, L., Casanoves, F., & Rienzo, J. A. Di. (2015). *Cuantificación de la diversidad funcional*. (January 2011).
- Regal, S. G. D. E., Fondo, A. S., Tecnolog, D. E. C., Bol, D. E., & Paz, D. T. (2019). *DESARROLLO DE UNA PROPUESTA SOSTENIBLE DE TURISMO CIENTIFICO EN EL SISTEMA INTERINO DE CUERPOS DE AGUA LAGUNARES, CARTAGENA DE INDIAS*. 1–127.
- Sanchez., E. O. M. H. G. (2007). *CONTAMINACIÓN DE MANGLARES POR HIDROCARBUROS Y ESTRATEGIAS DE BIORREMEDIACIÓN, FITORREMEDIACIÓN Y RESTAURACIÓN* Eugenia J. OLGUÍN *, María Elizabeth HERNÁNDEZ y Gloria SÁNCHEZ-GALVÁN. 3, 139–154.
- Sostenible, M. de ambiente y desarrollo. (2017). *Política nacional de cambio climático*.
- Velázquez-Salazar S., et al. (2020). *Manglares de Mexico*.
- Vera, A. (2021). *MANGLARES AMENAZADOS POR ECOSISTEMAS URBANOS : CASO LA CIUDAD DE MARACAIBO , ESTADO ZULIA , VENEZUELA* *Mangroves threatened by urban ecosystems : the case of the city of Maracaibo , Zuli ... ZULIA , VENEZUELA* *Mangroves threatened by urban ecosystems : the case of the city of Maracaibo , Zulia state , Venezuela*. (September).

Anexos

Ilustracion 6. Estomas actinociticos de *Thespesia populnea* en objetivo 40x

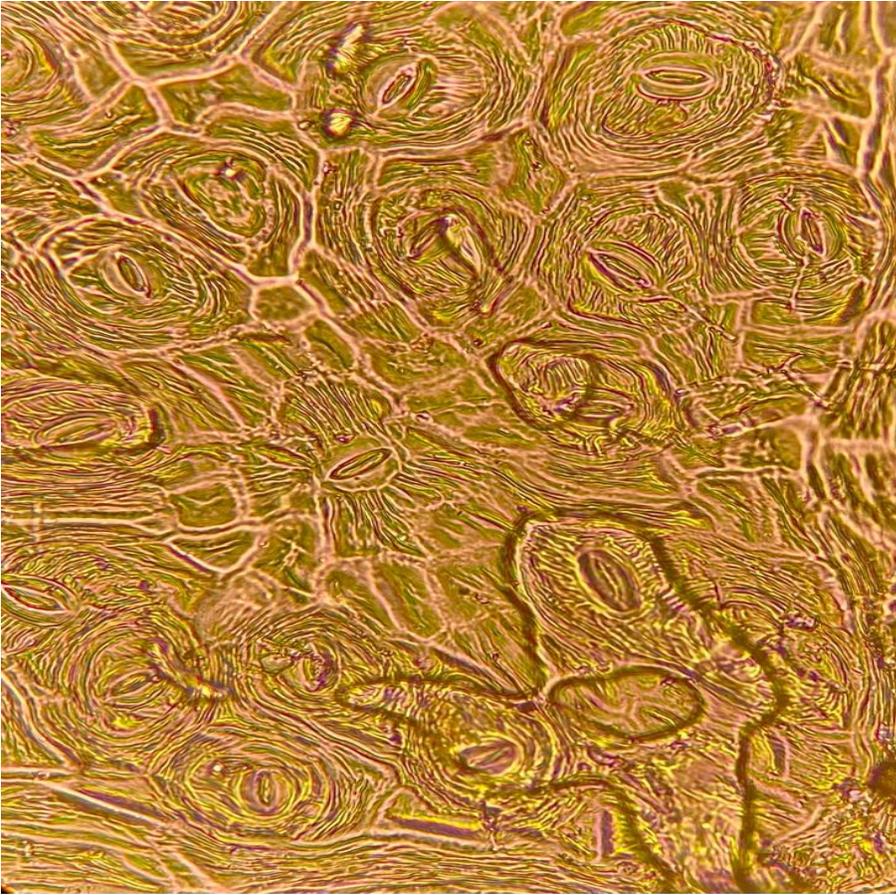
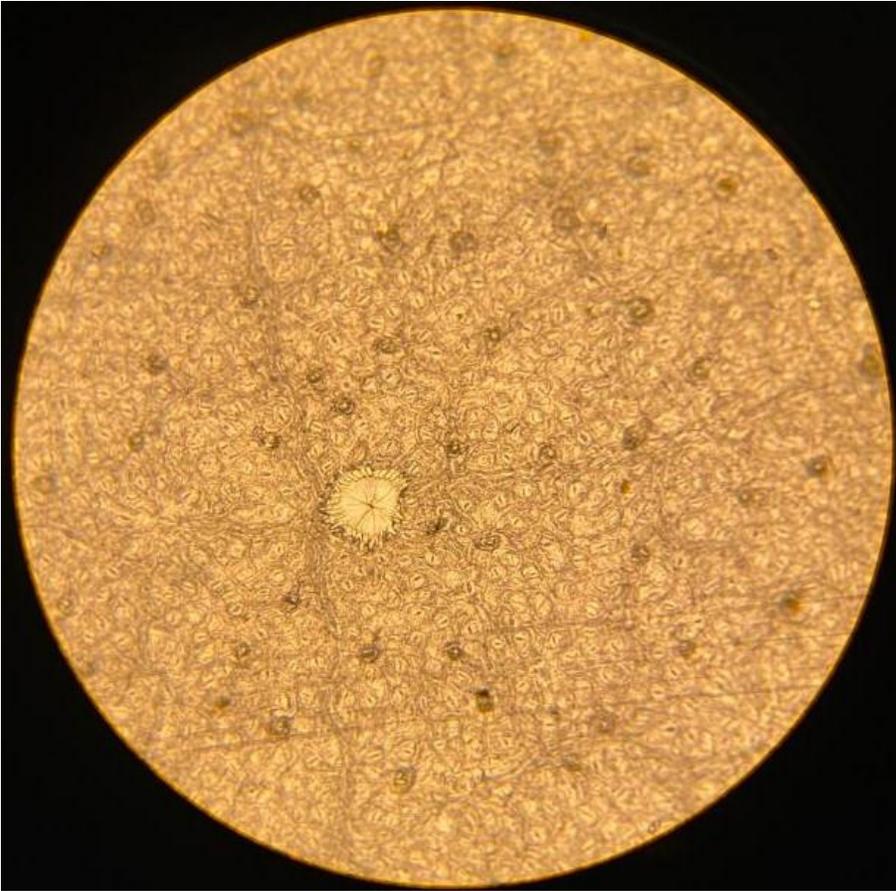


Ilustración 7. Estomas actinocíticos de *Thespesia populnea* en objetivo 10x



Ilustracion 8. Frutos de Thespesia populnea.



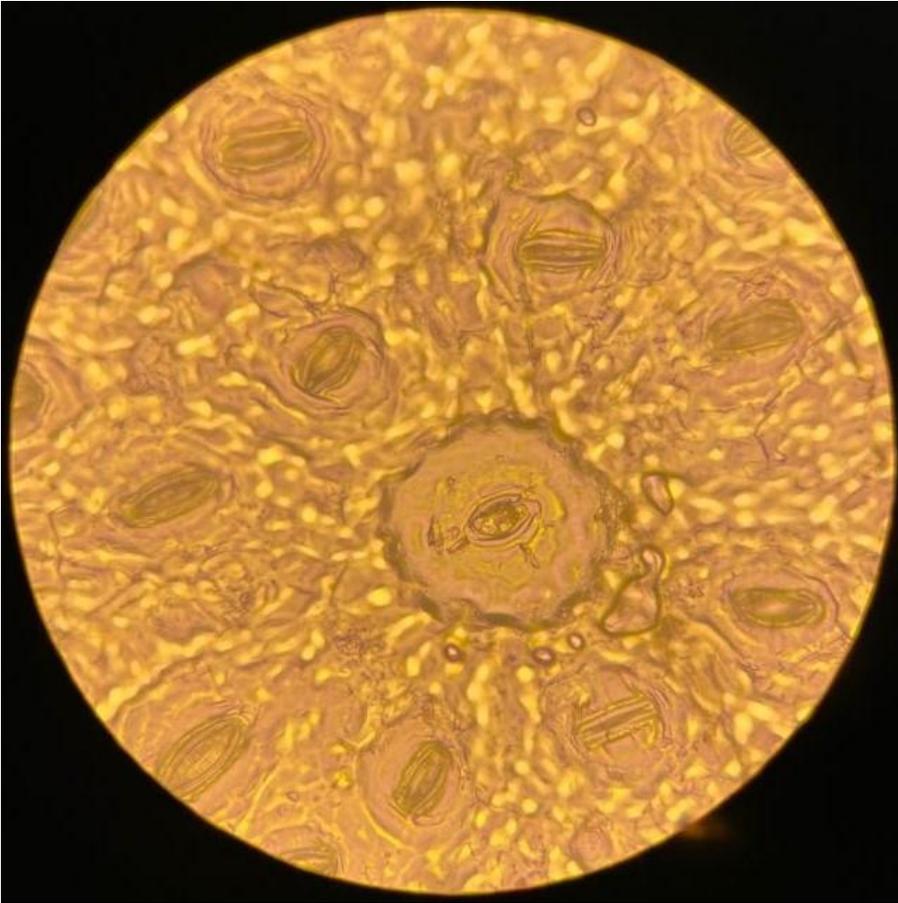
Ilustracion 9. Hojas de Thespesia populnea



Ilustracion 10. Frutos y hojas de *Rhizophora mangle*.



Ilustracion 11. Estomas de *Rhizophora mangle* en 40x.



Ilustracion 12. Hojas y frutos de Rhizophora mangle



Ilustración 13. Estomas de *Laguncularia racemosa* en 40x.



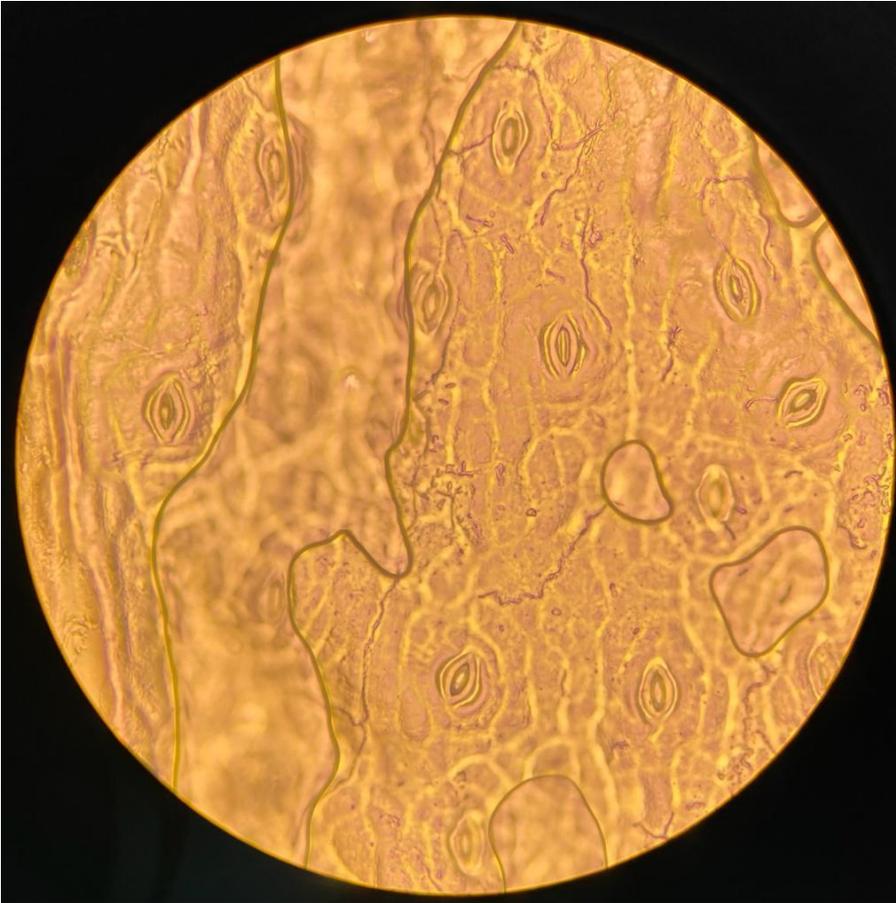
Ilustración 14. Flores de *Laguncularia racemosa*



Ilustracion 15. Laguncularia racemosa



Ilustracion 16. Estomas de Avicennia germinans en 40x



Ilustracion 17. Hojas y flores de Avicennia germinans



Ilustracion 18. Estomas de Avicennia germinans en 40x



Ilustracion 18. Frutos y hojas de Conocarpus erectus



Ilustracion 19. Flores y hojas de Conocarpus erectus

