

**DIRECCIÓN
NACIONAL DE
INVESTIGACIONES**

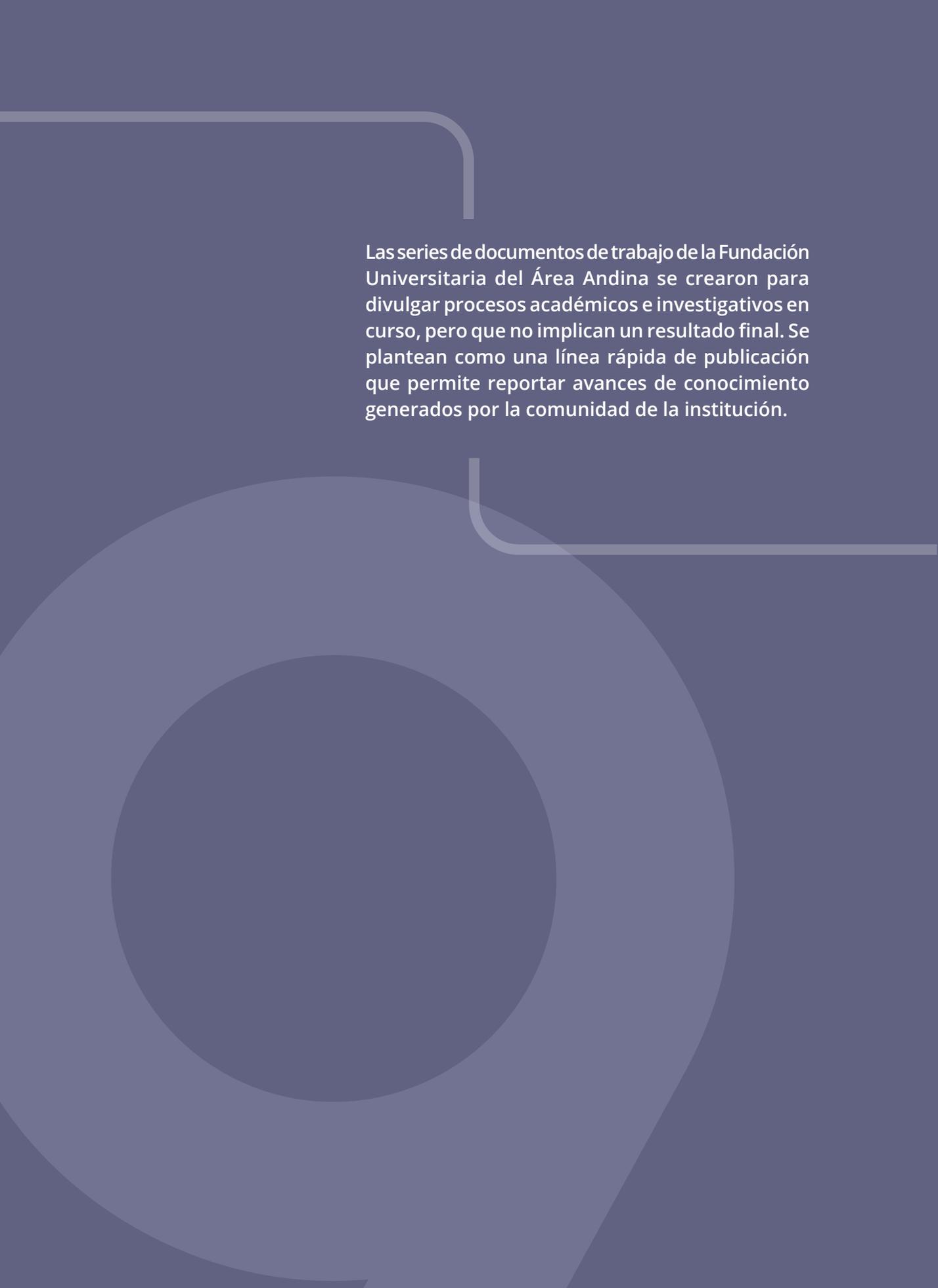
**DOCUMENTOS DE
TRABAJO AREANDINA
ISSN: 2665-4644**

**X CONGRESO
INTERNACIONAL
DE INVESTIGACIÓN
AREANDINO**

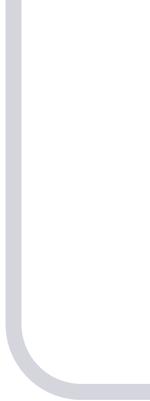
**TALA DEL MANGLAR EN
CARTAGENA DE INDIAS,
FACTOR DE RIESGO AMBIENTAL,
FRENTE A LA CULTURA SOCIAL**

Amalia Peña Rodríguez

AREANDINA
Fundación Universitaria del Área Andina

The background features a large, light blue circle on the left side. A horizontal line with a rounded end extends from the top left towards the center. Another horizontal line with a rounded end extends from the right edge towards the center, positioned below the first line. The text is centered in the upper right area of the page.

Las series de documentos de trabajo de la Fundación Universitaria del Área Andina se crearon para divulgar procesos académicos e investigativos en curso, pero que no implican un resultado final. Se plantean como una línea rápida de publicación que permite reportar avances de conocimiento generados por la comunidad de la institución.



Tala del manglar en Cartagena de Indias, factor de riesgo ambiental, frente a la cultura social



**Amalia
Peña Rodríguez**

Arquitecta de la Universidad Autónoma del Caribe, especialista en Conservación y Restauración del Patrimonio Arquitectónico de la Universidad Jorge Tadeo Lozano, magíster en Educación de la Universidad Simón Bolívar, candidata a Doctorado en Educación de la Universidad Simón Bolívar. Docente de investigación, adscrita al grupo de investigación GIADI, categoría B, de la Facultad de Arquitectura e Ingeniería Institución Tecnológica Colegio Mayor de Bolívar.

Correo electrónico: apena@colmayorbolivar.edu.co

Cómo citar este documento:

Peña Rodríguez, A. (2019). Tala del manglar en Cartagena de Indias, factor de riesgo ambiental, frente a la cultura social. *Documentos de Trabajo Areandina (2)*. Fundación Universitaria del Área Andina. <https://doi.org/10.33132/26654644.1706>

Resumen

El objetivo del proyecto se desarrolla ante la inquietud que surge por la tala indiscriminada del manglar sobre varios cuerpos de agua en Cartagena de Indias, factor de riesgo ambiental frente a cultura social, y considerando que para las Naciones Unidas, una de sus prioridades en Ciencia, Tecnología e Innovación, es importante encontrar soluciones de mejoramiento de sostenibilidad ambiental, esta propuesta se acoge al programa ubicado en el punto 3° de las metas ODS, numeral 6: “Agua limpia y saneamiento”. El proyecto se estructura dentro del área del ecosistema, que afecta directamente el equilibrio ambiental, compromete la Ciencias de la Salud e involucra la Educación, dado que existe un gran compromiso y responsabilidad en todas las entidades de educación superior. El proyecto tiene como finalidad el análisis de varios puntos sobre la Ciénaga de la Virgen, donde se desarrollan diversos ecosistemas. La tala indiscriminada de los manglares objeto de estudio pretende buscar mecanismos de concientización frente al contexto cultural y social, en pro del equilibrio ambiental. El Distrito de Cartagena se encuentra estratégicamente ubicado entre ellos predomina el ecosistema de manglar, vital para prever la contaminación, y salvaguardar la reproducción de múltiples especies. A pesar de la importancia del mismo, según el EPA (Cartagena, Caracterización de los manglares) es permisivo con la tala indiscriminada del manglar siempre modificada e impactado el territorio a lo largo de su historia sin una buena planeación más el relleno interno de los cuerpos de agua alteran el ecosistema de la ciudad.

Palabras claves: cuerpos de agua, cultura ambiental, ecosistema, mangles, sistemas, tecnologías.

Introducción

El proyecto de caracterización de suelos del manglar (físico-química) se realizó en la ciudad de Cartagena de Indias, la cual acorde a sus coordenadas está ubicada en la Latitud Norte 10° 26´ y Latitud Oeste en 75° 33´ llamado Ciénaga de la Virgen.

Los manglares de esta zona están gravemente expuestos al deterioro causado por la tala indiscriminada de los manglares en consecuencia sobre la explotación de sus recursos maderables, así como también por el desarrollo de obras de "adecuación" de tierras y por la alteración de los regímenes hidrológicos en sus áreas de asentamiento. En general diversos problemas de tipo ambiental se han generado por el manejo inadecuado de áreas donde predominan éstas especies. Para entender la naturaleza y fragilidad de estos ecosistemas se hace necesario una caracterización tanto física como química de los componentes del suelo en el cual se desarrollan estos ecosistemas, por ende será objeto de estudio el presente trabajo el de sus propiedades físicas y químicas del suelo en puntos neurálgicos donde se desarrolla el manglar de la ciudad de Cartagena,

El contraste problemático de impacto social causado por la delincuencia común utilizado como guarida, la adversidad al contexto cultural que prevalece la ciudad con el mal uso y depredación de la misma, entre otros aniquilando, talando, o desapareciendo en gran parte un buen porcentaje del bello, y significativo mangle silvestre que por sus propiedades benéficas esta entraña en su esencia, la búsqueda de mantener el equilibrio ambiental que despliega de la faja de arbustos de mangles existentes sobre la ciénaga de la virgen en Cartagena de Indias (figura 1).

Figura 1. Mangles silvestres de la zona de manglar de la Ciénaga de la Virgen.



Fuente: Periódico el Universal (2017).

Considerando que el mangle es un arbusto de las rizofóreas, de tres a cuatro metros de altura, cuyas ramas largas y extendidas dan unos vástagos que descienden hasta tocar el suelo y arraigar en él. Tiene hojas pecioladas, opuestas, enteras, elípticas, obtusas y gruesas; flores axilares de cuatro pétalos amarillentos; fruto seco de corteza coriácea, pequeño y casi redondo y muchas raíces externas en parte (Hogarth, 1999). Este tipo de vegetación es de vital importancia para el desarrollo de diversas especies, los Manglares constituyen su hábitat, igualmente dan otras respuestas como el de mantener el equilibrio y el de prever la contaminación.

Según Beltrán y Suárez (2010), el Manglar son bosques pantanosos, dominados por árboles llamados mangles ubicados en costas abiertas, tropicales y subtropicales de suelo plano, fangoso y aguas relativamente tranquilas; este nombre se aplica de manera general, a las asociaciones de vegetales costeros que poseen en común algunas características morfológicas y fisiológicas, a pesar de pertenecer sus árboles a grupos taxonómicos distintos.

Entre estas características se destacan las diferentes adaptaciones para ocupar sustratos inestables, marcada tolerancia al agua salada y salobre, adaptaciones para intercambiar gases en sustratos anaerobios y poseer reproducción por embriones (propágalo).

Entre los innumerables valores que posee el bosque de manglar, se halla la productividad de sus formaciones boscosas, su condición como hábitat, zona de alimentación y zona de refugio; desempeña un papel sobresaliente como importador y exportador de materia orgánica y de energía, por ser un ecosistema abierto. Además, contribuye a la protección de las costas, estabilizando y fijando el suelo.

Figura 2. Mangles formaciones boscosa en la Ciénaga de la Virgen.



Fuente: Carlos Castaño.

Figura 3. Tipos de mangle.



En el norte de Cartagena de Indias, capital del departamento de Bolívar, en Colombia se encuentra uno de los humedales costeros más importantes del país conocido como La Ciénaga de la virgen-Juan Polo o de Tesca.

Este se trata de una gran masa de agua salobre, que tiene un área superficial aproximada de 20 km² y una profundidad característica de 0,9 m³. En la Ciénaga de la Virgen y los canales internos que la enterque conectan con el mar, se albergan manglares que forman bosque y un ecosistema valioso y frágil debido a las constantes presiones que ejerce las comunidades aledañas a ellos (figura 2).

A la Ciénaga llegan las aguas provenientes de varios arroyos que se originan en la cuneca hidrográfica de la Ciénaga de La Virgen, que cubre una superficie de aproximadamente 500 km². También llegan aguas procedentes de drenajes pluviales del área urbana de la ciudad, acompañada por aguas residuales de las conexiones ilegales del alcantarillado, vertimientos de estaciones de servicio y residuos sólidos que arrojan los habitantes de las comunidades adyacentes a estos canales.

En Colombia según el Departamento Administrativo de Estadísticas (DANE) en el censo del 2005 y modificado en el 2008, el 17,4 % de la población colombiana vive con servicios inadecuados, la cobertura de alcantarillado es del 73,1 % y existe además de esto un gran contraste entre la cobertura en saneamiento básico en la zona urbana y la zona rural, siendo del 89,7 % y 17,8 % respectivamente.

El concepto de saneamiento ecológico se fundamenta en prevenir la contaminación de manera simple para evitar sus consecuencias, éste se basa en un ciclo cerrado que está relacionado en almacenar, tratar y reciclar la orina y las heces fecales para ser usadas posteriormente.

Este documento describe y revisa los diferentes métodos y sistemas existentes para el manejo de excretas a nivel domiciliario. Además, se plantea la posibilidad de implementar alguna de estas tecnologías, con el propósito de utilizar los componentes de las heces fecales y la orina tratadas, como nutrientes orgánicos de los suelos utilizados para el cultivo de alimentos.

En la ciudad de Cartagena se encuentran cuatro (4) de las cinco (5) especies de mangle que conforman el manglar del Caribe colombiano; mangle rojo (*Rizophora mangle*), mangle prieto (*Avicennia germinans*), mangle bobo (*Laguncularia racemosa*) y mangle Zaragoza (*Conocarpus erecta*).

El manglar inicialmente estuvo bajo la protección institucional de la "Dirección general y de vida silvestre" la cual manejaba el uso y conservación de los bosques, posteriormente, con la reforma de 1997, esta función es asumida por la "Dirección general de ecosistemas"; amparado por el Ministerio del Medio-ambiente, creado por la ley 99 de 1993. Al nivel regional la administración y control se halla adscrita por las Autoridades Ambientales, que, para el Distrito de Cartagena de Indias, está representada por el Establecimiento Público Ambiental "EPA" y en el área del departamento por la Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique "Cardique".

Mangle colorado (*Hervario Rizophora Mangle*) conocido como mangle rojo cuyas raíces aéreas son muy altas, parecidas a zancos que le permiten además de sostenerse, aumentar las zonas o superficies para el intercambio de gases a través de una serie de poros llamados lenticelas.

Figura 4. mangle rojo y mangle negro en el Caño Ciénaga de Las Quintas Juan Angola.



Esta se caracteriza por que crecen en la parte exterior de las franjas de manglar y en los bordes de los canales.

Estos árboles pueden alcanzar hasta 35 metros de altura, sus hojas tienen de 8 a 10 cm de longitud y 4,5 cm de ancho. El tamaño de las hojas refleja el vigor de la vegetación, tiene flores pequeñas de 2,5 cm de diámetro y cada una tiene 4 pétalos y es de color blanco amarillento; hay entre 2 y 4 flores por tallo. La corteza externa es de color gris claro, con manchas oscuras y en su cara interna es de color rosado. La madera es rojiza y no presenta anillos de crecimiento (figura 4).

Mangle Prieto Negro (*Avicennia germinans*) denominado comúnmente como mangle negro, por tener una corteza externa oscura y la interna amarillenta, los árboles de esta especie pueden alcanzar más de 20 metros de altura. Es la especie que mejor tolera las condiciones climáticas y es la especie dominante en áreas donde los suelos contienen altas concentraciones de sal.

Estos mangles se caracterizan por tener largas raíces subterráneas radiales de poca profundidad y pueden desarrollar ocasionalmente raíces adventicias de apoyo que se desprenden de parte baja del tronco. Además, tienen la capacidad de emitir neumatóforos que pueden extenderse a varios metros alrededor del tronco del árbol (figura 4).

Mangle Bobo (*Laguncularia racemosa*) conocido como mangle blanco, estos árboles pueden alcanzar hasta 20 metros de altura, pero generalmente se conocen como arbustos de unos 6 metros. Poseen un sistema de raíces radiales poco profundas, similar a las de mangle negro, con neumatóforos que se subdividen muy cerca de la superficie del suelo, del cual sobresalen muy poco (figura 5).

Mangle Zaragoza (*Conocarpus erecta*) conocido comúnmente como mangle botón o Zaragoza, estos mangles generalmente no sobrepasan los 10 metros de altura. La corteza es de color ceniza o café y las ramas de color verde amarillento cuando jóvenes, luego se tornan de color castaño. Produce una fruta redonda, lanosa y de color castaño, en forma de piña. Se desarrolla como arbusto, pero en terrenos favorables crece como árbol. Algunos no lo consideran un verdadero mangle sino una especie de perimetral, se encuentran en las partes más elevadas y sobre terrenos arenosos y menos saldos. Las flores son diminutas de 2 mm de ancho, verdes y fragantes.

No posee neumatóforos, y sus raíces pueden formar aletones para su sostén en terrenos blandos (figura 6).

Figura 5. Mangle Bobo en el caño Juan.



Fuente: Beltrán Reales y Suárez Esquivia (2017).

Figura 6. Mangles Zaragoza en la Angola Laguna Chambacú.



Fuente: Beltrán Reales y Suárez Esquivia:(2017).

Objetivos

General

Presentar un diagnóstico estratégico de solución para mitigar la tala indiscriminada del manglar de la Ciénaga de la Virgen en Cartagena de Indias, que motive al estado a cumplir con su responsabilidad y compromiso ambiental y a la comunidad en despertar la sensibilización y concientización, en aras de mantener el equilibrio, prever la contaminación y la protección y preservación de las especies.

Específicos

Realizar ensayos de laboratorio de suelos para determinar la clasificación de los suelos presentes en las zonas de Manglar en Cinco puntos estratégicos o estaciones donde se desarrollan bosques de Manglar en la ciénaga de la Virgen en la ciudad de Cartagena.

Determinar parámetros de salinidad, contenido de materia orgánica y pH en los suelos de manglares de la ciudad de Cartagena.

Realizar la revisión bibliográfica del material existente, relacionado con las especies nativas de las zonas en estudio; determinando los impactos negativos de orden social, cultural y económica, generados por la destrucción indiscriminada del manglar, ocasionados por la comunidad en sus distintos usos de vandalismo, y construcción de distintas obras civiles en la ciudad de Cartagena.

Definición del problema

Las formaciones vegetales de manglar se asocian normalmente a suelos salobres, considerados pobres físico-químicamente hablando, localizados en zonas de influencia de las mareas, tales como estuarios, lagunas y ensenadas, son muy comunes en zonas intertropicales, las cuales presentan condiciones innatas de temperatura, radiación solar, humedad relativa, formación de suelos y régimen hidrológico que hacen de esta zona diferente a las demás.

En Cartagena, existen gran variedad de Caños y sistemas lagunares internos. Estos ecosistemas, únicos e irremplazables, están siendo destruidos como consecuencia de la explotación abusiva a la que se les somete.

Entre las causas de su desaparición se destacan la explotación de maderera, su uso como medio de estabilización de suelos (pilotines de mangle), la construcción de vías que genera la tala y relleno de las

zonas aledañas a cuerpos de agua y en general el cambio de uso del suelo sin una planeación y mitigación de impactos, igualmente al uso inadecuado de la delincuencia común, abusando de estos como guarida de escondite o habitad, en el sentido del mal uso de estos, castrándolos o utilizándolos como rellenos sanitario, así como los procesos de dragado que se realizan continuamente en la Ciudad.

La principal motivación para el desarrollo de este proyecto se genera en la inquietud de poder demostrar que existen características propias tanto físicas como químicas de los suelos de 16 ecosistemas de Manglar que son únicas y especiales, y que actualmente están siendo impactadas negativamente gracias a que se depositan gran cantidad de residuos sólidos en la parte superficial del suelo de manglar, debido también al avance de las distintas obras civiles que se desarrollan en la ciudad; bajo la premisa de que este tipo de flora puede ser reubicada y puede adaptarse en cualquier otro tipo de suelo sin ningún tipo de afectación, además no se da la importancia a este recurso como especie que constituye un hábitat natural de la fauna nativa, y sus efectos benéficos proporcionando el equilibrio ambiental de las especies sobre todo el cambio del micro clima de las zonas intervenidas.

Formulación

¿Cuál sería el sistema de reparación del ecosistema de los manglares que garantice, una propuesta ambiental renovable y sostenible, en la ciudad de Cartagena de Indias, que aún bajo situaciones de carácter extremo en que se encuentra actualmente, sirva para dar solución o mitigar a la problemática de impacto ambiental, cultural, social y económica, e incluya la sensibilización del país y el mundo entero, como réplica de implementación opcional, en zonas que estén en condiciones similares?

Justificación

Muchas son las razones que justifica el desarrollo de este proyecto, aunque teniendo en cuenta, las de mayor relevancia podríamos empezar por Quizhpe Cordero y su artículo la "Importancia biológica del manglar y especies nativas".

- Favorecen la protección costera contra la erosión.
- Protegen y proveen alimento a los alevines y peces juveniles.
- Aproximadamente el 70 % de los organismos capturados en el mar, realizan parte de su ciclo de vida en una zona de manglar.
- Son considerados fuente de alimento para la población humana ya que alberga una gran cantidad de especies comestibles.

- Ofrecen una gran cantidad de alimento para las aves marinas residentes y a su vez acumulan alimento para las aves migratorias.
- Proveen un microclima adecuado para el desarrollo de las especies.
- Protegen contra la erosión costera derivada del oleaje y las mareas. El denso y alto del bosque de manglar es una barrera efectiva contra vientos de huracanes, aún durante temporadas de fuertes tormentas.
- Son un atenuador contra posibles cambios climáticos no sólo por ser fijadores de CO₂, sino además porque el manglar inmoviliza sedimentos ricos en materia orgánica.
- Atrapan contaminantes, compuestos orgánicos tóxicos persistentes y metales pesados.
- Se estima que por cada especie de manglar destruida se pierden anualmente 767 kg de especies marítimas de importancia comercial.

Los manglares en Colombia ocupan una extensión aproximada de 371 250 hectáreas, hallándose distribuidos en los litorales Caribe con 88 250 h y Pacífico con 283 000 h (Sánchez-Páez *et al.*, 1997a, 1997b). Estos ecosistemas han sido objeto de múltiples presiones a través de los años; no obstante, el reconocimiento en años recientes de su gran valor eco sistémico y las múltiples funciones de sus componentes harán de esta propuesta su desarrollo valga la pena.

Estado del arte

Para Villalba Malaver, el manglar es uno de los ecosistemas más interesantes e importantes que posee el planeta en regiones ecuatoriales y subtropicales, a través de los servicios que presta, los atributos que posee y las funciones que realiza (estudio descriptivo básico).

Los manglares son bosques inundados que se encuentran en la confluencia de aguas dulces y salobres, y están atravesados por canales navegables, llamados esteros, que aumentan y disminuyen su caudal al ritmo de las mareas. Los mangles son árboles que en su proceso evolutivo se adaptaron a las presiones de ese medio singular: desarrollaron mecanismos para eliminar los excesos de sal, para sostenerse en suelos inestables y para sobrevivir en sustratos sin oxígeno, y lograron semillas flotantes que se desarrollan parcialmente en el mismo árbol como base de sus estrategias de reproducción.

Los manglares son asociaciones vegetales que se ubican en la zona costera o en las orillas de ríos y son influenciadas por el mar y el agua dulce. Son reconocidas por presentar especies de árboles y plantas con adaptaciones especiales que les permiten tolerar la falta de oxígeno, altos niveles de salinidad y distintos patrones de inundación. Tales

adaptaciones les permiten colonizar suelos reducidos, inundados y salinos sujetos a cambios geomorfológicos. La combinación de estas adaptaciones morfológicas y fisiológicas no tiene parangón alguno con ninguna otra especie vegetal, por lo que son consideradas únicas y exclusivas de los manglares (Tomlinsson, 1986).

La producción neta de los manglares en las zonas donde hay suficiente lavado del suelo, se transfiere casi en su totalidad al mar como material vegetal o detritos. Este material compuesto principalmente de hojas y madera en descomposición tiende hacia el mar según el flujo hídrico de la zona. Los organismos detritívoros de diversos grupos lo aprovechan y transfieren energía a los sistemas marinos a través de la cadena trófica (Sánchez-Páez *et al.*, 2000b).

Los manglares son muy importantes para el hombre por las siguientes razones: exportan materia orgánica que es el alimento directo de diversos recursos pesqueros o estimulante de la producción primaria en el ecosistema acuático adyacente. Sustentan importantes pesquerías tropicales porque ofrecen refugio y alimento en las etapas críticas de los ciclos de vida de muchos peces, crustáceos y moluscos, que utilizan los manglares como áreas de reproducción y crianza. Del manglar se pueden extraer taninos, madera aserrable, postes, durmientes, leña y carbón constituyen en acervo genético fundamental para una comunidad diversa de plantas y animales que son importantes como patrimonio de la región, lo cual incrementa su valor científico, turístico y educativo.

En la zona costera los manglares reducen la erosión atenuando los efectos de olas y corrientes, ofrecen protección a los cambios climático – meteorológicos e hidrodinámicos, y son refugio de los depredadores a la variada fauna y flora que coexiste en el ecosistema (Yáñez-Arancibia y Lara-Domínguez, 1999).

Los suelos de las áreas de manglar son pantanosos, saturados de humedad, ligeramente ácidos y compuestos de limo, arcilla, arena y restos de materia orgánica en diversos estados de descomposición; en general, por ser ambientes de baja energía, hay preponderancia de fracciones finas (arcillas y limos).

Para Bodero, estos suelos contienen frecuentemente cantidades sustanciales de materia orgánica y un alto contenido de agua y debido a las intrusiones salinas causadas por las mareas, también contienen sales en proporción a la frecuencia de entrada de agua salada y al lavado por la escorrentía. La salinidad superficial de los suelos fluctúa entre 2 y 30 partes por mil.

Los suelos de manglar se caracterizan por un alto contenido de agua, de sal y sulfuro de hidrógeno, un bajo contenido de oxígeno y una

elevada proporción de materia orgánica (Lewis, 2005). Los manglares se desarrollan sobre todo en terrenos fangosos y aluviales que por lo general se forman mediante la sedimentación de partículas de suelo transportadas por el agua. A continuación, se describen algunas de las principales características de los suelos de manglares:

Salinidad: la salinidad en los sedimentos (salinidad intersticial) de los bosques de manglar depende del tipo de hidrología que prevalezca en ellos. Los manglares en las orillas costeras, reciben constantemente agua de mar. Por otro lado, los manglares ribereños son influenciados por agua salobre ya que reciben agua de los ríos y canales, al igual que agua de mar. La salinidad varía estacionalmente y depende de la altura y amplitud de la marea, de la precipitación pluvial y de las variaciones estacionales en el volumen de agua que les aportan los ríos, canales y escurrimientos de tierras arriba (Olguín, Hernández y Sánchez-Galván, 2007). La salinidad en los suelos de bosques de manglar que se encuentran adyacentes a ríos es menor que la salinidad en el agua de mar. Por otro lado, en los manglares localizados en las orillas de la costa, la salinidad es más alta que la del agua de mar, debido al proceso de evaporación. En general la salinidad aumenta cuando el intercambio con la marea se interrumpe (Mitsch y Gosselink, 2000).

Oxigenación: la penetración de oxígeno y consecuentemente la descomposición aeróbica en los suelos de ecosistemas costeros están limitados a unos cuantos milímetros de profundidad (Holmboe *et al.*, 2001). Más abajo, los suelos de bosques de manglar presentan condiciones reducidas con potenciales de óxido-reducción en el rango de -100 a -400 mV, estos como consecuencia de las condiciones de inundación que prevalecen en ellos (Mitsch y Gosselink, 2000). En las zonas anaeróbicas, la respiración bacteriana utiliza NO_3^- , MnO_2 , FeOH , $\text{SO}_4^{=}$ y CO_2 como aceptores finales de electrones (Holmboe *et al.*, 2001). El grado de reducción depende de la duración de la inundación y de la apertura del ecosistema a flujos de agua dulce y salada. El oxígeno puede ser transportado a la zona de la rizosfera a través del tejido parénquima que poseen los árboles de mangle, creando micro-sitios aeróbicos en esa zona. Asimismo, los flujos superficiales de agua en los suelos de manglares, ayudan a disminuir las condiciones reducidas en ellos, porque dichas aguas contienen oxígeno disuelto que es difundido hacia los suelos (Mitsch y Gosselink, 2000).

Acidez: los suelos de los bosques de manglares son generalmente ácidos (Suprayogi y Murray, 1999). Las altas condiciones reducidas de los suelos y la consecuente acumulación de sulfitos causan condiciones

de acidez extrema. Se ha reportado que los sedimentos de manglares pueden acumular hasta 0,1 kg S m⁻³ año⁻¹ (Dent, 1992). Si los suelos de manglares son drenados, removidos o dragados, los depósitos de azufre (en forma de pirita) son liberados y, por tanto, oxidados a ácido sulfúrico, causando más acidez.

Materia orgánica: la alta productividad primaria neta y la baja tasa de respiración del ecosistema de manglar, lo hace un sistema muy eficiente para la secuestación de carbono (Jennerjahn y Ittekkot, 2002). Adicionalmente, los sedimentos marinos o los de ríos también son fuente de materia orgánica para los suelos de bosques de manglar. La acumulación de materia orgánica en esta clase de suelos está influenciada por el tipo de hidrología, por las condiciones climáticas y de inundación, así como por las especies de vegetación que lo constituyen.

En los manglares que se encuentran en cuencas bajo condiciones de inundación permanente, la materia orgánica puede exportarse en forma disuelta. En contraste, si los manglares se encuentran en zonas de flujo constante de agua, como en las orillas, la materia orgánica se exporta en forma de partículas suspendidas (López-Portillo y Ezcurra, 2002). Bouillon *et al.* (2003) estudiaron la acumulación de materia orgánica en suelos de tres bosques de mangle, dos de ellos localizados en la India y uno en el sureste de Sri Lanka. Los tres bosques estaban conformados por las especies de mangle *Rhizophora spp*, *Exoecaria agallocha* y *Avicennia officinalis*. Cuando se tomaron muestras de suelo de cada bosque, encontraron que en suelos con *Rhizophora spp*, el contenido de carbono orgánico fue más alto que los suelos colonizados con *E. agallocha* o *A. officinalis*.

Hay manglares de diferentes especies; en Colombia se distinguen claramente siete, de las más de cuarenta que hay en el mundo. En las franjas costeras del Caribe y el Pacífico predomina el mangle rojo (*Rhizophora mangle*), así denominado por la abundante tintura de su corteza, y fácilmente reconocible gracias a sus raíces que parecen enormes arañas, lo que ha hecho que al manglar se le conozca localmente como el maicero (Sociedad Geográfica de Colombia).

El mangle rojo se reproduce mediante la auto fertilización; esta forma cerrada de reproducción propicia poca diversidad genética dentro de cada especie. Como resultado de lo anterior, puede que el mangle rojo sucumba fácilmente ante la presencia de contaminantes u otros agentes ambientales. Si el mangle rojo se extingue, todas las demás especies de mangle sufrirán graves consecuencias.

Conocarpus erecta (Mangle botón o Mangle Zaragoza). Generalmente no se considera un verdadero mangle, sino una especie perimetral, se

encuentra en las partes más elevadas y sobre terrenos arenosos y menos salados. Frecuentemente se desarrolla como arbusto, pero en terrenos favorables se desarrolla como árbol, alcanzando alturas de 5 a 7 m.

Es la única especie de mangle con hojas alternas, tiene pecíolos muy cortos con láminas elípticas o elíptico lanceoladas, tienen de 4 a 9 cm de largo y de 2 a 3,5 cm de ancho. Posee 2 glándulas en la base de la lámina de la hoja.

Las flores son diminutas de 2 mm de ancho, verdes y fragantes, reunidas en inflorescencias globulares de 6 a 12,5 mm de diámetro. Los glóbulos se convierten en una fruta agregada y redonda.

Laguncularia racemosa (Mangle blanco – Mangle amarillo). Los árboles tienen generalmente una altura de 4 a 6 m, aunque alcanza hasta 20 m. Su tronco tiene una corteza fisurada, característica que lo distingue del mangle negro, que tiene una corteza enteriza.

Las hojas son pecioladas, con pecíolos de 1 a 2 cm de largo, rojizos y con 2 glándulas colocadas en ambos lados de la porción distal. Son opuestas, simples, enterizas y oblongas con un ápice redondeado y de textura coriácea y succulenta. La superficie superior (haz) es verde grisáceo y el envés más claro.

La vulnerabilidad de los ecosistemas de manglar conformados por ocho especies (*Avicennia germinans*, *Conocarpus erectus*, *Laguncularia racemosa*, *Pelliciera rhizophorae* y *Rhizophora mangle* en el Caribe; y *A. germinans*, *C. erectus*, *L. racemosa*, *Mora oleifera*, *P. rhizophorae*, *R. harrisoni*, *R. mangle* y *R. racemosa* en el Pacífico), y la constante presión a la que han sido sometidos por la acción antropogénica, han generado diversos ensayos para su recuperación en las costas colombianas, revisión bibliográfica y nuevas experiencias.

Según el Banco Mundial y la Sociedad Internacional de los Ecosistemas de Manglar (ISME), las principales causas de la pérdida de los manglares son las actividades antropogénicas (Macintosh y Ashton, 2004). Así mismo, en el Caribe la destrucción de los manglares ha avanzado a pasos agigantados.

Ellison y Farnsworth (1996) mencionan que, en total, en la región, hay una pérdida anual del 1 % y que este valor es mayor en los manglares de tierra firme (1,7 %). Muñoz y Quesada (2006). Adicionalmente, clasifican a las perturbaciones humanas en cuatro grupos: extracción, contaminación, reclamación de tierras y cambio climático. Ambientes Marino Costeros de Costa Rica.

La construcción de obras civiles especialmente en cuanto a vías de comunicación como carreteras, canales y vías férreas en la costa Atlántica principalmente, así como la edificación y adecuación de muelles, la

ampliación de centros urbanos, ha contribuido a la desaparición y degradación de los bosques de manglar (Inderena, 1991; Yanine-Díaz, 1991).

En el Caribe, debido a su desarrollo económico y social, los impactos sobre los ecosistemas han ido adquiriendo proporciones devastadoras. Basta considerar las principales áreas afectadas y sus causas: (1) Troncal del Caribe entre Barranquilla y Ciénaga, trazada a través de importantes áreas de manglar de la Isla de Salamanca y la Ciénaga Grande de Santa Marta, (2) Vía Coveñas y Tolú, a través de áreas de manglar de las ciénagas La Caimanera y El Francés, (3) La comunicación de Cartagena y Barranquilla a través del denominado Anillo Vial a través de los manglares de la Ciénaga de La Virgen o de Tesca, (4) La construcción y adecuación de los muelles en la Bahía de Cartagena (53 en total, hasta 1995) y Turbo, (5) los dragados y rectificaciones del Canal del Dique, (6) la construcción de camaroneras en el Canal del Dique, Isla Barú, Bahía de Barbacoas y Bahía de Cispatá, (7) la ampliación de centros urbanos sobre las zonas de manglar, tales como Cartagena, Coveñas, Tolú y Turbo y, (8) la adecuación de áreas para el turismo, como construcción de hoteles, casas de campo, marinas, especialmente en las Islas de San Andrés, del Rosario y de San Bernardo, lo que ha causado fuertes impactos detectados en los litorales continentales de los Departamentos de Bolívar, Sucre y Córdoba.

Realizar ensayos de laboratorio de suelos para determinar la clasificación de los suelos presentes en las zonas de manglar en cinco puntos estratégicos o estaciones donde se desarrollan bosques de manglar en la ciudad de Cartagena.

Determinar parámetros de salinidad, contenido de materia orgánica y pH en los suelos de manglares de la ciudad de Cartagena.

Realizar la revisión bibliográfica del material existente, relacionado con las especies nativas de las zonas en estudio; determinando posibles impactos negativos de orden social y cultural, generados por la destrucción de los bosques de manglar ocasionados por la comunidad en sus distintos usos de vandalismo, y construcción de distintas obras civiles en la ciudad de Cartagena.

Marco legal

El Gobierno Nacional de Colombia ha promovido, a través del Ministerio del Medio Ambiente, políticas de conservación de los ecosistemas de manglar, existen además organismos no gubernamentales que se dedican a la conservación y protección de estos ecosistemas también dentro de las normas legales recientes, conviene mencionar las Resoluciones 1602, de 1995, 020 de 1996, 257 y 924 de 1997, 233 de 1999 y 924 del 2000

que han sido promulgadas con miras a lograr un ordenamiento de los ecosistemas de manglares en el país. Además de éstas, existen varias normas del nivel nacional y regional que en forma directa e indirecta tienen que ver con los manglares; La tabla 1 presenta un resumen de la normatividad relacionada con ecosistemas de Manglar.

Metodología

Para el desarrollo del presente trabajo de investigación se realizó un análisis cuantitativo y cualitativo de muestras de suelo ó sustrato superficial ($H \leq 1,0$ m) de soporte de las diferentes comunidades costeras tropicales de Mangle, que proliferan en la ciudad de Cartagena. Para el cumplimiento de lo anterior se siguió el siguiente esquema metodológico:

Realizar revisión bibliográfica de la información existente de los Ecosistemas nativos de Manglar en la Ciudad de Cartagena, obtener información secundaria de las empresas encargadas de la parte ambiental de la Ciudad de Cartagena, tal como la Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique (Cardique), diferentes trabajos realizados a nivel de tesis y estudios realizados por el Establecimiento Público Ambiental (EPA).

Localizar y georeferenciar las zonas o estaciones en las cuales se presenta el desarrollo de bosques de Manglar en la Ciudad, teniendo como referente el estudio realizado por la entidad EPA Cartagena, dicho estudio caracterizó tipos de mangle en cinco puntos estratégicos de la ciudad. Obtener información complementaria relacionada con la Caracterización del Suelo mediante la ejecución de Apiques a 1,0 m de profundidad y realización de ensayos de laboratorio (figura 7).

Figura 7. Toma de muestra en zona los mangles de Cartagena de Indias



Fuente: Beltrán Reales y Suárez Esquivia (2017).

Tabla 1. Normas principales y específicas sobre los manglares de Colombia.

Normas nacionales	Objeto	Comentario
Ley 47, febrero 19 de 1993. Ley 136, junio 2 de 1994 Resolución 190 Minagricultura, octubre 19 de 1987.	Por medio de la cual se dictan normas especiales para la organización y funcionamiento del departamento Archipiélago de San Andres, Providencia y Santa Catalina.	En el Artículo 26 se incluyen todos los Manglares del archipiélago como recursos naturales de protección especial.
Ley 136, junio 2 de 1994.	Para el cual se dictan normas tendientes a modernizar la organización y funcionamiento de los municipios.	Con la relación al Artículo 12, declara como nacional, los manglares del archipiélago de San Andres, Providencia y Santa Catalina.
Resolución 190 Minagricultura, octubre 19 de 1987.	Aprobó el acuerdo 52 de 1987 Inderena que alindero el área del parque nacional natural de Utria.	En la ensenada de Utria, se ubican sectores que contienen poblaciones de Manglares. En el Norte de Chunga, Terrón Colorado y la Aguara norte, en el extremo sur la Aguara Sur.
Resolución 1021 Minambiente, septiembre 13 de 1995.	Por el cual se reserva, alindara declara como parque nacional natural Gorgona.	El parque ocupa un área de Manglar significativo de Manglar en la Isla de Providencia.
Resolución 1265 Minambiente, octubre 25 de 1995.	Realindero el parque nacional natural Gorgona.	En el Parque se encuentra un complejo cenagoso de la margen derecha del río Magdalena, atravesado por manglares bosques indudables y pantanosos de aguas dulces entre otros.
Resolución 1602 Minambiente, diciembre 21 de 1995.	Por medio del cual se dictan medidas para garantizar la sostenibilidad de los Manglares en Colombia.	Primera norma nacional especialmente, relacionada con los ecosistemas de los Manglares.
Resolución 020 Minambiente, enero 9 de 1996.	Por medio de la cual se aclara la resolución 1602 de diciembre 1995 y se dictan otras disposiciones.	Se modifican los artículos 2 y 3, se respaldan todas las veces a nivel departamental se exigen licencias ambientales para las otras industrias o actividades que utilizan el manglar o sus recursos asociados.
Resolución 186 Minambiente, junio 6 de 1996.	Por medio de la cual se determina el valor de establecimiento y mantenimiento que se reconocerá por concepto de incentivo forestal para el caucho, y se actualiza la lista de especies, incluye a de manglares, objeto de incentivo forestal.	En el artículo 4, que actualiza la lista de especies forestales objeto de incendios incluyen avicennia gemiras, laguncularia racemosa y rbozopbora mangle.
Resolución 1425 Minambiente, diciembre 20 de 1995.	Realindero el área del parque nacional los corales del Rosario y San Bernardo.	Dentro de los límites del parque, el bioma dominante es el manglar, que carecen asociados a ciénagas costeras y lagunas internas y también se erigen en islotes o en el propio mar.
Ordenanza 012 concejo de San Andres isla, junio 29 de 1993.	Por medio de la cual se crea la zona especial de reserva de manglar comprendidas entre bahía hooker y bahía Onda.	En el artículo 3 ratifica que se trata de una reserva de manglar, y en el artículo 26 se destina la zona de manglar baldía, con referencia catastral 01-37-00-053-000.
Acuerdo 023 Bis Departamento Administrativo del Medio Ambiente de Cartagena, noviembre 26 de 1996.	Por el cual se declara una zona de Reserva Ecológica y Manejo Ambiental.	En el artículo 26 se destina la zona de manglar baldía con referencia catastral 01-37-00-053-000 como zona de reserva ecológica y parque forestal y zoológico, en el artículo 30, el área se denominara parque forestal y zoológico cacique Dulio, jefe de la cultura indígena caribe, cerca a la desembocadura del canal del Dique en la Bahía de Cartagena.

Resultados/productos

Mediante esta investigación se logró recoger toda la información pertinente y sistematizar un cúmulo de experiencias obtenidas desde el ejercicio profesional y analizarlas desde otro punto de vista (desde la academia), para poder orientarlas hacia un planteamiento propositivo que se constituyó en un aporte a los puntos de muestreo escogidos, corresponden a ecosistemas de manglar en las zonas de Crespo, Marbella, Chambacú, Caño de Basurto – Manga, Ciénaga de la virgen – Zona Norte.

En cada estación de muestreo se realizaron tres apiques de un metro de profundidad, la metodología empleada establece la realización de una parcelación de 5 m x 20 m de longitud, donde los apiques estarían localizados en los extremos y centro del rectángulo definido. La localización y coordenadas de los apiques realizados, en las diferentes estaciones, se indican en la tabla 2 mostrada a continuación: según se muestra en la figura 8.

Por lo anterior, se realizó dialogando con personas bien informadas sobre la comunidad, y mediante encuestas se pudo obtener de forma rápida y contundente todas las informaciones, que sirvió para orientar el trabajo, y la buena selección de los informantes que de alguna manera fueron de gran utilidad y fundamental para la validez de la información.

Para la validación de la información fue necesario organizar y clasificar toda la información recogida que posteriormente sirvió para concertar, confrontar y retroalimentar con la comunidad los resultados obtenidos mediante reuniones de socialización. Todo lo anterior expuesto se hizo a través de las siguientes fases:

Figura 8. Toma de muestra, Apiques de un (1.0 mis.) Parcelación de 5 m x 20 m.



Fuente: Beltrán Reales y Suárez Esquivia (2017).

Fase 1. Diagnóstico

Recopilación de información: Se obtuvieron fuentes secundarias sobre la zona, experiencias del entorno del sector pobladas por fajas de estos bellos arbustos de Mangles que crecen silvestres bordeando los cuerpos de aguas en mención del mar Caribe y Ciénaga de la Virgen, se identificaron los sitios de ubicación y se establecieron las diferencias de las distintas especies donde se encuentran y los ecosistemas que los involucra el área de estudio: se realizó un recorrido riguroso de la zona de estudio, para la presentación de la propuesta a la comunidad.

Fase 2. Trabajo de campo

Se identificaron los grupos de trabajo representativos de los diferentes actores presentes en la zona. Se recolectó la información por medio de los instrumentos anteriormente mencionados.

Fase 3. Procesamiento y análisis

Se realizó la recolección de la información y se determina, tanto la comunidad como al sector o zonas de Manglares, dando lugar a un diagnóstico que se determina en el Área de Investigación de la población costera de Cartagena.

El sector, cuenta con dos delimitantes de gran importancia para el sector, como lo son:

- El Mar Caribe, La vía al mar,
- La laguna Ciénaga de la Virgen, y Canales Naturales.

Aspecto biofísico:

Clima: Cálido tropical.

Topografía: 1 m sobre el nivel del mar.

Humedad relativa: 65 %.

Temperatura: 30° y 34° C. Día – 21° y 26° Noche.

Nivel Freático: 50 cm aproximadamente.

Cuerpos de agua: Mar Caribe y Ciénaga la Virgen.

Vegetación: mangle, palmeras, almendra, coco, roble, mata ratón.

Las zonas definidas para el proyecto, se definen a continuación:

Zona Norte (Ciénaga de la Virgen): en esta zona encontramos especies nativas de Mangle de tipo *Laguncularia racemosa* y *Conocarpus erecta*, como característica general de la zona se encontró que este lugar ha modificado el uso del suelo, debido a la construcción de la Vía al mar y

el proyecto de expansión y construcción de edificaciones, para lo cual fue necesario realizar rellenos compactados y la construcción de taludes en material de zahorra (figura 9).

Gola: esta es una zona donde también se ha llevado a cabo un cambio en el uso del suelo, inicialmente era una zona de caños y bosques de manglar y con la expansión de los asentamientos urbanos y la construcción de la avenida Santander se realizaron distintos tipos de rellenos. Las especies de Mangle dominantes son: *Avicennia germinans* y *Rizophora mangle*.

Marbella (Caño de Juan Angola): esta es una zona que se ha visto muy deforestada debido a la tala, relleno indiscriminado de cuerpos de agua con escombros y posterior construcción de edificaciones, de forma tal que el bosque de manglar se ha visto muy reducido. Las especies predominantes son: *Avicennia germinans*, *Terminalia catappa* y *Thespesia populnea*.

Chambacú: en esta zona encontramos gran variedad de especies de mangle, tales como *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa*, *Prosopis juliflora* y *Rizophora mangle*; como característica de esta zona podemos anotar que sido una zona muy intervenida, debido a la construcción de edificaciones, rectificación de cursos de agua, dragados y en general la acción antrópica para construcción de vías.

Figura 9. Caracterización de los suelos de mangles en Cartagena de Indias.



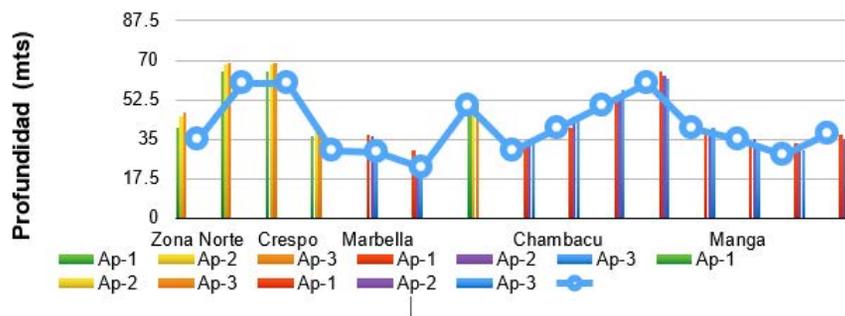
Manga: En esta zona gran parte de los mangles han sido deforestados y se ha dado paso al dragado y relleno de zonas para la construcción de vías, paseos peatonales y además presenta un problema adicional, la disposición indiscriminada de residuos sólidos.

Encontramos predominio de *Avicennia germinans* y en menor proporción *Tabebuia rosea* y *Terminalia catappa*. Se realizaron ensayos de laboratorio al conjunto de muestras recuperadas a 0,5 m y 1,0 m de profundidad, referenciadas como muestra M-1 y M-2 en todas las zonas de muestreo; los ensayos realizados fueron de granulometría, límites de Atterberg, humedad natural, contenido de material orgánico, pH y salinidad, con lo cual se obtuvieron los siguientes resultados.

Como puede observarse en la tabla 3, el estrato predominante en 4 de las 5 zonas es granular, es decir que, el sustrato de soporte del 80 % de las zonas exploradas está conformado por arenas limosas pardas y grises, mezcladas con caracolejo, caracuchas menudas y con rastros orgánicos; sólo el 20 % de las zonas restantes son material cohesivo, conformado por arcillas y limos de baja plasticidad, grises y con rastros de material orgánico. La zona de predominio de material cohesivo y considerado para este estudio de condiciones atípicas fue la zona de Manga, colindante con el Caño de las Quintas.

Los datos de humedad natural, contenido de material orgánico y profundidad de nivel freático se indican en la tabla 4; donde los resultados muestran la presencia de niveles freáticos a poca profundidad (figura 10), es decir superficiales, entre 0,24 m y 0,60 m, lo cual es un indicador de la existencia de gran contenido de agua libre dentro de los poros de la estructura del suelo, condición que es importante, si se tiene en cuenta que la forma como realizan la absorción de nutrientes las plantas es a partir de minerales y sales disueltas en el agua, por tanto, lo anterior es un aspecto vital para el desarrollo de bosques de manglar.

Figura 10. Nivel de Agua Freática según zona de Estudio.
Profundidad de agua freática.



Fuente: elaboración propia.

En cuanto al contenido de humedad, fue realizada una comparación entre la variación de la humedad a 0,5 m de profundidad y el contenido de humedad a 1.0 m, tal como se observa en las figura 11.

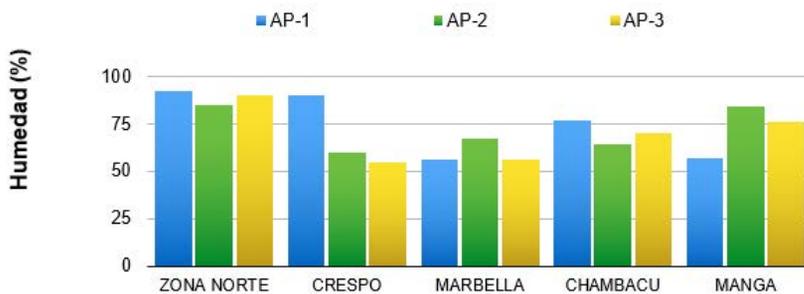
De los resultados presentados en la figura 11, se evidencia que aproximadamente el 50 % de las muestras recuperadas a 0,5 m de profundidad presentan valores de humedad natural por encima del 70 %, mientras que para las muestras recuperadas a 1,0 m de profundidad más del 90 % presenta valores de humedad alrededor del 70%, lo cual indica la presencia de gran cantidad de agua disponible para el sistema radicular del manglar, confirmando los resultados de obtención de nivel freático.

El contenido de materia orgánica se analizó comparativamente en las cuatro zonas de Crespo, Zona Norte, Marbella y Chambacú, la zona de Manga se analizó independientemente, debido a que presenta condiciones diferentes ya que es un suelo cohesivo y no granular como las demás zonas.

Se observó que el contenido de material orgánico del 50 % de las muestras recuperadas a 0,5 m de profundidad (figura 12), de las cuatro zonas en mención, es superior a 30 %, mientras que en las muestras recuperadas a 1,0 m de profundidad el contenido de materia orgánica disminuye, encontrándose el 83,3 % de las muestras con valores entre el 10 % y el 30 %. Para la zona de Manga, cuya estratigrafía es netamente cohesiva, se registraron valores de contenido de material orgánico entre 25 % y 60 % a 0,5 m de profundidad y entre 50 % y 70 % en muestras recuperadas a 1,0 m de profundidad, haciendo evidente la capacidad de fijación de materia orgánica por parte de suelos cohesivos.

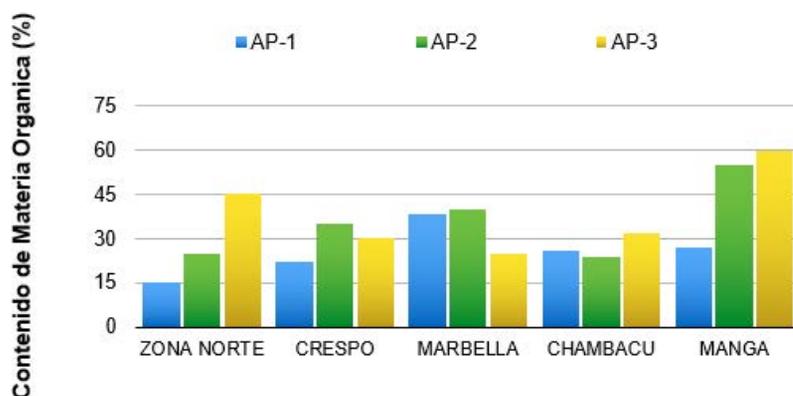
En el proyecto de investigación también se realizaron mediciones de para determinar parámetros químicos del suelo. En la tabla 2 se muestran los resultados obtenidos de los ensayos de laboratorio.

Figura 11. Contenido de Humedad muestras recuperadas a 1,0 m de profundidad.



Fuente: elaboración propia.

Figura 12. Contenido de Humedad muestras recuperadas a 10 m de profundidad. Contenido de materia orgánica a 0,5 m.



Fuente: elaboración propia.

Tabla 2. Parámetros químicos del suelo.

Estacion	Apique	Muestra	PH	Salinidad PPM	Especie de manglar predominante
Zona norte	AP-1	M-1	8.06	1.9	<i>Conocarpus erecta</i> <i>languncularia racemosa</i>
	AP-2	M-1	8.19	2.1	
	AP-3	M-1	8.23	1.6	
Marbella	AP-1	M-1	7.90	1.7	<i>Avicennia germinans</i> <i>rizophora mangle</i>
	AP-2	M-1	8.01	1.9	
	AP-3	M-1	8.18	1.6	
Crespo	AP-1	M-1	7.20	1.6	<i>Avicennia germinans terminalia</i> <i>catappa thespecia populnea</i>
	AP-2	M-1	7.46	1.5	
	AP-3	M-1	7.56	1.4	
Chambacu	AP-1	M-1	9.02	0.34	<i>Avicennia germinans</i> <i>languncularia racemosa prosopis</i> <i>juliflora rizophora mangle</i>
	AP-2	M-1	9.45	0.40	
	AP-3	M-1	9.95	0.20	
Manga	AP-1	M-1	7.08	1.0	<i>Avicennia germinans tabebuia</i> <i>rosea terminalia catappa</i>
	AP-2	M-1	7.80	1.5	
	AP-3	M-1	7.22	1.7	

Fuente: elaboración propia.

Otro aspecto de gran importancia lo constituye la distribución de especies de Manglar por zona (tabla 2) y el predominio de las mismas dentro del estudio realizado.

La figura 12 indica que la especie predominante en cuatro de las cinco zonas estudiadas es la *Avicennia Geminans*; como se ha definido

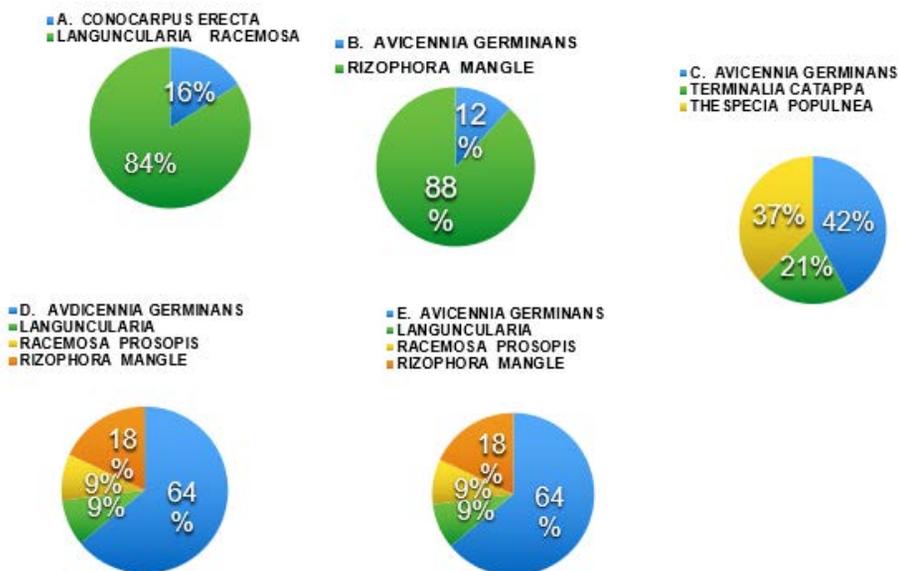
en la tabla 2 del presente estudio, la estratigrafía predominante en todas las zonas a excepción de la zona de Manga es un suelo de tipo granular, conformado por Arenas Limosas grises. En la zona de Manga, considerada de condiciones atípicas en cuanto a formación de suelos, debido a la presencia de estratos cohesivos observamos una buena adaptación de la especie *Avicenia Germinans* con un 88% de dominio, también se observaron especies de *Tabebuia rosea* y *Terminalia cotoppa* presentes sólo en esta zona y en Marbella, pero con una baja incidencia (21% *Terminalia cotoppa*).

En el proyecto de investigación también se realizaron mediciones de para determinar parámetros químicos del suelo. En la tabla 2 se muestran los resultados obtenidos de los ensayos de laboratorio.

Otro aspecto de gran importancia lo constituye la distribución de especies de Manglar por zona (tabla 2) y el predominio de las mismas dentro del estudio realizado.

La figura 13 indica que la especie predominante en cuatro de las cinco zonas estudiadas es la *Avicennia Geminans*; como se ha definido en la tabla 5 del presente estudio, la estratigrafía predominante en todas las zonas a excepción de la zona de Manga es un suelo de tipo granular, conformado por Arenas Limosas grises. En la zona de Manga,

Figura 13. Distribución de mangles en las zonas de estudio de la ciudad de Cartagena.



A. Zona Norte, B. Crespo, C. Marbella, D. Chambacú, E. Manga.

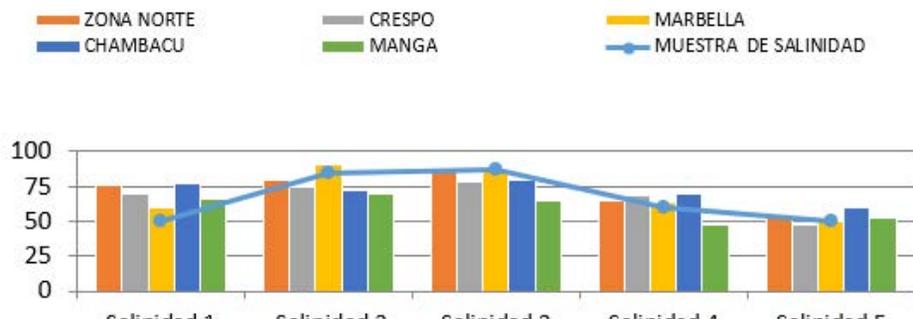
Fuente: elaboración propia.

considerada de condiciones atípicas en cuanto a formación de suelos, debido a la presencia de estratos cohesivos observamos una buena adaptación de la especie *Avicennia Germinans* con un 88% de dominio, también se observaron especies de *Tabebuia rosea* y *Terminalia cotoppa* presentes sólo en esta zona y en Marbella, pero con una baja incidencia (21% *Terminalia cotoppa*).

Los valores de pH del suelo varían entre 6,0 y 9,5 con lo cual se obtienen valores de neutros a básicos, con un porcentaje del 53,3 % con valores de pH superiores a 8 (figura 14); lo anterior es un indicador de la presencia de sales solubles que es común para ambientes salinos.

Las especies de Manglares se adaptan fácilmente a estas condiciones de salinidad y están en capacidad de absorber los minerales necesarios para su sustento a través de su sistema radicular. Sin embargo no hay que olvidar que la variación de pH modifica el grado de solubilidad de minerales en el agua (Ibáñez, 2007), por tanto, habrá minerales no disponibles para el sistema radicular del Manglar.

Figura 14. Determinación de pH a muestras Salinidad del agua recuperadas a 0.5 m de profundidad.



Fuente: elaboración propia.

Conclusiones

El estudio realizado a suelos de cinco zonas de Cartagena donde encontramos bosques de manglar, mostró que la especie más común en cuatro de las cinco zonas estudiadas es la *Avicennia Geminans*, la cual es una especie de manglar de amplia distribución principalmente en las costas americanas (Cintrón-Molero y Schaeffer-Novelli, 1992; Duke, 1992), la cual tolera un gran espectro de condiciones climáticas y edáficas que le permiten ser dominante o exclusiva de ambientes marginales en los límites latitudinales o en áreas donde los suelos tienen altas concentraciones de sal (Cintrón y Schaeffer-Novelli, 1983).

En Colombia es conocida como mangle negro, salado, sietecueros, de humo o prieto (Prahl, 1990; Sánchez-Páez *et al.*, 1997) y se encuentra en ambas costas, siendo más representativa en el Caribe. Características estructurales y funcionales del manglar de *avicennia*.

Se encontró predominio en cuanto a formación física, de suelos granulares con un 80 % de las zonas exploradas conformadas por arenas limosas pardas y grises, mezcladas con caracolejo, caracuchas menudas y con rastros orgánicos y sólo el 20 % de las zonas restantes son material cohesivo, conformado por arcillas y limos de baja plasticidad, grises y con rastros de material orgánico.

Los niveles de agua freática están bastante superficiales, entre 0,24 m y 0,60 m, lo cual es un indicador de la existencia de gran contenido de agua libre dentro de los poros de la estructura del suelo, condición que es importante, si tenemos en cuenta que la forma como realizan la absorción de nutrientes, por parte de las plantas, es a partir de minerales y sales disueltas en el agua, por tanto, lo anterior es un aspecto vital para el desarrollo de bosques de Manglar.

Otro aspecto de fundamental importancia encontrado en este trabajo fueron los niveles de pH encontrados, cuyos valores varían entre 7,0 y 9,5, es decir rangos de pH de neutros a básicos, con un predominio (53,3 %) de valores de pH superiores a 8; lo anterior nos indica de la presencia de sales solubles, común para ambientes salinos, de hecho todas las zonas estudiadas están muy próximas a cuerpos de agua salobres; además la misma naturaleza de la mayoría de los suelos, que son granulares, permite el flujo de corrientes subterráneas, la entrada de la cuña salina y por consiguiente la interacción de la misma con el suelo.

La salinidad encontrada en el 66,6 % de las muestras recuperadas presentan una salinidad superior a 1,5 ppt (partes por mil), mientras que el 33,4 % de las muestras restantes presentan una salinidad entre 0,2 y 1,5 ppt. Lo anterior corrobora los resultados de pH altos obtenidos y la salinidad registrada se encuentra en la literatura dentro del rango de agua salobre (0.5 – 30 ppt) ó ligeramente salino (2-4 CEs); se atribuye en nivel de salinidad del suelo a la interacción del agua freática con el suelo y el flujo de la misma a través de la porosidad del suelo granular encontrado en la mayor parte de la estratigrafía de las zonas exploradas.

Aproximadamente el 50 % de las muestras recuperadas a 0,5 m de profundidad presenta valores de humedad natural por encima del 70 %, mientras que para las muestras recuperadas a 1,0 m de profundidad más del 90 % presenta valores de humedad alrededor del 70 %, lo anterior indica la presencia de gran cantidad de agua disponible entre 0,5 m y 1,0 m de profundidad, que puede tener un flujo variable, ascender y

estar disponible para el sistema radicular del manglar, confirmando los resultados de obtención de nivel freático.

El contenido de material orgánico del 50 % de las muestras recuperadas a 0,5 m de profundidad, de las cuatro zonas en mención, es superior a 30 %, mientras que en las muestras recuperadas a 1,0 m de profundidad el contenido de materia orgánica disminuye, encontrándose el 83,3 % de las muestras con valores entre el 10 % y el 30 %.

Referencias

- Álvarez-León, R. (2003). Los manglares de Colombia y la recuperación de sus áreas degradadas: revisión bibliográfica y nuevas experiencias. *Madera y Bosques*, 9(1), 3-25. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61790101>
- Bodero, A. (2006). *El bosque de manglar de Ecuador Comisión interdisciplinaria marino costera de la zona económica exclusiva de Costa Rica*. Informe Técnico Ambientes Marino Costeros de Costa Rica.
- Dahl, E. 1956. Límites ecológicos de la salinidad en aguas poiquilohalinas. *Oikos*, 7(1), 1-21.
- EPA Cartagena. (s.f.). *Caracterización de los manglares en los caños y lagunas interiores de Cartagena de Indias*.
- FAO. (1987). *La calidad del agua en la agricultura*. (Estudio riego y drenaje).
- López, J. y Ezcurra, E. (2002). Los manglares de México: una revisión. *Madera y Bosques*, 8(1), 27-51. <https://www.redalyc.org/pdf/617/61709802.pdf>
- Márquez, G. (1990). Ecosistemas marinos. En M. C. Jimeno (ed.), *Caribe Colombia* (pp. 115-153). Fondo de Cultura Económica.
- Márquez, G. (1996). Ecosistemas estratégicos y otros estudios de ecología ambiental. Fondo de Cultura Económica.
- Mejía Ramírez, J. (2010). *El manglar, el ecosistema de vida*. www.revistaciencias.com/publicaciones/epzyuzefkagvtuoxtr.php
- Ministerio del Medio Ambiente. (2002). *Resolución 721. Zonificación de manglares*.
- Montes, C., Castillo, C. G. y López, P. J. (1999). Distribución del manglar en cuatro sistemas lagunares de la costa de Chiapas, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 64, 25-34.
- Olgún, E. J., Hernández, M. E. y Sánchez-Galván, G. (2007). Contaminación de manglares por hidrocarburos y estrategias de biorremediación, fitorremediación y restauración. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 23(3), 139-154. <http://www.scielo.org.mx/pdf/rica/v23n3/v23n3a4.pdf>
- Prahl, H. V. (1990). *Manglares y hombres del pacífico colombiano*.

- Quizhpe Cordero, P. (2008). Aéreas de ecosistemas de manglar concesionadas en la Provincia de el Oro – Ecuador. *Desarrollo local sostenible*, 1(2), 1-14. <https://www.nacionmulticultural.unam.mx/mezinal/docs/2592.pdf>.
- Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo. (2002). *Dirección general de ecosistemas. Uso sostenible, manejo y conservación de los ecosistemas de manglar en Colombia*.
- Rodríguez-Ramírez, A., Nivia-Ruíz, J. y Garzón-Ferreira, J. (2004). Características estructurales y funcionales del manglar de *Avicennia germinans* en la Bahía de Chengue (Caribe Colombiano). *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 33, 223-244. <https://doi.org/10.25268/bimc.inve-mar.2004.33.0.256>
- Sánchez-Páez, H., Álvarez-León, O. A., Guevara-Mancera y Ulloa-Delgado, G. A. (2000). *Lineamientos estratégicos para la conservación y uso sostenible de los manglares de Colombia*. ACOFORE; Ministerio del medio Ambiente; OIMT.
- Tomlinsson, P. B. (1986). *The botany of mangroves*. Cambridge University Press.
- Ulloa-Delgado, G. A., Sánchez-Páez, H., Gil-Torres, J.C., Pino- Renjifo, H., Rodríguez-Cruz, H. y R. Alvarez-León, R. (1998). *Conservación y uso sostenible de los manglares del Caribe Colombiano*. Ministerio del Medio Ambiente
- Vázquez Recio, B. (s.f.). *Influencia del sobre el suelo (salinidad)*. Escuela Universitaria de Ingeniería (INEA).
- Villalba Malaver, J. C. (2006). *Los manglares en el mundo y en Colombia: estudio descriptivo básico*. Sociedad Geográfica de Colombia.
- Yáñez-Arancibia, A. y Lara-Domínguez, A. L. (eds.). (2008). *Ecosistemas de manglar en América tropical*. Instituto de Ecología A.C. http://www1.inecol.edu.mx/cv/CV_pdf/libros/Ecosistemas_Manglar_2014.pdf

