

UNIVERSIDAD ESTATAL A DISTANCIA
Vicerrectoría Académica
Escuela de Ciencias Exactas y Naturales
Sistema de Estudios de Posgrado
Maestría Profesional en Manejo de Recursos Naturales

**Estructura y vulnerabilidad antropogénica de la zona interna del manglar de Puntarenas,
Costa Rica**

Presentado en cumplimiento del requisito para optar por el título de Magister en
Manejo de Recursos Naturales con énfasis en Gestión de la Biodiversidad

Nidya Cecilia Nova Bustos

San José, Costa Rica
Febrero, 2020

Dedicatoria

Esta tesis está dedicada a:

En primera instancia a mi amado esposo, compañero y papá de Samantha, que en la etapa final del escrito de esta tesis, Dios lo llamó a su lado repentinamente, como el ángel más especial que ahora cuidará de la familia Céspedes Nova.

Jorge, gracias por todo el apoyo, empuje y paciencia, por este gran esfuerzo que hicimos como familia. Siempre seremos tres.

Agradezco a Dios por bendecirme con la vida, por guiarme a lo largo de mi existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

A mi amada hija Samantha, gracias por la comprensión de horas que estuve en la oficina y que debías irte con papá, para yo poder terminar. Te amo mi niña.

A mis padres y hermanos quienes desde la distancia siempre me apoyan en los logros académicos y profesionales. Mami y Papi, gracias por inculcarme siempre el ejemplo que con perseverancia, esfuerzo y berraquera, se logra todo lo que uno se propone.

A todos mis amigos: Rebeca, Alicia, Nancy y Meyer que me empujaron a seguir y a no darme por vencida.

A Luigui y Ángel por todo el apoyo profesional y personal y el empuje diario para lograr esta meta.

Agradecimientos

A Dios por la fuerza y sabiduría que me ha dado en todo momento.

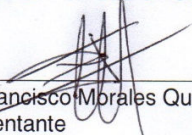
A todas mis amigas y amigos que me han apoyado en todo el proceso de investigación y redacción de este trabajo.

Y al ángel más especial, mi esposo.

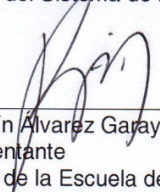
A todos gracias.

TRIBUNAL EXAMINADOR

Este proyecto de Graduación ha sido aceptado y aprobado en su forma presente por el Tribunal Examinador del Programa de Maestría Profesional en Manejo de Recursos Naturales del Sistema de Estudios de Postgrado de la Universidad Estatal a Distancia, como requisito parcial para optar por el grado de Magister en Manejo de Recursos Naturales con énfasis en Gestión de la Biodiversidad

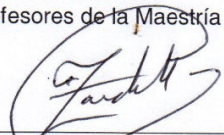


Juan Francisco Morales Quirós, Ph.D.
Representante
Director del Sistema de Estudios de Posgrado

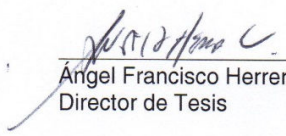


Benjamín Álvarez Garay, M.Sc.
Representante
Director de la Escuela de Ciencias Exactas y Naturales

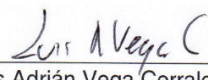
Harold Arias LeClaire, Ph.D.
Representante
Profesores de la Maestría Académica en Manejo de Recursos Naturales



Zaidet Barrientos Llosa, Ph. D.
Coordinadora
Maestría Académica en Manejo de Recursos Naturales



Ángel Francisco Herrera Ulloa, Ph.D.
Director de Tesis



Luis Adrián Vega Corrales, M.Sc.
Lector de tesis

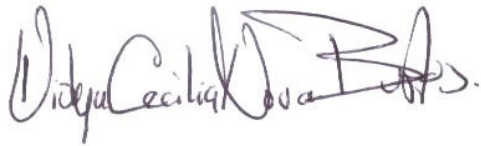
Rotney Piedra Chacón, M.Sc.
Lector de tesis

Declaración jurada

Mercedes de Montes de Oca, San José, 11 febrero 2020

Yo, Nidya Cecilia Nova Bustos, con número de cédula 8 0099 0603, estudiante de la Maestría Profesional en manejo de recursos naturales con énfasis en biodiversidad, declaro bajo juramento que soy autora intelectual del presente trabajo final de graduación “Estructura y vulnerabilidad antropogénica de la zona interna del manglar de Puntarenas, Costa Rica”, y no hay copia ni duplicación de material intelectual procedente de medios impresos, digitales o audiovisuales que se presente como de mi autoría.

Toda palabra dicha o escrita por otra persona consignada en este trabajo, está debidamente referenciada.



Nidya Cecilia Nova Bustos

Resumen

Los manglares están conformados por un grupo de especies de árboles que se localizan exclusivamente en las zonas costeras. En el caso específico del estudio, el Humedal Estero de Puntarenas y Manglares Asociados (HEP), reúne características de ecosistema con amenazas como: la explotación de su madera, ya sea para quema y tala de manglar, con la finalidad de ampliar la frontera agrícola. Este trabajo evaluó la estructura y vulnerabilidad antropogénica de la zona interna del manglar de Puntarenas, para crear una propuesta de protección del manglar. Se midió el tipo estructural vegetal en 10 parcelas de muestreo de 10 m x 25 m, en la zona interna del HEP. Adicionalmente, se realizaron descripciones de la vegetación marginal y fauna asociada, además se tomaron 10 muestras de suelo y de agua, con el fin de caracterizar los parámetros físicoquímicos. Para la cuantificación de la basura, se realizaron 5 parcelas transversales a la línea de costa, de 200 m de largo y 50 metros de ancho, la cual se clasificó en 6 grupos según su composición. Además, se determinó los efectos directos de afectación por medio de 7 entrevistas semiestructuradas a miembros de la comunidad y de ONGs. Se midieron 218 árboles de 5 especies, siendo *Avicennia bicolor* y *A. germinans* (Acanthaceae) con valores mayores de densidad, dominancia, frecuencia relativa e IVI. En los análisis de parámetros físicos y químicos no se encontraron diferencias significativas ($F= 1.4978$, 1.8 gl., $P>0.05$). Se debe destacar que los plásticos y zapatos fueron los dos grupos con mayores valores: 22.4 ± 29.58 y 7.4 ± 15.44 . En las entrevistas se evidencia que las actividades actuales que afectan negativamente la zona son: cultivos de caña de azúcar, contaminación de líquidos y sólidos y la tala, no obstante, se diseña una propuesta de protección y recuperación del HEP.

Palabras claves

Manejo manglares, *Avicennia bicolor*, Humedal Estero de Puntarenas, Manglares Asociados (HEP).

Contenido

Dedicatoria	i
Agradecimientos	ii
Acta de aprobación del tribunal examinador	¡Error! Marcador no definido.
Declaración jurada	iv
Resumen	v
Palabras claves	v
Contenido	vi
Lista de cuadros	ix
Lista de figuras	x
Abreviaturas y acrónimos	xi
Capítulo I. Introducción	12
1.1. Justificación.....	12
1.2. Delimitación de la investigación.....	12
1.3. Antecedentes	13
1.4. Planteamiento del problema	13
1.5. Objetivos	14
Objetivo general	14
Objetivos específicos	14
1.6. Marco contextual	14
1.6.1 Descripción general.....	14
1.6.2 Ubicación geográfica y temporal.....	15
1.6.3 Información general.....	15
1.6.4 Propuesta de protección y recuperación para la zona interna del manglar de Puntarenas	15
Capítulo II. Marco teórico	16
2.1. Aspectos generales de los manglares	16
2.2. Distribución geográfica de los manglares	17
2.3. Adaptaciones de los manglares.....	18
2.4. Descripción de las especies nucleares típicas de la región del Pacífico costarricense ...	19
2.4.1 Vegetación nuclear	19
2.4.2. Vegetación marginal.....	20
2.5. Funcionalidad ecológica	20
2.6. Aspectos fisicoquímicos en los manglares	21

2.7. Indicadores estructurales de manglares	22
2.8. Aspectos socioambientales	23
2.9. Manglar de Puntarenas	24
Capítulo III. Marco metodológico	26
3.1. Paradigma.....	26
3.2. Enfoque.....	26
3.3. Participantes / población y muestra	26
3.3.1. Participantes / población y muestra	26
3.4. Fuentes	27
3.5. Técnicas e instrumentos para la recolección	28
3.6. Validación de instrumentos.....	30
3.7. Procedimiento de recolección de información	30
3.8. Procedimiento de análisis de la información	30
3.9. Cronograma	32
3.10. Presupuesto	33
Capítulo IV. Presentación y análisis de resultados.....	34
4.1. Resultados y discusión.....	34
4.1.1. Evaluación estructural del manglar.....	34
4.1.2. Procedimiento de análisis de la información	34
4.1.2. Caracterización de la vegetación.....	38
4.1.3. Caracterización fisicoquímica	38
4.1.4. Fauna asociada.....	38
4.1.5. Evaluación de actividad antrópica	39
4.1.6. Cuantificación y clasificación de basura acumulada en el manglar de Puntarenas.....	41
Capítulo V. Conclusiones y recomendaciones	43
5.1. Hallazgos relevantes	43
Capítulo VI. Propuesta o producto	44
6.1. Objetivos de la propuesta	44
6.2. Enfoque epistemológico de la propuesta	44
6.3. Justificación de la propuesta	44
6.4. Estructura de la propuesta.....	45
6.5. Etapas de la propuesta.....	47
6.6. Gestión de riesgos	47
6.7. Recursos y presupuesto.....	47
Referencias	48
Anexo 1.....	54

Anexo 2	56
Anexo 3	57

Lista de cuadros

Cuadro 1	Descripción de los atributos estructurales en el área de estudio.....	29
Cuadro 2	Descripción de un formato de cronograma de actividades.....	32
Cuadro 3	Equipo y materiales necesarios.....	33
Cuadro 4	Características estructurales del bosque del manglar en las parcelas de muestreo de Puntarenas, año 2019. Ab. <i>Avicennia bicolor</i> , Ag. <i>Avicennia germinans</i> , Lr. <i>Laguncularia racemosa</i> , Rm. <i>Rhizophora racemosa</i> y <i>Pr. Pelliciera rhizophorae</i>	37
Cuadro 5	Parámetros fisicoquímicos del agua en las 10 parcelas en la zona interna del manglar de Puntarenas pH., Temperatura (Celsius), Oxígeno (%)= porcentaje de oxígeno, UPS= Salinidad y O ₂ mg (mg)= Concentración de oxígeno.....	38
Cuadro 6	Entrevistas a los 4 habitantes que viven cerca de la zona interna del Manglar de Puntarenas	40
Cuadro 7	Promedio± D.E. y porcentaje (%) de los 6 grupos según su composición: plástico, vidrio, hule espuma, tela, metal, madera y zapatos	42
Cuadro 8	Propuesta de una estrategia para la protección de la zona interna del manglar de Puntarenas.....	46
Cuadro 9	Recursos y presupuesto necesarios para la propuesta de una estrategia para la protección de la zona interna del manglar de Puntarenas	47

Lista de figuras

Figura 1	A. Ubicación del área de estudio en el manglar de Puntarenas, Costa Rica. B. Parcelas transversales para la cuantificación y clasificación de basura en el manglar de Puntarenas.....	16
Figura 2	Análisis de escalamiento multidimensional (MDS) de la riqueza de especies por parcela muestreada en la parte interna del manglar de Puntarenas.....	35
Figura 3	Dendrograma mostrando la relación de riqueza de especies de manglar en la parte interna del manglar de Puntarenas, en las 10 parcelas.....	36
Figura 4	Actividades económicas que se realizan en la parte interna del manglar de Puntarenas.....	41
Figura 5	Actividad agropecuaria, como el cultivo de caña, que se realiza en la parte interna del manglar de Puntarenas.....	41
Figura 6	Valores totales de los 6 grupos según su composición, en las 5 parcelas muestreadas en la parte interna del manglar de Puntarenas.....	42

Abreviaturas y acrónimos

AB	Área basal
ACOPAC	Área de Conservación del Pacífico Central
ACP	Análisis de componentes principales
ANOVA	Análisis de varianza
CATIE	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
D.E.	Desviación estándar
DAP	Diámetro a la altura del pecho
DM	Dominancia relativa
Dr	Densidad relativa
EBM-UNA	Estación de Biología Marina Juan Bertoglia Richards, Universidad Nacional
Fr	Frecuencia relativa
HEP	El Humedal Estero de Puntarenas y Manglares Asociados
IC	Índice de complejidad
INCOPESCA	Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura
IVI	Índice de valor de importancia
MDS	Análisis de escalamiento multidimensional
MINAE	Ministerio de Ambiente y Energía de Costa Rica
PERMANOVA	Análisis de permutaciones multivariado de la varianza
RDA	Análisis de redundancia
SINAC	Sistema Nacional de Áreas de Conservación
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
UNA	Universidad Nacional

Capítulo I. Introducción

1.1. Justificación

La ausencia de investigaciones en el Humedal Estero de Puntarenas y Manglares Asociados (HEP) se vuelve contraproducente en los esfuerzos por conservarlo. Con lo anterior, el SINAC y el Tribunal Ambiental Administrativo tienen una iniciativa de que se coordine con otro el Proyecto denominado: Evaluación y seguimiento de manglares en el Litoral Pacífico de Costa Rica, de la Universidad Nacional (Villalobos-Chacón, responsable del proyecto y académico de la Escuela de Ciencias Biológicas, comunicación personal, octubre 5, 2016). Sobre todo, porque el estudio en el Manglar de Puntarenas generará criterios técnicos que evidenciarán los cambios en los entornos de este tipo de ecosistema. En consecuencia, debe recalcar que se circunscribe la presente investigación (Herrera-Ulloa, académico de la Escuela de Ciencias Biológicas, comunicación personal, enero 17, 2018).

Este trabajo tiene como objetivo principal evaluar la condición estructural y la vulnerabilidad que tiene a la intervención humana en la zona interna del manglar de Puntarenas, para crear una propuesta de protección y recuperación, de forma que se elabore información base que sea de utilidad y de interés en la ejecución de investigaciones futuras y programas de manejo de recursos naturales.

1.2. Delimitación de la investigación

Todas las observaciones por parte del SINAC y el Tribunal Ambiental Administrativo, se centran en el Humedal Estero de Puntarenas y Manglares Asociados (HEP). El cual es uno de los manglares del Pacífico de Costa Rica que se exhibe como un estero, con una mezcla de aguas bien marcado; es decir, una ausente estratificación en la estación seca y parcialmente mezclado en la estación lluviosa (Jiménez, 1994). Además, presenta las mayores salinidades en la parte externa del canal, por la alta interacción con las masas de aguas estuarinas; e inversamente en la parte interna. Asimismo, brinda protección a islotes no rocosos e islas deltaicas, esteros, playones intermareales y fondos de arena. De esta forma, se exhiben bancos de pianguas, chuchecas, mejillones y también de sitios idóneos para la reproducción de peces y áreas de descanso para muchas especies de aves (Marín-Alpízar, 2006; SINAC, 2008).

1.3. Antecedentes

Las comunidades del bosque de manglar son de vital importancia porque desempeñan funciones importantes como lo son: dan resguardo a las costas contra el desgaste hídrico y eólico (Cintrón & Schaeffer-Novelli, 1983), dan un valor natural al aporte a la biodiversidad marino costera (Salas, Roos & Arias, 2012), retienen nutrientes y sedimentos (Vargas-Fonseca, 2015), exportan biomasa de los suelos costeros (Dugan, 1992), proporcionan refugio y alimento para varios organismos marinos-dulceacuícolas en varias etapas de su vida y preservan material genético de muchos individuos (Pizarro & Angulo, 1994; Pizarro et al., 2004). Por consiguiente, los manglares dan la estabilidad ecológica y productiva de todos los recursos marinos en las zonas tropicales del mundo (Yáñez, Twilley & Lara, 1998; Villalobos-Chacón, Herrera-Ulloa, Vega-Bolaños & Bermúdez-Rojas, 2017). Pero en la actualidad, poco se ha avanzado en información científica acerca del cambio de uso de suelo, caracterización de entornos o definición de los tipos de cobertura (Villalobos-Chacón et al., 2017).

En Costa Rica, hay estudios de manglar que se han enfocado en la ecología y dinámica poblacional de los ecosistemas (Pool, 1977; Jiménez, 1994; Coll, Fonseca & Cortés, 2001; Fonseca, Cortés & Zamora, 2006; Zamora-Trejos, 2006). También, hay estudios en la estimación económica del servicio ecosistémico de captura de carbono y de cómo las comunidades contiguas al manglar han sobrevivido por la pérdida de áreas del manglar (Alongi, 2002; Donato et al., 2011; BIOMARCC-SINAC-GIZ, 2012; Cifuentes-Jara, Brenes, Manrow & Torres, 2014). Pero en el año 2010 se vuelven a tener esfuerzos de grupos de trabajo para estudiar los manglares, por ejemplo, para el año 2012 (Año internacional de los Manglares), el Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC), inicia un Proyecto denominado: proyecto de Conservación, uso sostenible de la biodiversidad y mantenimiento de los servicios de los ecosistemas de humedales protegidos de importancia nacional del SINAC/PNUD.

Por otro lado, el levantamiento de los estanques para cultivo de camarón o la construcción de salineras o el cambio en el uso de la tierra para actividades ganaderas, o bien, la obra de infraestructura hotelera y turística, principalmente en los últimos años en la costa del Pacífico, han causado una disminución de la cobertura de las comunidades vegetales de manglar (Zamora-Trejos & Cortés, 2009).

1.4. Planteamiento del problema

El HEP se le puede catalogar como un ecosistema con una alta productividad primaria, por ser una zona de gran producción pesquera (Marín-Alpízar, 2006) y ofrecer servicios ecosistémicos que pueden

considerarse de utilidad o uso (directo e indirecto, legal e ilegal), que le dan uso los ciudadanos; y por ende, puede ser trascendental para la toma de decisiones (Steinvorth-Rojas, 2012; Arias-Bogantes, 2013). Sin embargo, la principal amenaza que presenta es el vertido directo de las aguas negras y un inadecuado manejo de los desechos sólidos generados en el área de influencia que está relacionado con los tipos de actividad antropogénica que se desarrolla alrededor del área de manglar (Cordeiro & Costa, 2010). Hay que mencionar además la explotación de su madera, ya sea para quema y tala de manglar, con el fin de ampliar la frontera agrícola (Salas et al., 2012). Lo anterior conlleva un deterioro progresivo del entorno paisajístico y una modificación del ambiente en detrimento de la calidad del agua (Vivas-Aguas, Espinosa & Parra, 2013). Y se plantea la pregunta de investigación: ¿Cuál es la condición en la distribución y estructura del manglar e intervención humana, de la zona interna del manglar de Puntarenas y sus aplicaciones en una propuesta de recuperación?

1.5. Objetivos

Objetivo general

Evaluar las variables estructurales y vulnerabilidad de intervención humana de la zona interna del manglar de Puntarenas, para la creación de una propuesta de protección y recuperación del ecosistema.

Objetivos específicos

- Describir la estructura de la zona interna del manglar de Puntarenas.
- Determinar la incidencia y los efectos de las actividades humanas en la zona interna del manglar de Puntarenas.
- Diseñar una propuesta de protección y recuperación para la zona interna del manglar de Puntarenas.

1.6. Marco contextual

1.6.1 Descripción general

El manglar de Puntarenas se ubica en la provincia de Puntarenas, en la costa oriental del Golfo de Nicoya. Se extiende desde Chacarita, en su extremo sur, hasta la comunidad de Chomes, al norte y hacia la ciudad de Puntarenas (Argüello, Muñoz & Sibaja, 1988).

1.6.2 Ubicación geográfica y temporal

Tiene una extensión aproximada de 57,7 km², de los cuales 15,49 km² pertenecen al área marina protegida, se encuentra bajo la administración del Área de Conservación Pacífico Central (Salas et al. 2012), y es bordeado por el Estero de Puntarenas al oeste y por terrenos de uso agrícola por el lado este.

1.6.3 Información general

En el caso del Pacífico Central se presenta una estación seca poco pronunciada y con rangos de precipitación que varían entre 2 500-3 000 mm por año y una temperatura media de 26.5°C (Silva-Benavides, 2009). El manglar de Puntarenas se ubica dentro de las condiciones anteriormente mencionadas y para la caracterización específica del área seleccionada se recurrirá en una primera fase del estudio al análisis de mapas e imágenes satelitales, con la finalidad de determinar la extensión y las facilidades de acceso y ubicación, sobre cuya base se establecerá la ubicación precisa de los sitios de muestreos. Una vez establecidos esos criterios, se procederá con la medición de parámetros de tipo estructural.

En términos generales, hay patrones de influencia que se manifiestan en todo el manglar, y es de particular relevancia en las zonas internas, en áreas más cercanas a la actividad agrícola intensiva y cercana a poblados rurales. Por lo cual, para efectos de este estudio se selecciona el área comprendida entre las coordenadas 9° 59'26.90 N y 84°34'14.36 W (Salas et al. 2012; Cifuentes-Jara et al. 2014), como representativa de los conflictos que ahí ocurren y que se busca clarificar (Fig. 1A). Considerando condiciones de representatividad, pero a la vez de accesibilidad para asegurar la efectiva realización de la investigación.

1.6.4 Propuesta de protección y recuperación para la zona interna del manglar de Puntarenas

Los alcances de la propuesta se derivarán a partir de la evaluación estructural y de los usos diversos que se le dan al manglar. Esta estará encaminada a definir el papel y la participación de la comunidad local, de las instituciones nacionales y locales, la comunidad de investigadores, así como de la forma en que deberían intervenir para lograr la implementación efectiva de acciones de protección, recuperación o usos alternativos y no consuntivos que pudieran ser implementados en el ámbito institucional y local para la protección de la zona interna del manglar de Puntarenas.

Se pueden determinar áreas de recuperación de la zona interna del Manglar de Puntarenas, a partir de establecer el tipo de incidencia de las actividades humanas. Además, establecer cómo las actividades antropogénicas o naturales causan un daño en el ecosistema para que en el futuro dichas zonas puedan ser denominadas como categorías de protección (Tavera-Escobar, 2014).



Figura 1. A. Ubicación del área de estudio en la zona interna del manglar de Puntarenas, Costa Rica. B. Ubicación de los 5 transectos con sus 10 parcelas (m1, m2, m3, m4, m5, m6, m7, m8, m9 y m10). Y las 5 parcelas transversales 8 M1, M2, M3 M4 Y M5) fueron utilizadas para la cuantificación y clasificación de basura en el manglar de Puntarenas. Fuente: Google. (s.f.).

Capítulo II. Marco teórico

2.1. Aspectos generales de los manglares

En el contexto de los ecosistemas marino costeros, los manglares representan ambientes que juegan un rol ecológico como fuente de recursos estratégicos para diversas comunidades biológicas y humanas que se ubican en sus contornos (Uribe-Pérez & Urrego-Giraldo, 2009).

Por consiguiente, los manglares se desarrollan en las zonas costeras de manera natural, donde hay influencia de la mezcla de aguas saladas con aguas dulces, constituyéndose, como una comunidad muy importante en las zonas tropicales y subtropicales. Es decir, dan una estabilidad en la línea de costa, de modo que se controla la distribución de nutrientes y sedimentos (Rodríguez, 1981; Rodríguez, Chang & Goti, 2012).

Lo anterior indica que el manglar, como hábitat, tiene una importancia significativa ya que proporciona protección entre sus raíces a diferentes etapas del ciclo de vida de peces, crustáceos y moluscos. Por otra parte, se les puede catalogar como los responsables de la existencia de actividades de pesquería productivas, de las cuales las comunidades aledañas pueden tener un desarrollo económico (Bouillon, 2011; Díaz-Gaxiola, 2011).

2.2. Distribución geográfica de los manglares

Los manglares se localizan a lo largo de todo el planeta, restringiéndose a las zonas litorales tropicales y subtropicales, entre las latitudes 30° N y 30° S (Zamora-Trejos, 2006). Abarcan un área mundial de 181 077 k m² y en América Latina se encuentran en las dos costas (Zamora-Trejos, 2006).

El mayor desarrollo de los manglares se da en la zona de convergencia intertropical (Zamora-Trejos, 2006). Por ejemplo, en la costa del Caribe de Costa Rica, los manglares abarcan un 70% del área total del territorio, uno de ellos es el manglar de Gandoca-Manzanillo (Zamora-Trejos & Cortés, 2009). Sin embargo, en la costa del Pacífico, su área se restringe por condiciones oceanográficas (Cortés-Castillo, 2010), como lo son los manglares del Golfo de Nicoya, la zona protegida de Tivives y el Humedal Nacional de Térraba-Sierpe en el sur del país (Zamora-Trejos & Cortés, 2009).

Sin embargo, el desarrollo de los manglares del Pacífico de Costa Rica se ve beneficiado por la presencia de estuarios, golfos y deltas, que se ubican en tres áreas de importancia: Pacífico Norte, Pacífico Central y Pacífico Sur, en una extensión aproximadamente de 1 016 km de longitud de toda la costa del Pacífico (Pizarro & Angulo, 1994). La zona del Pacífico Norte, abarca desde la frontera con Nicaragua hasta el puerto de Puntarenas, ahí los caudales que desembocan de los ríos son reducidos; en el Pacífico Central, se extiende desde el sur de Tivives hasta Quepos y en el Pacífico Sur, se extiende desde Quepos hasta la frontera con Panamá. En la costa del Pacífico Central y Sur, los caudales tienen mayores volúmenes con leves variaciones a lo largo del año (Mainardi, 1996).

Todo lo previamente mencionado establece que la vegetación del bosque de manglar demuestra particularidades para una marcada zonificación en franjas. Lo que conlleva a que las adaptaciones son únicas y exclusivas, lo que les permite establecerse, con diferentes particularidades que los afecta directamente, como son: un declive topográfico, la distancia del mar y los parámetros fisicoquímicos (Carrillo-Bastos, Elizalde-Rendón, Torrescano Valle & Flores Ortiz, 2008).

En resumen, el manglar tiene cambios dramáticos en su estructura y funcionamiento que se dan en pocos kilómetros y aun dentro de una misma área (Jiménez, 1994). De ahí la presencia de una gran capacidad de tolerar amplios rangos de condiciones ambientales. Por ejemplo: la salinidad, la cual establece la composición y distribución de los manglares (valores entre 5-30 UPS). Según Mainardi (1996), hay una correlación entre la salinidad del sustrato y el desarrollo estructural del bosque de manglar: a mayor salinidad, la estructura de la altura y área basal disminuye.

2.3. Adaptaciones de los manglares

Las adaptaciones de los manglares están relacionadas por la presencia de un sistema radicular, denominado *raíces aéreas* o áreas especializadas llamadas *neumatóforos*, que les permiten fijarse al sustrato, con la función de adquirir el oxígeno, de dos formas, una por la planta y otra por el área del sustrato, que abarca la raíz, con la función de poder cumplir los procesos biológicos y fisiológicos en la fotosíntesis (Mainardi, 1996).

Otro aspecto de las adaptaciones es que sirven de sustrato y refugio a un alto número de organismos marinos y terrestres, constituyéndose como uno de los ecosistemas de mayor diversidad, por ejemplo las playas arenosas o los playones fangosos (Zamora-Trejos, 2006).

A los manglares se les puede considerar como un sistema ecológico abierto, con altos flujos de energía y materia, que ejercen una importancia en el desarrollo, establecimiento y estructura de los bosques de manglar (Orjuela, 2008). Además, las asociaciones de comunidades vegetales pantropicales que exhiben en los manglares son características de halófitos facultativas y arbóreas, que les permite tener adaptaciones fisiológicas y reproductivas para que su sistema radical pueda ajustarse a sustratos constituidos de mezclas de sedimentos o de materia orgánica en diferentes proporciones (Windevoxhel, 1992).

La conformación de las especies vegetales en este ecosistema evidencia un patrón de dominancia de acuerdo con los atributos del suelo (Pérez-Torres, 2011) y a la forma y a los mecanismos de propagación de sus frutos que no producen semillas (Pizarro et al., 2004). Lo anterior indica que el desarrollo y maduración de los frutos que germinan prematuramente, con estructuras denominadas propágulos, tienen una alta capacidad de flotar y ser arrastrados por las mareas, hasta el momento en que pueden fijarse en el suelo (Mainardi, 1996; Pizarro et al., 2004).

Es decir, sus frutos evidencian viviparidad que puede ser completa e incompleta, en el primer proceso, la radícula rompe la pared del fruto y su desarrollo se da durante varios meses pegada a la planta madre. En el segundo, la radícula no se rompe antes de que se desprenda de la planta madre, se le denomina a este proceso criptoviviparidad, lo anterior solo ocurre en el género *Rhizophora* (Mainardi, 1996).

A su vez, están conformados por un grupo de especies de árboles con una amplia tolerancia a altos niveles de salinidad y valores muy bajos de oxígeno (Windevoxhel, 1992), indicando que logran acomodarse a suelos inestables y fangosos (Zamora-Trejos, 2006; Molina-Jiménez, 2013).

En este sentido, son considerados como un humedal con carácter de transición tierra-agua, compuesto de un grupo de árboles vinculados al hábitat costero (Orjuela, 2008), que lo dominan grandes contrastes salinos, hidrológicos, fisiográficos y geomorfológicos, proveyéndolos de características particulares de estructura y función, por la presencia de esteros y canales (Yáñez-Arancibia et al., 1998; Cordero & Solano, 2000; Samper-Villareal & Silva-Benavides, 2014).

2.4. Descripción de las especies nucleares típicas de la región del Pacífico costarricense

2.4.1 Vegetación nuclear

Con base en lo anterior y a su grado de adaptabilidad, existen 4 géneros de especies vegetales de carácter nuclear. Es decir, son especies con presencia de una mayor abundancia y dominancia dentro del bosque de manglar (Jiménez, 1994).

En primer lugar, está el género *Rhizophora* (Rhizophoraceae) el cual presenta propágulos que pueden clavarse en el suelo con la marea baja. Dicha propiedad les permite a los individuos de este género que sean los colonizadores y dar una mayor estabilidad al suelo blando (Pizarro et al., 2004).

Como ejemplo a lo anterior, las especies de *R. mangle* y *R. racemosa* se encuentran en la parte externa del manglar y en los bordes de los canales. Su particularidad más diagnóstica son sus raíces zancudas, que parten desde el tronco o ramas y caen al suelo, llevando a cabo la función de nutrición y aireación (Cintrón & Schaeffer-Novelli, 1983).

En segundo lugar, el género *Pelliciera* (Tetrameristaceae) exhibe raíces en forma de cono con pliegues que rodean la base. Su tronco es recto y fuerte con presencia de lenticelas. Además, presenta un parénquima que es el responsable de absorber el oxígeno para todas las funciones vitales (Mainardi, 1996).

En tercer lugar, el género *Laguncularia* (Combretaceae) que se caracteriza por la excreción de sales en el pedúnculo de sus hojas y de poseer un sistema radicular poco profundo y cuenta con la presencia de raíces denominadas neumatóforos que sobresalen del suelo. Son menos desarrollados que los de *Avicennia* (Cintrón & Schaeffer-Novelli, 1983).

Por último, el género *Avicennia* (Acanthaceae), se caracteriza por su alto rango de tolerancia a circunstancias edáficas y climáticas que le permiten dominar ambientes marginales; ya sea, en los límites latitudinales o en áreas donde las concentraciones de sal en el suelo son muy altas, sirviendo como un muro para resistir las embestidas del mar, salvaguardando a posibles inundaciones y da

protección contra tormentas. Se caracteriza por la presencia de neumatóforos (Cintrón & Schaeffer-Novelli, 1983; Calderón, Aburto & Ezcurra, 2009).

2.4.2. Vegetación marginal

Este tipo de vegetación es característica del borde interno de las zonas costeras del Pacífico Central y Norte de Costa Rica. Además, son las especies vegetales que están inmediatas a la vegetación nuclear con la presencia de adaptaciones, como son: lenticelas y dispersión hidrocórica (Jiménez & Soto, 1985). Está conformada por individuos de especies como *Conocarpus erecta* (Combretaceae), *Clerodendrum pittieri* (Verbenaceae), *Mora oleífera* (Fabaceae) y *Annona glabra* (Annonaceae) (Cintrón & Schaeffer-Novelli, 1983; Jiménez & Soto, 1985).

No obstante, hay un tipo de vegetación asociada ocasionalmente que se le denomina vegetación marginal facultativa, la cual se presenta cuando el área ha sido alterada (Jiménez & Soto, 1985).

Por lo anteriormente dicho, la vegetación marginal es un elemento muy sensible, por las múltiples relaciones que mantiene con la vegetación nuclear y ocasionalmente con la vegetación marginal facultativa, por ende, se le puede considerar como un indicador de conservación de los manglares, cuando son alterados antropogénicamente.

2.5. Funcionalidad ecológica

Los manglares son considerados ecosistemas estratégicos, ya que ofrecen una gran cantidad de bienes y servicios ambientales. Por ejemplo, se les considera sumideros de CO₂, puesto que tienen un papel muy importante en el ciclo del carbono (función biológica) (Uribe-Pérez & Urrego-Giraldo, 2009).

Por lo anterior, en los manglares se procesa una alta cantidad de materia orgánica, ya sea en toda la estructura del manglar o en todos los flujos de importación/exportación de carbono orgánico en el ecosistema, provocando un impacto global en el cálculo total del carbono (Herrera Silveira et al., 2016).

Con respecto a lo antes mencionado, la importancia del ecosistema del manglar y la protección y conservación de este, recae en una categoría de ser uno de los hábitats más productivos del planeta. También tiene una extraordinaria participación en el efecto invernadero, ya que controla las emisiones de gases, pudiendo afrontar los impactos del cambio climático (Herrera Silveira et al., 2016).

Además, el manglar provee múltiples servicios ambientales, ya que es el resultado de procesos ecológicos o funciones del ecosistema, por ejemplo: (i) brinda refugio para el crecimiento de peces y

crustáceos (camarones) de importancia comercial, es hábitat para moluscos, aves, insectos, mamíferos y reptiles, (ii) al capturar sedimentos, da estabilidad a los suelos costeros, (iii) son considerados como filtros biológicos, ya que depuran el agua contaminada que viene desde los ecosistemas terrestres (Jiménez, 1994; Mainardi, 1996; Calderón et al., 2009).

Al mismo tiempo, los manglares se destacan porque: (iv) exportan materia orgánica a través de las mareas hacia el estuario, (v) promueven detritus, hojarasca y compuestos orgánicos solubles que son utilizados por una gran cantidad de organismos, (vi) son eficientes en remover o disolver toxinas o nutrientes en exceso, (vii) su alto potencial de secuestro de carbono atmosférico, (viii) protegen contra la erosión de las costas y (ix) son importantes para estudios de biodiversidad, debido a su dinámica (Lee, 1995; Serrano, Botero, Cardona & Mancera-Pineda, 1995; Carbonell, Gómez & Torrealba, 2003; Danielsen et al., 2005, Gilman, Ellison, Dike & Field, 2008; Bouillon, Rivera-Monroy, Twillwy & Kairo, 2009; Murdiyarso et al., 2009; Bravo-Cedeño, 2010).

Por todo lo anterior, proteger y recuperar un ecosistema que provee una gran cantidad de servicios ecosistémicos, permite crear propuestas piloto de planes para el manejo adecuado de este (Proyecto Humedales de SINAC-PNUD-GEF, 2017).

2.6. Aspectos fisicoquímicos en los manglares

Los ecosistemas de manglar se desarrollan en regiones tropicales costeras protegidas, influenciadas por las mareas y su mayor adaptación puede ser observada en las zonas más alejadas al mar, donde el relieve topográfico es suave y la extensión de las mareas es alta. Sin lugar a dudas, ciertos fenómenos oceanográficos pueden cambiar las condiciones típicas de esta zona tropical, y las zonas del mangle pueden no llegar a desarrollarse en estos límites latitudinales.

En este contexto, los bosques de manglar evolucionan donde las fuerzas naturales los vuelven más vulnerables al alto impacto; por ejemplo: huracanes, desplazamientos de tierra, aumento del nivel del mar y cambio climático (Yáñez-Arancibia et al., 1998).

Otros fenómenos que se pueden citar son las corrientes oceanográficas frías, que corresponden a bajos valores de precipitación anual y alta energía en las costas (Manrow-Villalobos & Vélchez-Alvarado, 2012). Dicho de otro modo, su mejor y mayor desarrollo se da en los litorales tropicales y subtropicales, en suelos fangosos y de agua relativamente tranquilas (Cortés-Castillo & Rangel-Ch., 2011)

Por otro lado, las mareas constituyen el medio de inundación, ya que existen periódicamente zonas inundadas. Hay que mencionar que el pH está determinado por la cantidad de materia orgánica en

descomposición. Además, los nutrientes como fósforo y nitrógeno (limitantes), son elementos nutritivos esenciales, y el amonio, es el principal compuesto que se encuentra por las condiciones de anoxia del bosque de manglar (Jiménez, 1994; Mainardi, 1996; Orjuela, 2008).

Lo anteriormente expuesto, condiciona a diferenciar dos zonas típicas del manglar: zona externa y zona interna. La zona externa incluye áreas expuestas directamente al agua estuarina; y la interna se refiere a, áreas alejadas de los cuerpos de agua (Jiménez, 1994). Pero se debe hablar también de una zona de transición, en que las especies halófitas tienen una mezcla de los dos cuerpos de agua.

Como se ha dicho, las características estructurales y la composición florística de los manglares, dependen de los factores climáticos e hidrológicos del sitio. Donde es abundante el agua dulce (escorrentía o prolongada estación lluviosa), se observan los mayores diámetros de copa, alturas y áreas basales de la vegetación (Jiménez & Soto, 1985).

En la zona interna de la costa pacífica, en dirección del mar hacia tierra adentro, las especies colonizadoras, por lo general, son: *R. mangle* y *L. racemosa*, porque atrapan nuevos sedimentos. Detrás de ellas se ubican *R. racemosa*, *P. rhizophorae* y de último *A. bicolor* y *A. germinans* (Pizarro et al., 2004).

2.7. Indicadores estructurales de manglares

La determinación de los indicadores estructurales de un manglar es clave para que provean información sobre el estado, de este. Además, deben ser de fácil manejo, lo que conlleva a un adecuado control de evaluación y conservación del ecosistema (Navarrete-Ramírez & Rodríguez-Rincón, 2010).

En la medición de un manglar deben incluirse diferentes niveles de datos. Uno de esos niveles es la determinación de los parámetros ambientales, físicos y químicos que reflejen la realidad del lugar. Otro nivel debe ser el tamaño y la localización geográfica de este (Navarrete-Ramírez & Rodríguez-Rincón, 2010).

El último nivel son las medidas cuantitativas o las variables estructurales: altura total y diámetro a la altura del pecho (DAP), que representa la medida del diámetro del árbol a la altura del pecho del investigador; índice de complejidad (IC), significa el volumen y diversidad de árboles de mangle; área basal (AB), expresa densidad en categorías diamétricas de los árboles de mangle; densidad relativa (Dr), simboliza el número de árboles de mangle en cierta área; dominancia relativa (DM), incorpora el grado de frecuencia de una especie de árbol de mangle más numerosa; frecuencia relativa (Fr), es el cociente de la frecuencia absoluta de una especie de árbol de mangles y el total de las especies de

árboles de mangle presentes y el índice de valor de importancia (IVI), se calcula sumando los valores relativos de cada especie. Se obtiene sumando sus valores relativos de densidad, dominancia y frecuencia y provee información de la atribución de una especie dentro área; varía entre 0 y 300 (Ponce Cerda, 2013).

2.8. Aspectos socioambientales

A nivel mundial y local, existe un incremento en la presión sobre las zonas costeras, debido a varios factores: 1) al aumento de la población mundial, 2) la edificación de infraestructura turística y portuaria, 3) la acuicultura y 4) la industria de cultivos como el arroz o caña y la extracción de sal, entre otras; perdiéndose alrededor 3.8 millones de hectáreas de manglar, lo que es equivalente a un 20% de los manglares del mundo a partir del año 1980, disminución que continúa aunque en menor medida (FAO, 2007).

Por ejemplo, entre los años 50 y 60, los usos directos (taninos, curtido de pieles, conseguir carbón o la construcción de casas) de la corteza del manglar de *Rhizophora* (Pizarro & Angulo, 1994), (Jiménez, 1993), que se dio en los países como: Costa Rica, Honduras, Panamá y Guatemala, causó un daño nocivo. No obstante, a principios de los años 90 las técnicas de extracción de corteza que se realizaban sin ningún control, a los de árboles con diámetros mayores de 30 cm repercutió con un impacto negativo en el manejo idóneo del bosque de manglar (Jiménez, 1993). En la actualidad, dicha actividad sigue produciendo daño (Fonseca, 2007).

Además, de forma indirecta se continúan practicando actividades que cambian el uso del suelo, como: la construcción de estanques para la acuicultura y producción de sal, la agricultura, la ganadería, el desarrollo y crecimiento urbano (Pizarro, 1992; Pizarro & Angulo, 1993). A ello se debe agregar que una de las principales amenazas que sufren los manglares lo constituye la degradación del hábitat como consecuencia de la presencia de desechos sólidos (Cordeiro & Costa, 2010; Singore, 2012; Kantharajan, Pandey, Krishnan, Bharti & Deepak Samuel, 2018). Esta problemática tiende a aumentar como resultado del crecimiento urbanístico (Cordeiro & Costa, 2010). Sobre esta base, la generación de desechos sólidos causa problemas ambientales y, por ende, afecta negativamente la diversidad asociada al manglar (Singore, 2012; Kantharajan et al., 2018).

Por todo lo anterior, y bajo las diferentes presiones o usos mencionados, se evidencia que hay una contradicción entre los bienes y servicios que proveen los manglares y entre los beneficiarios de dichos servicios (Sanjurjo-Rivera & Welsh-Casas, 2005).

Los usos directos e indirectos del manglar ofrecen condiciones que logran mantener la biodiversidad y bienes que son denominados, servicios ecosistémicos, los cuales brindan circunstancias de conservación al manglar y, por ende, pudieran ser valorados como un beneficio que va a depender de la escala espaciotemporal a las comunidades (Steinvorth-Rojas, 2012).

Desde otra perspectiva, la estructura de un manglar indica la composición, desarrollo y edades de los árboles que lo conforman (Casas-Monroy & Perdomo-Trujillo, 2001) y sobre esta base, es fundamental adquirir conocimientos básicos de las condiciones anteriores y actuales en la estructura de la vegetación, su habilidad de repoblación y funcionalidad que permitirían conocer la dinámica forestal y facilitar la formulación de pautas para dirigir esfuerzos y tomar decisiones en busca de la restauración, recuperación y manejo integrado del ecosistema (Lizano, Amador & Soto, 2001; Téllez-García & Valdez-Hernández 2012).

Por consiguiente, no se ha podido garantizar la conservación y el mejoramiento en el aprovechamiento de los recursos de forma responsable mediante un plan de gestión que contemple actividades de turismo, recreación, investigación y urbanismo, de manera ordenada y sustentable (Pérez-Torres, 2011).

En resumen, existe un manejo inapropiado de los manglares, ya que prevalece una separación de políticas claras que involucren a las entidades públicas, entes privados y las comunidades en general, para que desarrollen un papel responsable en la conservación y manejo de los ecosistemas costeros (Contraloría General de la República, 2011).

2.9. Manglar de Puntarenas

En Costa Rica existe suficiente legislación para proteger los ecosistemas de manglar, pero hay una falta de control, castigos creíbles y conciencia. Más aún, los conflictos de intereses continúan siendo la mayor amenaza de estas zonas. Tal es el caso del Manglar de Puntarenas, el cual recibe un alto número de turistas al año, los cuales se ven atraídos por la belleza del sitio y la gran diversidad de flora y fauna que existe en la zona (Fonseca, 2007).

El Humedal Estero de Puntarenas y Manglares Asociados (HEP), se creó bajo el decreto ejecutivo N° 29277-MINAE en el año 2011 y su área marina protegida alcanza todo el estero que está detrás de la ciudad de Puntarenas y las aguas de la boca del Estero Chomes (Salas et al., 2012). Por otro lado, con el decreto N° 33327-MINAE del año 2006, en el artículo 6, se declara que se deben conservar y recuperar los recursos naturales del HEP (Salas et al., 2012).

Desde esta perspectiva, el manglar HEP evidencia una pérdida de área y cambios en la zona de cobertura del manglar, es decir, ha estado sujeto a transformaciones de alto impacto de amenaza, como lo son el cultivo de caña y de camarones. Dichas actividades, que tienen un gran desarrollo económico, se desarrollan en la parte interna del manglar, afectando su cobertura, ocasionando un desequilibrio del ecosistema y de la estabilidad de las especies que dependen de las áreas protegidas (Contraloría General de la República, 2011).

A todo lo anterior, hay que sumarle que se reporta, según denuncias, un incremento en las concentraciones de agroquímicos, que se pueden movilizar por escorrentía o infiltración, ocasionando una contaminación de suelo de manglar. Incluso, el aprovechamiento de la acción humana, ha ocasionado una alta sedimentación a causa de inundaciones, especialmente por el río Aranjuez (Fonseca, 2007).

A su vez, la corta de manglar es una actividad crítica y sin reportar. Por ende, es importante recalcar que a los terrenos de manglar se les atribuye el régimen de público por constituir Patrimonio Natural del Estado; es decir, por medio del SINAC, se deben tomar medidas de recuperación (Marín-Alpízar, 2006; Contraloría General de la República, 2011).

Por otro lado, los suelos de manglar, según el Decreto Ejecutivo No. 23214-MAG-MIRENEM, deben estar en las clases VII y VIII, que están estipuladas en los Criterios Técnicos para la Conservación de Humedales. Pero las condiciones de suelo del manglar HEP, según los artículos 51, 52, 53 y 54 de la Ley Orgánica del Ambiente, No. 7554, demandan contemplar limitaciones y restricciones para la conservación y uso sostenible del suelo y agua (Contraloría General de la República, 2011).

Con todo lo anteriormente expuesto, la Contraloría General de la República emite en el año 2011 un informe. En dicho informe se solicita con urgencia la realización de estudios, por la evidente pérdida del área del manglar, ocasionado por la intervención antrópica (sedimentación, invasiones o actividades económicas). Ya que, desde el año 1945 se han perdido 766 ha de área de cobertura del manglar (Contraloría General de la República, 2011).

Asimismo, las escasas acciones que puede cumplir el Área de Conservación Pacífico Central, se deben a la falta de personal y de presupuesto, además, no posee herramientas tecnológicas para la vigilancia con constancia y en tiempo real (Contraloría General de la República, 2011).

Debe agregarse también, que el Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA), determinó que los suelos del manglar HEP poseen una gran limitación ya que tienen exceso de agua y un mal drenaje, como para el desarrollo de actividades agrícolas o

agropecuarias (cultivo de caña). Por otra parte, la Clasificación y Conservación de Humedales, establece que los suelos de este manglar son clase VII y VIII. Es decir, son zonas catalogadas para la preservación de flora y fauna, la recarga acuífera, la reserva genética y una belleza escénica (Contraloría General de la República, 2011). Según los artículos 51, 52, 53 y 54 de la Ley Orgánica del Ambiente, No. 7554, en el manglar HEP, debe restringirse el uso para la conservación y uso de suelo y agua (Contraloría General de la República, 2011).

Por lo tanto, para poder establecer medidas de protección y conservación del manglar, se requieren informes técnicos y científicos de importancia, ya que van a ser muy pertinentes para el ordenamiento jurídico, y por ende, para hacer cumplir las normas y leyes que el Estado debe hacer valer. Es por esto que, este proyecto es fundamental para proponer acciones a favor de la conservación del manglar de Puntarenas, lo que podría contribuir adicionalmente con futuras evaluaciones relacionadas con servicios ecosistémicos

Capítulo III. Marco metodológico

3.1. Paradigma

La Maestría Profesional en Manejo de Recursos Naturales es un programa que pertenece a las llamadas Ciencias Naturales y, por tanto, se desarrolla dentro de un paradigma intelectual-social-crítico en el que se motiva a la construcción continua de conocimiento nuevo mediante la realización de una investigación científica que genere propuestas capaces de provocar una transformación social en cuanto al manejo de los recursos naturales.

3.2. Enfoque

Esta investigación tuvo un enfoque mixto. El cual involucró la recolecta y análisis de datos cuantitativos y cualitativos (Hernández Sampieri, Fernández Collado & Baptista Lucio, 2010). Los cuales se complementaron y generaron insumos para la propuesta de protección y recuperación de la zona interna del manglar de Puntarenas.

3.3. Participantes / población y muestra

3.3.1. Participantes / población y muestra

Con el fin de determinar grados de afectación humana sobre el manglar de Puntarenas y en particular sobre el área seleccionada, se llevó a cabo la recopilación de información en dos fases.

Descripción y toma de datos socioambientales

La primera fase incluyó técnicas de observación directa en cada parcela con la finalidad de determinar efectos directos de afectación, mediante la aplicación de técnicas e instrumentos con los que se obtuvo de información socioambiental, de acuerdo con los criterios establecidos por Villalobos y González (2000). Esta fase incluyó:

- Una guía de observación.
- Una entrevista abierta que se aplicó a funcionarios de entidades oficiales o no gubernamentales, que tienen injerencia (directa o indirecta) con el estudio, la protección y el manejo del manglar.

Específicamente los siguientes actores:

- A tres Funcionarios públicos con injerencia en la zona de estudio (INCOPECA, Municipalidad, Universidades)
- A cuatro Habitantes cerca de la zona interna del manglar

Las entrevistas incluyeron información atinente al tipo de entrevistado y abarcaron datos personales básicos, actividades que realizan, contexto económico, funciones y responsabilidad institucional, aspectos históricos, actividades extractivas, manejo de desechos, percepción sobre los impactos y afectación del manglar, legislación, entre otros aspectos.

Cuantificación y clasificación de desechos sólidos acumulados en el manglar de Puntarenas

Se realizaron 5 parcelas transversales de color amarillo naranja (Fig. 1B), que se denominaron (M1, M2, M3 M4 y M5), durante la marea baja, con una distancia de 200 metros y un ancho de 50 metros. La denominación no es por grado de dificultad de ingreso, sino, es por un orden de muestreo. En cada parcela se caminó sistemáticamente y en cada una se contó por unidad y se clasificaron todos los objetos en los 10 grupos según la composición que estuviera visible dentro de la parcela. El muestreo se llevó a cabo en dos días consecutivos (5-6 abril, 2019), para evitar variaciones (Cordeiro & Costa, 2010). La basura se clasificó en 6 grupos según su composición: plástico, vidrio, hule espuma, tela, madera y zapato (Moore, Gregorio, Carreon, Weisberg & Leecaster, 2001; Silva-Iñiguez & Fisher, 2003).

3.4. Fuentes

Las fuentes primarias fueron los funcionarios públicos con injerencia en la zona de estudio (INCOPECA, Municipalidad, Universidades) y los habitantes cerca de la zona interna del manglar.

Las fuentes secundarias fueron las estadísticas de los datos recopilados en el proyecto.

3.5. Técnicas e instrumentos para la recolección

Evaluación estructural del manglar

Caracterización de la vegetación

Los muestreos fueron realizados del 5 al 8 de abril del 2017, en donde se midieron 10 parcelas de muestreo de 10 m x 25 m, que se denominaron (m1, m2, m3 m4, m5, m6, m7, m8, m9 y m10). Se ubicaron estratégicamente, en la zona interna del manglar, es decir, en los bordes más cercanos a terrenos de uso agrícola.

En cada parcela se cuantificó el número de árboles totales y por especie, las alturas de estos y se midieron los diámetros (DAP) a 1.30 metros de altura y basándose en los criterios establecidos por (Cintrón & Schaeffer Novelli, 1984) para esos efectos, además, se establecieron mediciones de árboles $\geq 2,5$ cm, tanto vivos como muertos, para determinar alguna relación con la actividad antropogénica.

Para ello se establecieron cuatro clases diamétricas, según el siguiente detalle:

- Clase I: 2,5 a 4,9 cm
- Clase II: 5 a 9,9 cm
- Clase III: 10 a 14,9 cm
- Clase IV: 15 cm o más

En relación con la medición de la altura de los árboles, se utilizó un clinómetro y se procedió a su clasificación en las siguientes categorías:

- Clase I: 0 a 4,9 m
- Clase II: 5 a 9,9 m
- Clase III: 10 a 14,9 m
- Clase IV: 15 a 19,9 m
- Clase V: 20 m o más

El cuadro 1 incluye los atributos estructurales que fueron estimados para para cada una de las parcelas y para el área de estudio, según lo establecido por Schaeffer- Novelli y Cintrón (1986).

CUADRO 1.

Descripción de los atributos estructurales en el área de estudio

Atributos estructurales ítems	Formula
El Índice de Complejidad (IC)	$IC = \frac{A \times AB \times SP \times D}{1000}$
Donde: IC= Índice de Complejidad A = altura AB = área basal SP = número de especies D = densidad	
Área Basal (AB)	$AB(m^2) = \frac{\pi}{4} (DAP_{cm} \text{ por especie})^2$
Densidad relativa % (Dr)	$Dr = \frac{\text{individuos}_{sp}}{\text{total de individuos}} \times 100$
Dominancia relativa (%) (Dm)	$Dm = \frac{\text{dominancia de una sp}}{\text{dominancia total de las spp}} \times 100$
Frecuencia relativa (%) (Fr)	$Fr = \frac{\text{Frecuencia}_{sp}}{\sum \text{Frecuencia}_{total\ spp}} \times 100$
Índice de Valor de Importancia (IVI)	$IVI = Dr + Dm + Fr$

Caracterización fisicoquímica:

Adicionalmente, en cada una de las parcelas se tomaron 10 muestras de agua, en la época lluviosa y durante la marea baja, con el fin de caracterizar los parámetros fisicoquímicos con un multiparámetros YSI 556. Para las tomas de agua de cada parcela se enterró un tubo de PVC de 1,20 metros (en cada parcela) y en su parte inferior tenía huecos que permitió que se acumulara el agua. Con ayuda de un barrero, se introducía por el tubo de PVC, se muestrearon solo 250 ml de agua por parcela de manera igual en todas.

Todos los análisis se realizaron en el laboratorio de Control de Calidad, en la Estación de Biología Marina Juan Bertoglia Richards de la Universidad Nacional (EBM-UNA).

Fauna y flora asociada

Se llevó a cabo una descripción (presencia) de la vegetación marginal y fauna (peces, anfibios, reptiles, aves e invertebrados (moluscos y crustáceos), asociada a las áreas de manglar. Para tal efecto se trabajó en cada parcela, por medio de observación y búsqueda de listados (revisión de fuentes secundarias), cuya representación normalmente constituye un indicador de estabilidad y salud del ecosistema, y con el mismo fin se reconocieron las especies faunísticas más conspicuas en el área de estudio (Jiménez, 1999). El registro de cada individuo fue por medio del nombre común y en el caso de

no poder identificarlo, se fotografió y se usaron claves taxonómicas. Por lo que se obtuvo un inventario de flora y fauna asociada.

3.6. Validación de instrumentos

La validación de los instrumentos para la toma de datos, fue usado en otras investigaciones que se están llevando a cabo y además se realizó pruebas directas en el área de estudio y por ende quedo validado.

La validación de los instrumentos (encuestas), se dio a tres expertos colegas de la UNA, con el objetivo de validar la comprensión de las preguntas.

3.7. Procedimiento de recolección de información

A la comunidad se realizaron 4 encuestas a los habitantes cercanos y con la disponibilidad de que respondieran (Anexo 1). Que se basó en preguntas abiertas. Pero muchos habitantes no se encontraban en la disponibilidad de colaborar por miedo a represalias. Las personas entrevistadas, son aquellas que viven muy cerca de la zona interna del manglar de Puntarenas.

En el caso de las instituciones gubernamentales, se hizo una lista de posibles candidatos que salió de los talleres que se han generado del proyecto que está vinculado a este trabajo. Se envió la solicitud a 7 candidatos el 26 de febrero del 2019, pero solo 3 aceptaron una cita de entrevista (Anexo 2). El primer candidato pertenece a la institución Conservación Internacional con un cargo de consultor, el segundo al CATIE del Programa de Bosques, Biodiversidad y Cambio Climático, a quienes se entrevistó el 11 de marzo del 2019, y el tercero a Incopesca en la Unidad de Control y Calidad Ambiental y la entrevista se realizó el 15 de marzo del 2019

3.8. Procedimiento de análisis de la información

Se procedió al análisis de la información que permitió llegar a la caracterización del manglar. Se determinó la transformación de los datos, además se analizó un escalamiento multidimensional (MDS) y un análisis de un Cluster.

Por otro lado, se realizó un análisis multivariado por medio del análisis de componentes principales (ACP), para datos fisicoquímicos, que establecieron patrones y variables importantes (R Core Team, 2012).

No obstante en los casos de tener una distribución normal, se realizaron pruebas paramétricas, correlación de Pearson, ANOVA y un análisis CACONICO.

La información recopilada en la fase de evaluación de efectos antrópicos, por su carácter fundamentalmente cualitativo, fue analizada usando los criterios establecidos por González y Villalobos, (2000) y Sampieri, Fernández & Baptista (2003), quienes proponen la aplicación de procedimientos convencionales pero flexibles, utilizando para ello técnicas de análisis y representación de la información en correspondencia con los objetivos y alcances del estudio.

De esta manera, desde la revisión documental hasta la información recogida mediante la aplicación de los instrumentos de consulta, será posible integrar los aspectos fundamentales que representen el estado actual del manglar, desde una perspectiva de uso, explotación y sostenibilidad. Lo que facilitó las interpretaciones abiertas, integradoras y sistémicas.

Por último, para observar la diferencia entre parcelas y entre grupos de basura, se aplicó el índice de Simpson (D), además se calculó la abundancia relativa encontrada en cada parcela en el área de 200*50 metros. Por último, se realizó una correlación de Spearman, de la densidad de basura por grupo.

Elaboración de una estrategia para la protección del manglar

Los alcances de la propuesta se derivarán a partir de la evaluación estructural y de los usos diversos que se le dan al manglar. Esta estará encaminada a definir el papel y la participación, de las instituciones nacionales y locales, la comunidad, los investigadores y otros actores, así como de la forma en que deberían intervenir para lograr la implementación efectiva de acciones de recuperación, protección, usos alternativos y no consuntivos que pudieran ser implementados en el ámbito institucional y local para la protección del manglar de Puntarenas.

3.9. Cronograma

CUADRO 2.

Descripción de un formato de cronograma de actividades

Actividad	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
Búsqueda de información	X	X	X	X	X	X
Elaboración anteproyecto	X	X	X			
Revisión y corrección		X	X			
Presentación anteproyecto			X			
Caracterización de la vegetación			X	X		
Caracterización fisicoquímica			X	X		
Análisis de las muestras químicas			X	X		
Caracterizar la fauna y flora asociada			X	X		
Cuantificación y clasificación de desechos sólidos			X	X		
Aplicación de entrevistas a las instituciones por medio de correo electrónico o llamadas telefónicas			X	X		
Aplicación de entrevistas en el área de estudio			X	X		
Análisis de la información			X	X		
Preelaboración de una estrategia para la protección del manglar				X	X	
Reporte preliminar					X	
Reporte final					X	X
Presentación proyecto escrito borrador						X
Presentación proyecto escrito y oral						X

3.10. Presupuesto

CUADRO 3.

Equipo y materiales necesarios

Presupuesto estimado y disponibilidad					
Descripción	Unidad	Precio por unidad (Colones)	Precio total (Colones)	Disponible	Fuente
Hojas para control y entrevistas	1(paquete)	2000	2000	Sí	Estudiante
GPS	1	250000	250000	Sí	EBM-UNA
Cinta marcaje de parcelas (10 metros)	1	6000	6000	Sí	UNA
Cinta métrica	2	5000	10000	Sí	UNA
Cinta diamétrica	2	7000	14000	Sí	UNA
Clinómetro	2	2000	4000	Sí	EBM-UNA
Pala	1	5000	5000	Sí	UNA
Cámara fotográfica	1	80000	80000	Sí	UNA
Bolsas para sedimento	30	50	1500	Sí	UNA
Horno	1	-	-	Sí	EBM-UNA
Tamices	4	-	-	Sí	EBM-UNA
Cedazo	3 metros	1500	4500	Sí	UNA
Tubos PVC	5	-	-	Sí	UNA
Reactivos químicos	10	-	-	Sí	EBM-UNA
Espectrofotómetro UV mini 1240 Shimadzu	1	2 300000	2 300000	Sí	EBM-UNA
Multiparámetro YSY 556	1	-	-	Sí	EBM-UNA
Cristalería (beakers, probetas, pipetas, buretas)	50	-	-	Sí	EBM-UNA
Guía de identificación especies	5	20000	100000	Sí	Estudiante/UNA
Hospedaje, alimentación y transporte	-	50000 (semanal)	550000	Sí	Estudiante
Imprevistos	-	-	150000	Sí	Estudiante

Capítulo IV. Presentación y análisis de resultados

4.1. Resultados y discusión

4.1.1. Evaluación estructural del manglar

Se midieron 218 árboles de manglar, distribuidos en 5 especies: *Avicennia bicolor*, *A. germinans*, *Laguncularia racemosa*, *Rhizophora racemosa*, *Pelliciera rhizophorae* en 10 parcelas (Cuadro 4).

Las características estructurales indican que los valores de las áreas basales variaron entre 0.00033 y 0.0248 m² ha⁻¹, las densidades relativas entre 4.35 y 100 individuos por hectárea (Cuadro 4).

El desarrollo estructural de la parte interna del manglar de Puntarenas está interrelacionado con las variables de área basal y la densidad. Por lo anterior, las especies con valores mayores de densidad relativa, dominancia relativa, frecuencia relativa e índice de valor de importancia son *A. bicolor* y *A. germinans*. Por otro lado, *L. racemosa* fue la única especie que presentó individuos solo en la categoría diamétrica >2.5 cm (Cuadro 4).

Los índices de complejidad fueron mayores para *P. rhizophorae* en la categoría diamétrica >2.5 cm y *A. bicolor* en la categoría diamétrica >10 cm. Además, *A. bicolor*, *A. germinans*, *R. racemosa* y *P. rhizophorae* se encontraron individuos correspondientes a las dos categorías diamétricas. Solamente la parcela 4 estuvo compuesta por individuos de las 5 especies (Cuadro 4).

4.1.2. Procedimiento de análisis de la información

En las especies encontradas en la parte interna del manglar de Puntarenas, se determinó para el análisis estadístico, denominar a las parcelas con las abreviaturas: m01, m03, m05, m07 y m09, como las parcelas más externas, y las m02, m04, m06, m08 y m10, como las más internas.

No hubo necesidad de realizar una transformación de los datos, por ende, se efectuó un escalamiento multidimensional (MDS) (Fig. 2), el cual determina que los datos son muy homogéneos, con un valor de 10⁻⁵, es decir, el valor menor a 1 representa un muy bajo estrés. Las diferencias entre grupos se debieron principalmente a los valores de riqueza y abundancia de individuos por la presencia de las 5 especies de manglar.

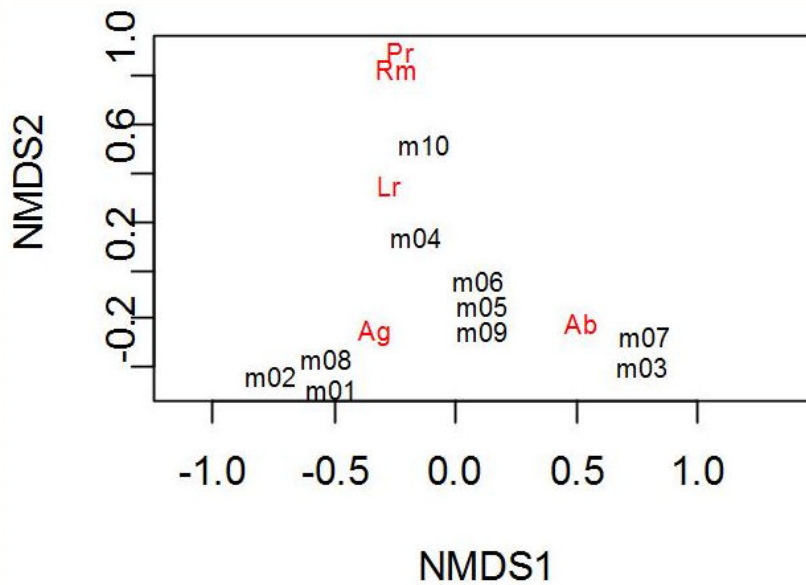


Figura 2. Análisis de escalamiento multidimensional (MDS) de la riqueza de especies por parcela muestreada en la parte interna del manglar de Puntarenas

La alta presencia de *A. bicolor*, en 5 de las parcelas, se debe a que esta especie se encuentra en climas secos (Jiménez & Soto, 1985; Soto & Jiménez, 1982; Jiménez, 1999). En cambio *R. mangle*, es característica de todo el Pacífico costarricense, pero esta se encuentra normalmente en áreas donde hay un fuerte oleaje (Pool et al. 1977; Jiménez, 1999). Por otro lado, la figura 3 representa la riqueza de especies entre las 10 parcelas (5 externas y 5 internas) por medio del análisis de un Cluster, y el dendrograma establece 4 grupos según la composición de especies que se encontró en la parte interna del manglar de Puntarenas.

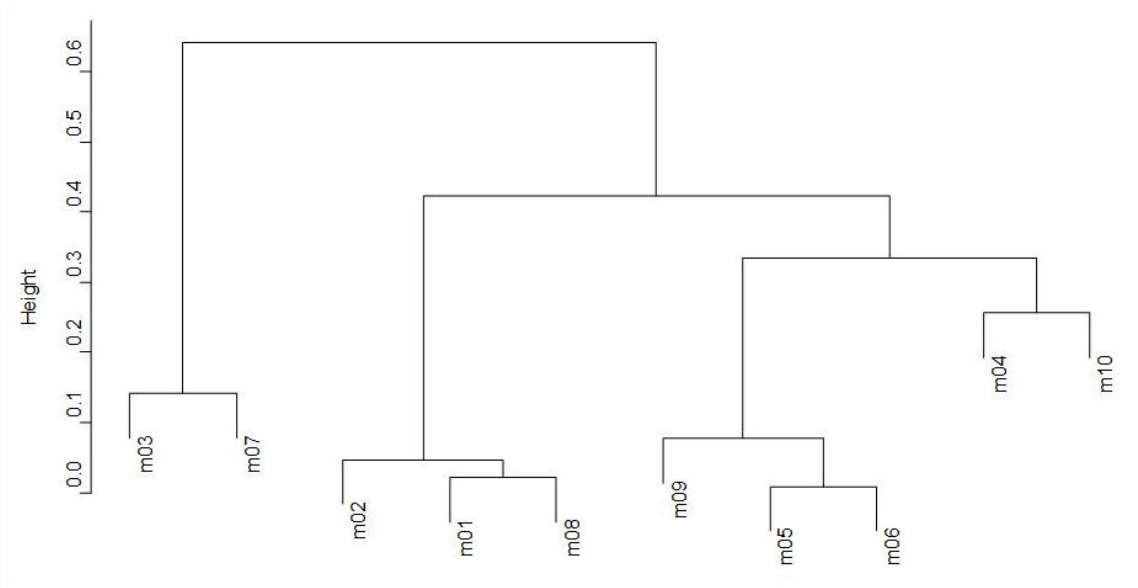


Figura 3. Dendrograma mostrando la relación de riqueza de especies de manglar en la parte interna del manglar de Puntarenas, en las 10 parcelas (5 externas y 5 internas)

Además, se realizó un PERMANOVA, para comparar si hay diferencias entre las parcelas que están más internas o externas en el área de estudio. Se logró determinar que la composición de especies es igual en todo el manglar en la zona interna, dado que no se encontraron diferencias significativas ($F=2.99$, 1 gl., $P>0.05$), con un $r^2 = 0.27$. Posteriormente, se hizo un análisis de parámetros físicos y químicos donde no se encontraron diferencias significativas ($F= 1.4978$, 1.8 gl., $P>0.05$). Primero, se realizó un DSA con la longitud de gradientes y como sus valores eran menores a 4, se optó por hacer un análisis de redundancia (RDA), el cual explica la riqueza de las especies en un 65%, por variables físicoquímicas, no obstante, el modelo no es significativo ($P>0.05$).

CUADRO 4.

Características estructurales del bosque del manglar en las parcelas de muestreo de Puntarenas, año 2019. Ab. *Avicennia bicolor*,
Ag. *Avicennia germinans*, Lr. *Laguncuraria racemosa*, Rm. *Rhizophora racemosa* y Pr. *P. rhizophorae*

Parcela	Especie	n	Densidad de la clase diamétrica Categoría >2.5 cm		Densidad de la clase diamétrica Categoría >10 cm		Densidad relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	Índice de valor de importancia IVI	Densidad de la clase diamétrica Categoría >2.5 cm	Densidad de la clase diamétrica Categoría >10 cm
			DAP medio	Area Basal (m ² ha ⁻¹)	DAP medio	Area Basal (m ² ha ⁻¹)					Índice de complejidad (IC)	Índice de complejidad (IC)
1	Ag	26	9.02±2.17	0.00071±0.00024	23.05±78.48	0.0018±0.00067	100	100	100	300	0.00062	0.00065
	Ag	17	8.86±2.76	0.00070±0.00022	25.02±10.37	0.0020±0.00081	94.44	94.44	94.44	283.33	0.0230	0.3027
2	Troncos	1	8.82±1.85	0.00069±0.00015	0	0	32	32	32	96	0.0076	0
	Ab	20	7.53±2.46	0.00059±0.00019	30.11±9.85	0.002±0.001	83.33	83.33	83.33	250	0.1135	0.5941
3	Ag	2	0	0	46.30±8.77	0.004±0.001	8.00	8.33	8.33	24.67	0	0.3491
	Troncos	2	0	0	32.15±16.19	0.003±0.001	8.00	8.33	8.33	24.67	0	0.2424
	Ab	9	0	0	28.11±14.48	0.0022±0.0011	56.25	56.25	56.25	168.75	0	1.0064
4	Ag	4	0	0	44.25±39.10	0.0035±0.0031	25	25	25	75	0	0.3665
	Lr	1	4.5±0	0.004±0	0	0	6.25	6.25	6.25	18.75	0.0124	0
	Pr	1	0	0	28.5±0	0.0022±0	6.25	6.25	6.25	18.75	0.1679	0
	Rm	1	6.7±0	0.005±0	0	0	6.25	6.25	6.25	18.75	0.0395	0
	Ab	10	6.8±0	0.005±0	29.03 ±22.23	0.0020±0.0017	38.46	38.46	38.46	115.38	0.0179	0.6109
5	Ag	14	4.84±1.4622	0.004±0.001	30.46±2.48	0.0248±0.002	53.85	53.85	53.85	161.54	0.0445	0.5228
	Troncos	2	0	0	37.7±21.50	0.0030±0.0017	7.69	7.69	7.69	23.08	0	0.0711
6	Ab	10	5.7±0.63	0.004±0.00005	22.52±11.49	0.0018±0.0009	40	40	40	120	0.045	0.1786
	Ag	15	5.81±2.774	0.0005±0.002	21.68±12.97	0.0017±0.0010	60	60	60	180	0.0907	0.1956
7	Ab	36	5.44±2.10	0.004±0.002	23.82±14.99	0.0019±0.002	100	100	100	300	0.0366	0.3207
	Ag	22	6.12±0.73	0.0005±0.0001	27.45±13.64	0.022±0.010	95.65	95.65	95.65	286.96	0.0471	0.9489
8	Troncos	1	0	0	41.20±0	0.032±0	4.35	4.35	4.35	13.04	0	0.0777
	Ag	6	4.2±0	0.00033±0	37.44±7.24	0.003±0.006	46.15	46.15	46.15	138.46	0.0069	0.3069
	Ab	7	3.97±0.15	0.0003±1.2E-05	38.73±13.54	0.003±0.0011	53.85	53.85	53.85	161.54	0.0131	0.1703
9	Ab	2	0	0	31.22±0.99	0.002±0.0001	11.76	11.76	11.76	35.29	0	0.1372
	Ag	8	7.3±0	0.00057±0	29.46±5.81	0.0023±0.005	47.06	47.06	47.06	141.18	0.0306	0.8635
	Rm	2	9.2±0	0.007±0	32.6±0	0.003±0	11.76	11.76	11.76	35.29	0.0405	0.1434
10	Pr	5	6.3±0	0.005±0	20.52±16.34	0.0016±0.0013	29.41	29.41	29.41	88.24	0.049	0.3250

4.1.2. Caracterización de la vegetación

La vegetación marginal que se reportó fue: *Acrostichum aureum* (Pteridaceae), *Dalbergia brownei* (Fabaceae), *Scirpus californicus* (Cyperaceae), *Philoxerus vermicularis* (Amaranthaceae), *Fimbristylis spadicea* (Cyperaceae) y *Mariscus ligularis* (Cyperaceae).

4.1.3. Caracterización fisicoquímica

La zona interna del manglar de Puntarenas presentó valores de pH muy similares entre los valores de 7.26 a 7.94. Por otro lado, el valor más alto de temperatura y salinidad fue en la parcela 1. El valor más bajo en el porcentaje de oxígeno y concentración de oxígeno fue en la parcela 1 (cuadro 5).

Se realizó un análisis de APC, el cual nos indica que el aumento de los valores de la salinidad es un factor que va a influir en los demás parámetros. En la parcela 1 (cuadro 5), se evidencia que tiene el mayor valor de salinidad. La parcela 10 presenta los valores más altos en la concentración de oxígeno, y en la cuadro 4, se evidencian las mayores abundancias de las especies *R. mangle* y *P. rhizophorae*, debido a que son especies más presentes y abundantes en zonas donde la salinidad no es tan alta (cuadro 5). Contrario a este parámetro, la especie *A. germinans*, está presente en zonas con una altísima salinidad y alta temperatura, en las parcelas 1 y 3.

CUADRO 5.

Parámetros fisicoquímicos del agua en las 10 parcelas en la zona interna del manglar de Puntarenas
pH., Temperatura (Celsius), Oxígeno (%)= porcentaje de oxígeno, UPS= Salinidad y O₂ mg (mg)=
Concentración de oxígeno

Parcelas	pH	T° (°C)	% O ₂	UPS	[] O ₂ mg
m1	7.34	28.43	81.20	67.59	4.34
m2	7.51	27.43	84.70	60.49	4.77
m3	7.97	27.28	86.00	64.02	4.77
m4	7.37	27.24	86.20	34.41	5.64
m5	7.94	26.95	87.40	40.33	5.56
m6	7.26	27.01	87.10	45.05	5.39
m7	7.6	26.85	88.02	30.69	5.94
m8	7.51	27.06	87.02	34.5	5.73
m9	7.05	26.94	87.05	54.78	5.13
m0	7.65	26.72	88.05	21.7	6.27

4.1.4. Fauna asociada

Además, la fauna marginal que se reportó fue: cangrejos: *Uca sp* y *Ucides occidentalis*; aves: *Eudocimus albus* (Ibis blanco americano), *Numenius phaeopus* (Zarapito trinador), *Melanerpes hoffmannii* (Carpintero) y *Kinosternon leucostomum* (tortuga de pantano).

4.1.5. Evaluación de actividad antrópica

Al caracterizar la actividad antrópica que se pudo analizar de las diferentes entrevistas realizadas, se evidencia que los 3 funcionarios de las diferentes instituciones, conocen los efectos que causan el deterioro de la zona interna del manglar de Puntarenas.

Por lo anterior, se percibió de las entrevistas que existen 10 actividades: cultivos de caña de azúcar, desarrollo urbano, contaminación de líquidos y sólidos, quemas, extracción de moluscos, ganadería, proceso de invasión humana, sedimentación, tala y drenaje del manglar. Estas se están realizando en la parte interna del manglar causando una alta vulnerabilidad en la zona. Vale mencionar que las actividades que afectan en un 75% al manglar fueron: los cultivos de caña de azúcar, la contaminación de residuos sólidos y líquidos y la sedimentación.

Además, los análisis de las preguntas a las ONGs, concuerdan en que no hay divulgación de la información que se genera, a pesar de que el MINAE, a través del SINAC o INCOPECSA, tiene el mandato legal de proteger y mantener la salud e integridad de los ecosistemas de manglar de todo el país.

Por otro lado, los reglamentos exigen una protección de los recursos naturales, por ejemplo, en el MINAE (Artículo 13, Ley de Pesca y Acuicultura N° 8436). Sin embargo, también por ley INCOPECSA debe garantizar la conservación, la protección y el desarrollo sostenible de los recursos hidrobiológicos (Artículo 1, Ley de Pesca y Acuicultura). Además, Cooperación Internacional ha gestionado fondos para la elaboración de un Plan de Manejo para el lugar, pero aún no está público. Para finalizar, el Área de Conservación del Pacífico Central (ACOPAC) ha realizado gestiones legales contra una cantidad importante de invasores, con ayuda de la Fiscalía Ambiental, INCOPECSA, Fuerza Pública y Guardacostas.

Es necesario recalcar que desde el año 2015, se creó la Red Interinstitucional y Comunal Pro Puntarenas, con la cual, la coordinación con otras instituciones ha sido mucho más fácil. Esta Red nació con el objetivo de crear enlaces institucionales que faciliten la realización de actividades ambientales. Sin embargo, con el paso de los años, la red ha crecido y expandido sus ejes temáticos (ambiente, salud, social, seguridad, educación), ayudando a cumplir con las metas comunes y con las necesidades de cada entidad.

Todas las respuestas concuerdan en que la recuperación de áreas de manglar perdidas sí es posible, ya que el manglar tiene la capacidad de recuperarse naturalmente, pero sin actividades que lo deterioren (como se mencionó en el cuadro 6). Científicamente, antes se requieren estudios de valoración que incluyan cada área afectada, por lo que se podría establecer cuánto realmente se

lograría recuperar considerando estudios sobre la forma y extensión que tuvo en el pasado para decir cuáles pueden ser las mejores opciones técnicas de restauración. Teniendo en cuenta que existen asentamientos urbanos en zonas que fueron manglares, por lo tanto, los aspectos políticos y sociales tienen un peso importante en algunas decisiones de rehabilitación del área de manglar.

Examinaremos ahora si es posible implementar medidas de manejo para detener el deterioro y recuperar las áreas degradadas del manglar. El SINAC está en la responsabilidad de implementar medidas de manejo. No obstante, las acciones dependen de las capacidades, planificación y participación de las institucionales, las cuales son muy limitadas. Por tal razón, es relevante la gestión de fondos para la implementación de medidas de manejo que generen impactos positivos en las políticas de áreas silvestres protegidas.

En cuanto al análisis a las preguntas que se les hicieron a los habitantes que están cerca del manglar. Fueron 4 entrevistas que se realizaron (Cuadro 6). Se evidencia que los habitantes no perciben o desconocen que la zona está afectada negativamente.

CUADRO 6.

Entrevistas a los 4 habitantes que viven cerca de la zona interna del Manglar de Puntarenas

Número	Cuánto hace que vive en Puntarenas	Fuente de trabajo en el Manglar	Organización que la persona ha visto que trabaja con la comunidad	Disminución en los manglares de esta comunidad	Construcciones en las zonas que ocupaba el manglar	Fecha entrevista
1	24 años	Buscar peones	INCOPECA, Conservación Internacional	No	No responde	18 febrero 2019
2	15 años	Cultivo caña azúcar y piangüero	No sé	No	No responde	18 febrero 2019
3	3 años	Cultivo caña azúcar y piangüero	No sé	No	No responde	19 febrero 2019
4	4 años	Cultivo caña azuúcar y piangüero	INCOPECA	No	No responde	19 febrero 2019

En resumen, con las entrevistas a los habitantes, en las actividades productivas (Fig. 2) es patente que el cultivo de caña es una de las labores que prefieren los habitantes en estar en estas áreas, aun indicando que no conocen de leyes o si existe algún plan de manejo que proteja al manglar. Actualmente, se desarrolla la actividad agropecuaria (Fig. 5), como el cultivo de caña, que es una de las actividades que se han introducido, ocasionando un cambio y un deterioro en el uso de suelo (Contraloría General de La República 2011).

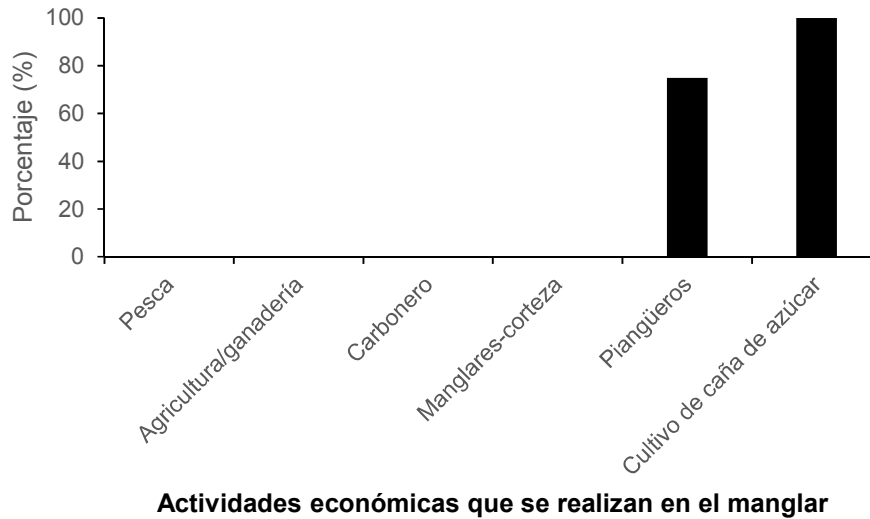


Figura 4. Actividades económicas que se realizan en la parte interna del manglar de Puntarenas



Figura 5. Actividad agropecuaria, como el cultivo de caña que se realiza en la parte interna del manglar de Puntarenas

4.1.6. Cuantificación y clasificación de basura acumulada en el manglar de Puntarenas

En la zona interna del manglar de Puntarenas se hallaron 170 objetos clasificados en los 6 grupos según su composición (Cuadro 7).

Se debe destacar que los plásticos y zapatos fueron los dos grupos, según su composición, con mayores valores, 22.4 ± 29.58 y 7.4 ± 15.44

CUADRO 7.

Promedio \pm D.E. y porcentaje (%) de los 6 grupos según su composición: plástico, vidrio, hule espuma, tela, madera y zapatos

Grupo según composición	Promedio \pm D.E.	%
Plástico	22.4 \pm 29.58	13.18
Vidrio	0.4 \pm 0.55	0.24
Hule espuma	1.2 \pm 2.17	0.71
Tela	0.2 \pm 0.45	0.12
Madera	2.4 \pm 1.95	1.41
Zapatos	7.4 \pm 15.44	4.35

Según la figura 6, podemos ver claramente que en la parcela 1 no se encontró ninguno de los 6 grupos de basura. Sin embargo, los grupos que se encontraron con mayor cantidad fueron el plástico y zapatos.

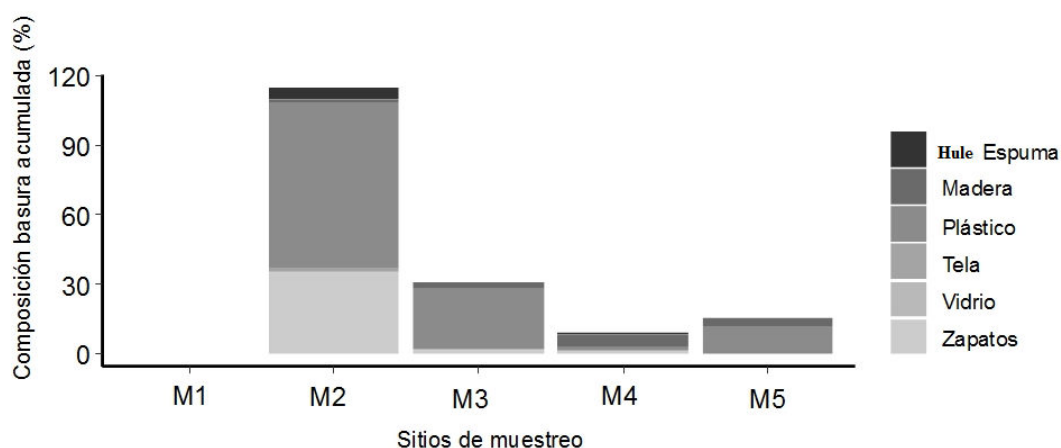


Figura 6. Valores totales de los 6 grupos, según su composición, en las 5 parcelas muestreadas en la parte interna del manglar de Puntarenas

Es evidente una cantidad alta de los grupos de plástico y zapatos. Eso se debe probablemente a que este tipo de grupo está compuesto por materiales que usa mucho la población, debido a su alta versatilidad (Derraik, 2002). Según Moore, Gregorio, Carreons, Weisberg & Leecaster, 2001; Claereboudt, 2004), mundialmente el plástico es considerado como el principal detrito encontrado en manglares y playas. Pero los pocos datos que se pudieron registrar, posiblemente se debieron a que el transporte de estos materiales se haya dado por mareas altas o vientos de otros lugares lo que se puede considerar como una limpieza natural).

Capítulo V. Conclusiones y recomendaciones

5.1. Hallazgos relevantes

- Las especies *A. bicolor* y *A. germinans*, son las que dominan y se encuentran presentes en todas las parcelas evaluadas.
- *L. racemosa*, es la especie que solo presenta 1 individuo, por lo tanto es la más escasa.
- Las actividades actuales que evidencian el deterioro y afectan negativamente en la zona interna del manglar de Puntarenas son: cultivos de caña de azúcar, contaminación de líquidos y sólidos y tala.
- El mayor porcentaje de los 6 grupos según su composición fue el plástico.

Recomendaciones:

- Desarrollar programas de capacitación para fomentar el reciclaje, reúso y reutilización de residuos sólidos, además de organizar campañas periódicas de limpieza comunitaria en la zona interna del manglar.

Capítulo VI. Propuesta o producto

6.1. Objetivos de la propuesta

Diseñar una propuesta de protección y recuperación para la zona interna del manglar de Puntarenas.

6.2. Enfoque epistemológico de la propuesta

La Maestría Profesional en Manejo de Recursos Naturales es un programa que pertenece a las llamadas Ciencias Naturales y, por tanto, se desarrolla dentro de un paradigma intelectual-social-crítico en el que se motiva a la construcción continua de conocimiento nuevo mediante la realización de una investigación científica que genere propuestas capaces de provocar una transformación social en cuanto al manejo de los recursos naturales.

6.3. Justificación de la propuesta

Las comunidades del bosque de manglar, son de vital importancia porque desempeñan funciones esenciales, como lo son: dan resguardo a las costas contra el desgaste hídrico y eólico (Cintrón & Schaeffer-Novelli, 1983), propician un valor natural al aporte a la biodiversidad marino-costera (Salas, Roos & Arias, 2012), retienen nutrientes y sedimentos (Vargas-Fonseca, 2015), exportan biomasa de los suelos costeros (Dugan, 1992), brindan refugio y alimento para varios organismos marinos-dulceacuícolas en varias etapas de su vida y preservan material genético de muchos individuos (Pizarro & Angulo, 1994; Pizarro et al., 2004).

Con lo anterior, el SINAC y el Tribunal Ambiental Administrativo, solicitan al Proyecto denominado: Evaluación y Seguimiento de Manglares en el Litoral Pacífico de Costa Rica, de la Universidad Nacional (Villalobos-Chacón, responsable del proyecto y académico de la Escuela Ciencias Biológicas, comunicación personal, octubre 5, 2016), el estudio en el manglar de Puntarenas para generar los criterios técnicos que evidenciarán los cambios en los entornos de este tipo de ecosistema.

Por consiguiente, todas las observaciones por parte del SINAC y el Tribunal Ambiental Administrativo, se centran en El Humedal Estero de Puntarenas y Manglares Asociados (HEP), el cual es uno de los manglares del Pacífico de Costa Rica que se exhibe como un estero, con una mezcla de aguas bien

marcada; es decir, una ausente estratificación en la estación seca y parcialmente mezclada en la estación lluviosa (Jiménez, 1994). Además, presenta las mayores salinidades en la parte externa del canal, por la alta interacción con las masas de aguas estuarinas; e inversamente en la parte interna. Asimismo, les brinda protección a islotes no rocosos e islas deltaicas, esteros, playones intermareales y fondos de arena. De esta forma, se exhiben bancos de pianguas, chuchecas, mejillones y también, sitios idóneos para la reproducción de peces y área de descanso para muchas especies de aves (Marín-Alpízar, 2006; SINAC, 2008).

Todo lo anterior descrito permite afirmar que al HEP se le puede catalogar como un ecosistema con una alta productividad primaria por ser una zona de gran producción pesquera (Marín-Alpízar, 2006) y ofrecer servicios ecosistémicos que pueden considerarse de utilidad o uso (directo e indirecto, legal e ilegal), por parte de los ciudadanos; y por ende, puede ser trascendental para la toma de decisiones (Steinvorth-Rojas, 2012; Arias-Bogantes, 2013). Sin embargo, la principal amenaza que presenta es el vertido directo de las aguas negras y un inadecuado manejo de los desechos sólidos generados en el área de influencia que está relacionado con los tipos de actividad antropogénica que se desarrollan alrededor del área de manglar (Cordeiro & Costa, 2010). Hay que mencionar, además, la explotación de su madera, ya sea para quema y tala de manglar, con el fin de ampliar la frontera agrícola (Salas et al., 2012). Lo anterior, conlleva a un deterioro del entorno paisajístico y a una modificación del ambiente, en detrimento de la calidad del agua (Vivas-Aguas, Espinosa & Parra, 2013).

Por esta razón, la ausencia de investigaciones en este manglar trasciende contraproducentemente en los esfuerzos por conservarlo. Este trabajo tiene como objetivo principal evaluar la condición estructural y la vulnerabilidad que tiene a la intervención humana, en la zona interna del manglar de Puntarenas. Esto motiva a la creación de una propuesta de protección y recuperación, de forma tañ que se elabore información base que sea de utilidad y de interés en la ejecución de investigaciones futuras y programas de manejo de recursos naturales.

6.4. Estructura de la propuesta

Con los resultados de caracterización y diagnóstico que se obtuvieron, se puede definir una línea de acción principal (protección y recuperación) para la zona interna del manglar de Puntarenas. Las acciones de protección y recuperación, se refieren a todas aquellas actividades que salvaguarden la estructura y funcionamiento del ecosistema en la zona interna del manglar, las cuales se relacionan con la vigilancia del tipo e intensidad de actividades humanas en el área.

Se debe vigilar que las actividades humanas no modifiquen la estructura del ecosistema (deforestación o abruptos cambios de usos del suelo).

Por último, las acciones de recuperación se refieren a todas aquellas actividades productivas que no contravengan la estructura y funcionamiento básico del ecosistema de la zona interna del manglar y que ayuden a conservar los servicios ecosistémicos locales en el largo plazo.

Entre estas actividades que consideren la recuperación se incluyen los recorridos ecoturísticos por las áreas de manglar (educación ambiental), el manejo adecuado de la estructura forestal del manglar, entre otras.

A continuación, se proponen unas acciones que pueden servir de base para la estrategia.

CUADRO 8.

Propuesta de una estrategia para la protección de la zona interna del manglar de Puntarenas

Línea de acción principal	Problemática	Objetivo	Acciones de manejo
Protección	Deterioro y pérdida de áreas del manglar	Implementar acciones para la protección y recuperación del manglar	<p>Implementar un programa de monitoreo de las condiciones del manglar.</p> <p>Fortalecer la coordinación con las instituciones para implementar acciones de protección y recuperación.</p> <p>Aplicar medidas de control y vigilancia sobre la tala de mangle.</p> <p>Diseñar e implementar campañas de concientización sobre la importancia del manglar y sus servicios ecosistémicos.</p> <p>Integrar acciones de los planes de protección y control de las instituciones.</p>
Recuperación	Aumento del vertimiento de residuos sólidos	Implementar medidas que permitan controlar el vertimiento de residuos sólidos	<p>Identificar los sitios de los vertimientos "in situ" y de las comunidades aledañas aguas arriba en relación a los desechos generados.</p> <p>Desarrollar acciones para la recuperación de áreas de manglar deterioradas.</p> <p>Diseñar estrategias de control de vertimientos e implementar sistemas de tratamiento de residuos sólidos.</p> <p>Diseñar e implementar campañas de concientización a los usuarios y población en general, sobre los impactos asociados a la contaminación y su influencia en la calidad de vida de las personas.</p> <p>Plantear e implementar una estrategia de recolección y disposición de residuos en conjunto entre las autoridades ambientales y municipales, los pescadores y otros usuarios.</p> <p>Estimular a la población a la conformación de cooperativas para el reuso, reciclaje y reutilización de los residuos sólidos aprovechables.</p>

6.5. Etapas de la propuesta

- a) Se debe apoyar la propuesta de las instituciones involucradas.
- b) Generar cartas de entendimiento entre las instituciones para ejecutar el compromiso de la propuesta de la estrategia.
- c) Coordinación y cooperación entre las instituciones para implementar acciones de protección y recuperación. Por lo anterior, se debe fortalecer con personal capacitado y equipo necesario para liderar las acciones de manejo.
- d) Crear un comité organizativo y responsable de liderar en cada institución, con quienes se coordinarán todas las actividades.
- e) Determinar la responsabilidad por institución de las acciones de manejo y de cada línea a trabajar.
- f) Planificar y ejecutar las acciones de manejo.
- g) Fomentar la investigación científica, así como los trabajos de conservación.

6.6. Gestión de riesgos

- a) Se debe evaluar la coordinación entre las instituciones por medio de avances de la ejecución de las acciones de manejo.
- b) Se debe mantener una permanente comunicación entre el comité organizativo para poder cumplir con las acciones de manejo.

6.7. Recursos y presupuesto

CUADRO 9.

Recursos y presupuesto para la propuesta de una estrategia para la protección de la zona interna del manglar de Puntarenas

Presupuesto			
Descripción	Unidad	Precio por unidad (Colones)	Precio total (Colones)
GPS	1	250000	250000
Cinta marcaje de parcelas (10 metros)	1	6000	6000
Cinta métrica	2	5000	10000
Cinta diamétrica	2	7000	14000
Clinómetro	2	2000	4000
Pala	1	5000	5000
Cámara fotográfica	1	80000	80000
Bolsas para sedimento	30	50	1500
Horno	1	-	-
Tamices	4	-	-
Cedazo	3 metros	1500	4500
Tubos PVC	5	-	-
Reactivos químicos	10	-	-
Espectrofotómetro UV mini 1240 Shimadzu	1	2 300000	2 300000
Multiparámetro YSY 556	1	-	-
Cristalería (beakers, probetas, pipetas, buretas)	50	-	-
Guía de identificación especies	5	20000	100000
Capacitaciones de campañas			

Referencias

- Alongi, D. M. (2002). Present state and future of the world's mangrove forests. *Environ. Conserv.*, 29(3), 331-349. doi: [10.1017/S0376892902000231](https://doi.org/10.1017/S0376892902000231).
- Argüello, M., Muñoz, L. & Sibaja, W. (1988). *Litorales del Golfo de Nicoya*. San José, Costa Rica: Editorial Universidad de Costa Rica.
- Arias-Bogantes, C. (2013). *La actividad pesquera en la zona del Humedal Nacional Térraba-Sierpe: Análisis integrado del entorno ambiental, social y económico para una gestión marino-costera*. (Tesis de maestría no publicada). Universidad de Costa Rica.
- BIOMARCC-SINAC-GIZ. (2012). *Evaluación de carbono en el Humedal Nacional Térraba-Sierpe*. San José. Costa Rica. Serie Técnica 01.
- Bravo-Cedeño, M. (2010). *Interpretación del estudio multitemporal (Clirsen 1969-2006) de las coberturas de manglar, camaronerías y áreas salinas en la franja costera del Ecuador continental*. (Tesis de maestría no publicada). Universidad de Guayaquil, Ecuador.
- Bouillon, S. (2011). Sotrage beneath mangroves. *Nature GeoScience*, 4(1), 282-283.
- Bouillon, S., Rivera-Monroy, V., Twilley, R. & Kairo, J. (2009). Mangroves. In D. d'A. Laffoley & G. Grimsditch (Eds.), *The management of natural coastal carbon sinks* (pp. 13-21). Gland, Switzerland: UICN.
- Calderón, C., Aburto, O. & Ezcurra, E. (2009). El valor de los manglares. *Biodiversitas*, 82, 1-6.
- Carbonell, F., Gómez, E. & Torrealba, I. (2003). *Situación de los manglares: Una síntesis sobre el caso de Costa Rica*. Documento borrador resumen a diciembre 2002. Heredia, Costa Rica: ONG Mervalvis.
- Carrillo-Bastos, A., Elizalde-Rendón, E., Torrescano Valle, N. & Flores Ortiz, G. (2008). Adaptación ante disturbios naturales, manglar de puerto Morelos, Quintana Roo, México. *Foresta Veracruzana*, 10(1), 31-38.
- Casas-Monroy, O. & Perdomo-Trujillo, L. (2001). Estado del Manglar. Informe del Estado de los Ambientes Marinos y Costeros de Colombia. *Bol. Invest. Mar. Cost.*, 53-69.
- Cifuentes-Jara, M., Brenes, C., Manrow, M. & Torres, D. (2014). *Dinámica de uso de la tierra y potencial de mitigación de los manglares del Golfo de Nicoya*. San José, Costa Rica, Cooperación Internacional.
- Cintrón, G. & Schaeffer-Novelli, Y. (1983). *Introducción a la ecología del manglar*. Montevideo, Uruguay: UNESCO.
- Claereboudt, M. R. 2004. Shore litter along sandy beaches of the Gulf of Oman. *Mar. Mar. Pollut. Bull.*, 49, 770-777.

- Coll, M., Fonseca, A. C. & Cortés, J. (2001). El manglar y otras asociaciones vegetales de la laguna de Gandoca, Limón, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.*, 49(2), 321-329.
- Contraloría General de la República. (2011). *Auditoría operativa acerca del cumplimiento por parte del Estado de las medidas de protección y conservación del humedal Estero de Puntarenas*. San José, Costa Rica. División de Fiscalización Operativa y Evaluativa: Área de Servicios Ambientales y de Energía.
- Cordeiro, C. A. M. M. & Costa, T. M. (2010). Evaluation of solid residues removed from a mangrove swamp in the Sao Vicente Estuary, SP, Brazil. *Mar. Poll. Bull.*, 60, 1762-1767.
- Cordero, P. & Solano, F. (2000). *El manglar más grande de Costa Rica*. San José, Costa Rica: UICN.
- Cortés-Castillo, D. (2010). *Flora y vegetación asociada a un gradiente de salinidad en el sector de Bahía Cispatá (Córdoba-Colombia)*. (Tesis de maestría no publicada). Universidad Nacional de Colombia.
- Cortés-Castillo, D. & Rangel-Ch., J. (2011). Los bosques de mangle en un gradiente de salinidad en la Bahía de Cispatá - Boca Tinajones, departamento de Córdoba, Colombia. *Caldasia*, 33(1), 155-176.
- Danielsen, F., Sørensen, M. K., Olwig, M. F., Selvam, V., Parish, F., Burgess, N. D., Hiraishi, T., Karunakaran, V., Rasmussen, M. S., Hansen, L. B., Quarto, A. & Suryadiputra, N. (2005). The Asian tsunami: A protective role for coastal vegetation. *Science*, 310, 643.
- Díaz-Gaxiola, J. M. (2011). Una revisión sobre los manglares: características, problemáticas y su marco jurídico. Importancia de los manglares, el daño de los efectos antropogénicos y su marco jurídico: caso sistema lagunar de Topolobampo. *Ra Ximhai*, 7(3), 355-369.
- Derraik, J. G. B. (2002). The pollution of the marine environment by plastic debris: a review. *Mar. Poll. Bull.*, 44(9), 842-852.
- Donato, D., Kauffman, J. B., Murdiyarsa, D., Kurnianto, S., Stidham, M. & Kannien, M. (2011). Mangroves among the most carbon-rich forests in the tropics. *Nature Geoscience*, 4, 293-294. doi: [10.1038/ngeo1123](https://doi.org/10.1038/ngeo1123).
- Dugan, H. (1992). *Conservación de humedales: un análisis de temas de actualidad y acciones necesarias*. Milán, Italia: UICN.
- FAO. (2007). *The World's Mangroves*. *FAO Forestry Paper 153*. Recuperado de <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a1427e>
- Fonseca, A. (2007). *Estado de la Nación en la zona marino costera*. San José, Costa Rica. Estado de la Nación.
- Fonseca, A., Cortés, J. & Zamora, P. (2006). Monitoreo del manglar de Gandoca, Costa Rica (sitio CARICOMP). *Rev. Biol. Trop.*, 55(1), 23-31.

- Gilman, L., Ellison, E. J., Duke, N. C. & Field, C. (2008). Threats to mangroves from climate change and adaptation options: A review. *Aquatic Botany.*, 89, 237-250.
- González, L. & Villalobos, L. (2000). La Función Social de la Pesca Artesanal Costera: El Caso de Barra del Colorado. *Rev. Perspectivas Rurales*, 3(2), 94-106.
- Google. (s.f.). [Google mapa de Puntarenas, Costa Rica]. Recuperado el 28 de marzo, 2017, de <https://goo.gl/maps/9PJYYWdQFjM2>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. & Baptista Lucio, M. P. (2010). *Metodología de la investigación*. México D. F.: McGraw-Hill.
- Herrera-Silveira, J. A., Camacho, R. A., Pech, E., Pech, M., Ramírez, R. J. & Teutli, H. C. (2016). Dinámica del carbono (almacenes y flujos) en manglares de México. *Terra Latinoamericana*, 34, 61-72.
- Jiménez, J. & Soto, R. (1985). Patrones regionales en la estructura y composición florística de los manglares de la Costa Pacífica de Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.*, 33(1), 25-37.
- Jiménez, J. (1993). *Alternativas de manejo de los manglares en el contexto del Pacífico de Centroamérica*. San José, Costa Rica: OET.
- Jiménez, J. A. (1994). *Los Manglares del Pacífico Centroamericano*. Heredia, Costa Rica: Ed. Fundación UNA.
- Jiménez, J. A. (1999). El manejo de los manglares en el Pacífico de Centroamérica: Usos tradicionales y potenciales. En A. Yáñez-Arancibia & A. L. Lara-Domínguez (Eds.), *Ecosistemas de Manglar en América Tropical* (pp. 275-290). México, NOAA/NMFS Silver Spring MD USA.
- Kantharajan, G., Pandey, P. K., Krishnan, P., Bharti, V. S. & Deepak Samuel, S. (2018). Plastics: A menace to the mangrove ecosystems of megacity Mumbai, India. *ISME/GLOMIS Electronic J.*, 16(1), 1-5.
- Lee, S. Y. (1995). Mangrove outwelling: a review. *Hydrobiologia*, 295, 203-212.
- Lizano, O., Amador, J. & Soto, R. (2001). Caracterización de manglares de Centroamérica con sensores remotos. *Rev. Biol. Trop.*, 49(2), 331-340.
- Mainardi, V. (1996). *El Manglar de Térraba-Sierpe en Costa Rica*. Turrialba, Costa Rica: CATIE.
- Manrow-Villalobos, M. & Vílchez-Alvarado, B. (2012). Estructura, composición florística, biomasa y carbono arriba del suelo en los manglares Laguna de Gandoca y Estero Moín, Limón, Costa Rica. *Rev. Forestal Mesoamericana Kurú*. 9(23), 1-18.
- Marín-Alpízar, B. (2006). *Informe actualizado al año 2006 del proceso de recuperación del Estero de Puntarenas y su zona de influencia*. Puntarenas, Costa Rica: INCOPESCA.

- Molina-Jiménez, M. P. (2013). *Evaluación de la degradación de la hojarasca de manglar en estaciones con diferente grado de desarrollo estructural en la ciénaga grande de Santa Marta*. (Tesis de maestría no publicada). Universidad Jorge Tadeo Lozano, Santa Marta, Colombia.
- Moore, S. L., Gregorio, D., Carreon, M., Weisberg, S. B. & Leecaster, M. K. (2001). Composition and Distribution of beach Debris in Orange Country, California. *Mar. Poll. Bull.*, 42(3), 241-245.
- Murdiyarso, D., Donato, D., Kauffman, J., Kurnianto, S., Stidhamn, M. & Kanninen, M. (2009). *Carbon storage in mangrove and peatland ecosystems. A preliminary account from plots in Indonesia*. Bogor, Indonesia: CIFOR.
- Navarrete-Ramírez, S. M. & Rodríguez-Rincón, A. M. (2010). *Protocolo indicador Condición Tendencia Bosque de Manglar (ICT_{BM})*. *Indicadores de monitoreo biológico del subsistema de áreas marinas protegidas (SAMP)*. Santa Marta, Colombia: INVEMAR.
- Orjuela, A. M. (2008). *Caracterización estructural del bosque de manglar entre los ríos Palomino y Tapias en el departamento de la Guajira, Caribe Colombiano*. (Tesis de maestría no publicada). Universidad Jorge Tadeo Lozano, Santa Marta, Colombia.
- Pérez-Torres, R. (2011). *Estructura espacio temporal del bosque de manglar del Refugio Nacional de Vida Silvestre Playa Hermosa-Punta Mala, como base para la implementación de acciones de manejo y conservación*. (Tesis de maestría no publicada). Universidad Nacional de Costa Rica.
- Pizarro, F. & Angulo, H. (1994). Diagnóstico de los manglares de la costa pacífica de Costa Rica. En D. Suman (Ed.), *El ecosistema de manglar en América Latina y la cuenca del Caribe: su manejo y conservación* (pp. 34-63). New York, EE.UU.: The Tinker Foundation.
- Pizarro, F., Piedra, L., Bravo, J., Asch, J. & Asch, C. (2004). *Manual de procedimientos para el manejo de manglares*. Heredia, Costa Rica: Editorial Fundación UNA.
- Ponce Cerda, D. B. (2013). *Comparación de atributos estructurales y composicionales entre bosques adultos y bosques secundarios en la depresión intermedia del centro-sur de Chile*. (Tesis de pregrado no publicada). Universidad Austral de Chile.
- Pool, D.J., Snedaker, S. C. & Lugo, A. E. (1977). Structure of mangrove forests in Florida, Puerto Rico, Mexico, and Costa Rica. *Biotropica*, 9, 195-212.
- Proyecto Humedales de SINAC-PNUD-GEF. (2017). *Política nacional de humedales 2017-2030*. San José, Costa Rica: SINAC/PNUD/GEF.
- R Core Team. (2012). *R: A language and environment for statistical computing*. Viena, Austria: R Foundation for Statistical Computing.
- Rodríguez, F. (1981). *Análisis Florístico y Estructural de las Comunidades Vegetales del Biotipo La Avellana-Monterrico (Taxisco, Santa Rosa)*. (Tesis de licenciatura no publicada). Universidad de San Carlos, Guatemala.

- Rodríguez, E. A., Chang, J. C. & Goti, I. (2012). Características estructurales del bosque de *Rhizophora mangle* L. en el refugio de vida silvestre Isla de Cañas, Los Santos, Panamá. *Tecnociencia*, 14(1), 81-102.
- Salas, E., Ross Salazar, E. & Arias, A. (2012; Eds.). *Diagnóstico de áreas marinas protegidas y áreas marinas para la pesca responsable en el Pacífico costarricense*. San José, Costa Rica: Fundación MarViva.
- Samper-Villareal, J. & Silva-Benavides, M. (2014). Complejidad estructural de los manglares de Playa Blanca, Escondido y Rincón de Osa, Golfo Dulce, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.*, 63(Suppl. 1), 199-208.
- Sampieri, R., Fernández, C. & Baptista, P. (2003). *Metodología de la Investigación*. México: McGraw Hill.
- Sanjurjo-Rivera, E. & Welsh Casas, S. (2005). Una descripción del valor de los bienes y servicios ambientales prestados por los manglares. *Gaceta Ecológica*, 74, 55-68.
- Schaeffer-Novelli, Y. & Cintrón, G. (1986). *Guía para estudio de áreas de manguezal: estructura, função e flora*. São Paulo, Brazil: Caribbean Ecological Research.
- Serrano, L. A., Botero, L., Cardona, P. & Mancera-Pineda, J. E. (1995). Estructura del manglar en el delta exterior del río Magdalena-Ciénega Grande de Santa Marta, una zona tensionada por alteraciones del equilibrio hídrico. *An. Inst. Mar. Punta Betín*, 24, 135-164.
- Silva-Benavides, M. (2009). Mangroves of Costa Rica. In J. Cortés & I. S. Wehrman (Eds.), *Marine Biodiversity of Costa Rica, Central America* (pp. 123-130). Berlin, Germany: Springer.
- Silva-Iñiguez, L. & Fisher, W. D. (2003). Quantification and classification of marine litter on the municipal beach of Ensenada, Baja California, Mexico. *Mar. Poll. Bull.*, 46, 132-138.
- SINAC. (2008). *Grúas II. Propuesta de ordenamiento territorial para la conservación de la biodiversidad de Costa Rica. Análisis de vacíos de conservación en Costa Rica. Volumen III. Vacíos en la representatividad e integridad de la biodiversidad marina y costera*. San José, Costa Rica: Sistema Nacional de Áreas de Conservación del Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones.
- Singore, P. (2012). Quantification Study of Non -Biodegradable Solid Waste Materials Accumulated in The Mangroves of Mahim Creek, Mumbai. *Mar. Sci.*, 2(1), 1-5. doi: 10.5923/j.ms.20120201.01
- Soto, R. & Jiménez, J. (1982). Análisis fisonómico estructural del manglar de Puerto Soley, La Cruz, Guanacaste, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.*, 30(2), 161-168.
- Steinvorth-Rojas, K. (2012). *Evaluación integral del impacto de los bienes y servicios ecosistémicos provistos por el Parque Nacional Marino Ballena sobre las estrategias y medios de vida locales*.

- (Tesis de maestría no publicada). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica.
- Tavera-Escobar, H. (2014). *Plan general de manejo integral de los ecosistemas de manglares en el departamento de Nariño*. Nariño, Colombia: Corponariño y WWF Colombia.
- Téllez-García, C. & Valdez-Hernández, J. (2012). Caracterización estructural del manglar en el estero de Palo Verde, Laguna de Cuyutlán, Colima. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 18(3), 395-408.
- Uribe-Pérez, J. & Urrego-Giraldo, L. E. (2009). Gestión ambiental de los ecosistemas de manglar. Aproximación al caso colombiano. *Rev. Gestión y Ambiente*, 12(2), 57-72.
- Vargas-Fonseca, E. (2015). Capacidad de regeneración natural del bosque de manglar del Estero Tortuga, Osa, Puntarenas, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.*, 63(1), 209-218.
- Villalobos, L. & González, L. (2000). Algunas implicaciones de la tecnología pesquera en el medio natural de Barra del Colorado, Limón, Costa Rica. *Rev. Ciencias Sociales*, 88(2), 145-155.
- Villalobos-Chacón, L. Herrera-Ulloa, A., Vega-Bolaños, H. & Bermúdez-Rojas, T. (2017). *Evaluación y seguimiento de manglares en el Litoral Pacífico de Costa Rica*. Heredia, Costa Rica: Sin editorial.
- Vivas-Aguas, L. J., Espinosa, L. F. & Parra Henríquez, L. G. (2013). Identificación de fuentes terrestres de contaminación y cálculo de las cargas de contaminantes en el área de influencia de la ciénaga grande de Santa Marta, Caribe colombiano. *Bol. Invest. Mar. y Cos.-INVEMAR*, 42(1), 7-30.
- Windevoxhel, N. J. (1992). *Valoración económica parcial de los manglares de la región II de Nicaragua*. (Tesis de maestría no publicada). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica.
- Yáñez-Arancibia, A., Twilley, R. & Lara, A. (1998). Los ecosistemas de manglar frente al cambio climático global. *Madera y Bosques*, 4(2), 3-19.
- Zamora-Trejos, P. (2006). Manglares. En V. Nielsen-Muñoz & M.A. Quesada-Alpizar (Eds), *Ambientes Marino-Costeros de Costa Rica* (pp. 23-39). San José, Costa Rica: Conservación Internacional.
- Zamora-Trejos, P. & Cortés, J. (2009). *Los manglares de Costa Rica: el Pacífico Norte*. *Rev. Biol. Trop.*, 57(3), 473-488.

Anexos

Anexo 1.

Entrevista Guía de preguntas para aplicar a habitantes cercanos del manglar de Puntarenas

Nombre _____ Edad aproximada _____

1. ¿Desde cuándo vive en Puntarenas? Si es el caso, ¿Por qué se vino a vivir a este lugar?
2. ¿Con quién vive? (Caracterizar el núcleo familiar)
3. ¿Cuáles son las fuentes de trabajo que se dan en este sitio?
4. ¿Es permanente o tiene otros trabajos ocasionales? ¿Cuáles?
5. ¿Conoce de alguien que se dedica a la extracción de sal o madera?
6. ¿Cómo se realiza el trabajo? Caracterizar frecuencia, traslados, sitios de extracción, horas de trabajo
7. ¿Más o menos cuánto ganan? (Por semana, por mes)
8. ¿Qué otros beneficios obtienen del manglar) (pesca, moluscos, turismo)
9. ¿Conoce usted acerca de algún tipo de organización o institución que esté estudiando o trabajando con la comunidad y el ecosistema del manglar?
10. ¿Qué actividades realizan ustedes u otras instituciones, organizaciones, grupos u otros grupos para proteger el manglar?
11. ¿Cuál ha sido la importancia del manglar para esta comunidad?
12. ¿Ha notado usted una disminución en los manglares de esta comunidad y por qué?
13. ¿Qué cree usted que ha provocado esta disminución?
14. ¿Qué se construyó en las zonas que ocupaba el manglar?
15. ¿Conoce si existe algún tipo de plan de manejo o alguna forma de protección del manglar?
16. ¿Conocen los pobladores que existen leyes de protección al manglar?
17. ¿Qué tipo de limitaciones o prohibiciones tienen ustedes para realizar su trabajo?
18. ¿Qué tipo de apoyo, servicios u otros beneficios obtienen de las instituciones que les visitan?

Entrevista Actividades productivas

1. ¿Cuál es la principal actividad económica que se realiza en los manglares?
 - A. Pesca
 - B. Agricultura y/o ganadería
 - C. Carbonero
 - D. Manglares-corteza
 - E. Piangüeros
 - F. Otro, especifique: _____
2. ¿Tiene permiso de alguna institución para desarrollar las actividades?
 - A. Sí B. No
3. ¿Intercambia el producto de estas actividades con otras personas de la comunidad?
 - A. Sí B. NoExplique: _____
4. ¿Usted comercializa el producto?
 - A. Sí B. No¿Con quién comercializa el producto:

5. ¿Qué otras actividades económicas le gustaría desarrollar en esta área?

Anexo 2.

Entrevista dirigida a instituciones gubernamentales

Fecha: _____ Institución: _____

Profesión: _____

ASPECTOS GENERALES

1. ¿Cuál considera usted que es la situación actual de la zona interna del manglar de Puntarenas?
2. ¿Cuáles han sido los principales factores que han generado la pérdida de hectáreas del manglar?

SOBRE LA PROTECCIÓN Y EL MANEJO

3. ¿Qué acciones se han llevado a cabo, por parte de la institución, con la protección y manejo del manglar?
4. ¿En general, cómo considera el aporte de otras instituciones en relación con la protección y manejo del manglar?
5. ¿Cuál ha sido el trabajo de coordinación con otras instituciones gubernamentales con respecto al trabajo de protección y manejo del manglar?
6. ¿Considera que a las instituciones les cabe responsabilidad en cuanto al deterioro del manglar?

SOBRE AMENAZAS

7. ¿Considera que el manglar podría recuperar las hectáreas perdidas? ¿De qué forma?
8. ¿Considera que se pueden implementar medidas de manejo para la conservación del manglar de Puntarenas?

Anexo 3.

Carta o constancia del profesional que realizó la revisión filológica al presente documento

26 de julio de 2019

Universidad Estatal a Distancia
Escuela de Ciencias Exactas y Naturales
Sistema de Estudios de Posgrado

Estimados señores:

Nidya Cecilia Nova Bustos, estudiante de la Maestría Profesional en Manejo de Recursos Naturales con énfasis en biodiversidad, ha presentado para revisión filológica el trabajo final de graduación *Estructura y vulnerabilidad antropogénica de la zona interna del manglar de Puntarenas, Costa Rica*, para optar por el título de Magister en Manejo de Recursos Naturales con énfasis en Gestión de la Biodiversidad.

He revisado y corregido los aspectos referentes a redacción, estructura gramatical, sintaxis, semántica, ortografía, puntuación y vicios de estilo que se trasladan al texto escrito.

Por lo tanto, hago constar que esta tesis cumple con las normativas idiomáticas y los requisitos académicos.

Atentamente,



M.E. Francisco Estevanovich Rojas,
Filólogo

Colegiado N° 038334

Teléfono: 8821-27-29

Telefax: 2260-57-03

Correo electrónico: francoeste4@gmail.com

