

Manglares en riesgo: Impactos del cambio climático y actividades antrópicas sobre los servicios ecosistémicos y su efecto en las comunidades costeras colombianas

Gina Vanessa Solís Echeverri



Corporación Universitaria Autónoma del Cauca
Facultad de Ciencias Ambientales y Desarrollo Sostenible
Programa de Ingeniería Ambiental y de Saneamiento
Popayán – Cauca
Año 2025

Manglares en riesgo: Impactos del cambio climático y actividades antrópicas sobre los servicios ecosistémicos y su efecto en las comunidades costeras colombianas.

Gina Vanessa Solís Echeverri

Trabajo de Grado modalidad Investigación para optar el título profesional de Ingeniero
Ambiental y Sanitario

Director

César Fernández Morantes

Codirector

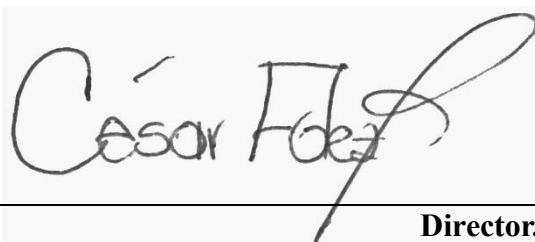
Edwin Sierra Gaviria



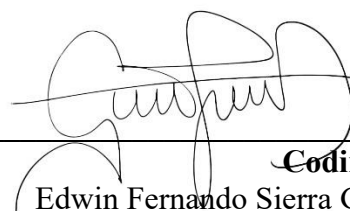
Corporación Universitaria Autónoma del Cauca
Facultad de Ciencias Ambientales y Desarrollo Sostenible
Programa de Ingeniería Ambiental y de Saneamiento
Popayán – Cauca
Año 2025

Nota de Aceptación

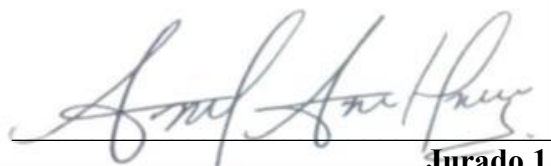
Una vez revisado y aprobado el documento final del trabajo de grado titulado *Manglares en riesgo: Impactos del cambio climático y actividades antrópicas sobre los servicios ecosistémicos y su efecto en las comunidades costeras colombianas*, realizado por la estudiante Gina Vanessa Solís Echeverri, se autoriza para optar el título de profesional en Ingeniería Ambiental y Sanitaria en la Corporación Universitaria Autónoma del Cauca.



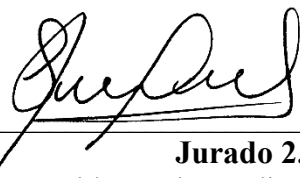
Director.
César Fernández Morantes



Codirector.
Edwin Fernando Sierra Gaviria



Jurado 1.
Arnol Arias Hoyos



Jurado 2.
Juan Pablo Prado Medina

Popayán, año 2025

Dedicatoria

Con amor

A Flor Echeverri y Antonio Solís, mis padres.

A Dayana Solís, mi hermana.

Agradecimientos

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento, en primer lugar, a Dios por brindarme la fortaleza, sabiduría y salud necesarias para culminar con éxito esta etapa de mi vida.

A mi familia por ser mi motor y principal apoyo. A mis padres, por su amor incondicional, su concejos y sacrificios, que han sido el ejemplo más grande de perseverancia y dedicación. Quienes con gran esfuerzo lograron que todo esto fuera posible, me enseñaron a nunca rendirme y a luchar siempre por mis sueños, además de facilitar mi proceso brindando todos los recursos necesarios durante el desarrollo de mi carrera. A mi hermana, por acompañarme con paciencia, comprensión y motivación en los momentos en los que más lo necesité.

A mis docentes y asesores, por compartir sus conocimientos, orientaciones y experiencias con paciencia, las cuales fueron fundamentales para la construcción del presente trabajo.

Por último, agradezco a todas las personas que de alguna manera contribuyeron e este proceso, a la Uniautónoma por brindarme un espacio en tan prestigiosa institución y que con sus aportes hicieron posible la culminación de este trabajo.

Tabla de Contenido

Resumen.....	11
Abstract	12
Introducción	13
Capítulo 1: Problema de Investigación	15
1.1. Descripción del problema	15
1.2. Planteamiento del Problema.....	16
1.3. Justificación.....	16
1.4. Objetivos	17
1.4.1. Objetivo General	17
1.4.2. Objetivos Específicos.....	18
Capítulo 2: Estado del Arte	19
2.1. Antecedentes	19
2.2. Marco Teórico	22
2.2.1. Manglares como ecosistemas estratégicos.	22
2.2.2. Carbono Azul.	22
2.2.3. Desarrollo Sostenible.	23
2.2.4. Vulnerabilidad de los manglares y comunidades costeras.	23
2.3. Marco Legal	24
Capítulo 3: Metodología	26
3.1. Fase 1. Diagnóstico del estado actual de los manglares en Colombia.	26
3.1.1. Actividad 1. Metodología de búsqueda documental.	26
3.1.2. Actividad 2. Recopilación de literatura relevante.	28
3.1.3. Actividad 3. Análisis de Resultados.....	28
3.2. Fase 2. Identificación de los impactos ambientales, sociales y económicos generados sobre los manglares en Colombia.	29
3.2.1. Actividad 1.....	29
3.2.2. Actividad 2. Elección, lectura y extracción de información relevante.	30
3.2.3. Actividad 3. Análisis de Resultados.....	30
3.3. Fase 3. Formulación de una estrategia para la conservación de los manglares en Colombia.	

3.3.1. Actividad 1.....	31
3.3.2. Actividad 2. Elección, lectura y extracción de información relevante.	32
3.3.3. Actividad 3. Análisis de resultados.....	32
3.3.4. Actividad 4. Formulación de la estrategia.	32
Capítulo 4: Resultados y Discusión	34
4.1. Diagnóstico del estado actual de los manglares en Colombia	34
4.1.1. Resultados de la búsqueda sistemática.....	34
4.1.2. Socioambiental.....	38
4.1.3. Ámbito político	51
4.1.4. Ámbito económico.....	53
4.1.5. Análisis de resultados del Diagnostico del estado actual de los manglares en Colombia	56
4.2. Identificación de los impactos ambientales, sociales y económicos generados sobre los manglares en Colombia.....	¡Error! Marcador no definido.
4.2.1. Resultados de la búsqueda sistemática para la identificación de impactos ambientales, sociales y económicos.....	58
4.2.2. Impactos ambientales en los manglares colombianos.....	61
4.2.3. Impactos Sociales en las comunidades costeras colombianas.	65
4.2.4. Impactos económicos en las zonas costeras colombianas.	68
4.2.5. Análisis de resultados.....	72
4.3. Estrategia de conservación de manglares.....	¡Error! Marcador no definido.
4.3.1. Resultados de la búsqueda sistemática sobre estrategias de conservación	73
4.3.2. Análisis de Resultados	75
4.3.3. Formulación de la estrategia de conservación.	78
Capítulo 5: Conclusiones y Recomendaciones	82
5.1. Conclusiones	82
5.2. Recomendaciones.....	83
Referencias Bibliográficas	85

Lista de Tablas

Tabla 1 Marco normativo	24
Tabla 2. Normatividad colombiana.	24
Tabla 3. Criterios inclusión y Exclusión.	27
Tabla 4. Bases de datos y ecuaciones de búsqueda.	27
Tabla 5. Mapeo sistemático de la información recopilada.	28
Tabla 6. Criterios de inclusión y exclusión.	29
Tabla 7. Bases de datos y ecuaciones de búsqueda.	30
Tabla 8. Criterios de inclusión y exclusión.	31
Tabla 9. Bases de datos y ecuaciones de búsqueda.	32
Tabla 10. Estrategias de conservación implementadas a nivel nacional e internacional.	75
Tabla 11. Estrategias de conservación según el porcentaje de afectación.....	80

Lista de Figuras

Figura 1. Resultados de la primera búsqueda sobre el estado actual de los manglares en Colombia.	35
Figura 2. Numero de artículos por año.	36
Figura 3. Clasificación de documentos.	37
Figura 4. Categorías.	38
Figura 5. Localización de los manglares en las diferentes regiones de Colombia.	40
Figura 6. Clasificación de los servicios ecosistémicos.	46
Figura 7. Resultados de la búsqueda sistemática para la identificación de impactos ambientales, sociales y económicos en los manglares colombianos.	58
Figura 8. Tendencia de artículos por año.	59
Figura 9. Tipos de documento.	60
Figura 10. Cuantificación de documentos utilizados para cada uno de los impactos.	61
Figura 11. Impactos ambientales identificados en la literatura analizada.	62
Figura 12. Identificación de impactos sociales.	66
Figura 13. Identificación de impactos económicos.	69
Figura 14. Resultados de la búsqueda sistemática sobre estrategias de conservación	74
Figura 15. Estrategia de conservación a partir de tres programas básicos.	78
Figura 16. Formulación de la estrategia de conservación.	79

Resumen

Este estudio realiza una búsqueda sistemática de literatura en un periodo de 2020 a 2025 en las bases de datos ScienceDirect, Scielo, EBSCO y Google Scholar, mediante la metodología de Petersen para diagnosticar el estado actual de los manglares en Colombia, identificar impactos ambientales, sociales y económicos, y proponer una estrategia de conservación basada en el fortalecimiento comunitario y de políticas públicas.

Inicialmente se identificaron 39 documentos útiles para el desarrollo del diagnóstico del estado actual de los manglares; 18 conformaron la base para la identificación de los impactos y 8 artículos sirvieron para la formulación de la estrategia. Los resultados demostraron que el 80% de los busques de manglar se encuentra en la costa Pacífica y presentan mejor grado de conservación, mientras que en la región Caribe, principalmente en la Ciénaga Grande de Santa Marta se evidencia una pérdida mayor al 60% de cobertura boscosa, debido a la deforestación por obras civiles y cambios en la salinidad. Los impactos de mayor influencia son la fragmentación del hábitat, la disminución de la biodiversidad, la alteración del ciclo hidrológico y los efectos sociales y económicos como la reducción de ingresos locales y la vulnerabilidad alimentaria.

Teniendo en cuenta los resultados, se formula una estrategia de conservación y restauración basada en la educación ambiental, el fortalecimiento comunitario y la aplicación de políticas públicas, con tres niveles de intervención según el porcentaje de afectación del ecosistema. Esta propuesta tiene como objetivo contribuir como instrumento de gestión para fortalecer la resistencias social y ecológica de las comunidades costeras y promover acciones territoriales.

Palabras clave: Manglares, servicios ecosistémicos, comunidades costeras, cambio climático.

Abstract

This study conducts a systematic literature search covering the period from 2020 to 2025 in the ScienceDirect, Scielo, EBSCO, and Google Scholar databases, using Petersen's methodology to diagnose the current state of mangroves in Colombia, identify environmental, social, and economic impacts, and propose a conservation strategy based on community strengthening and public policies.

Initially, 39 documents were identified as useful for assessing the current state of mangroves; 18 formed the basis for identifying impacts and eight articles were used to formulate the strategy. The results showed that 80% of mangrove forests are located on the Pacific coast and are better preserved, while in the Caribbean region, mainly in the Ciénaga Grande de Santa Marta, there has been a loss of more than 60% of forest cover due to deforestation for civil works and changes in salinity. The most influential impacts are habitat fragmentation, biodiversity loss, alteration of the hydrological cycle, and social and economic effects such as reduced local income and food vulnerability.

Taking these results into account, a conservation and restoration strategy has been formulated based on environmental education, community strengthening, and the implementation of public policies, with three levels of intervention according to the percentage of ecosystem impact. This proposal aims to contribute as a management tool to strengthen the social and ecological resilience of coastal communities and promote territorial actions.

Keywords: Mangroves, ecosystem services, coastal communities, climate change.

Introducción

Los manglares son los ecosistemas más productivos del mundo, son especies de árboles y arbustos que se adaptan a vivir en zonas difíciles de las regiones tropicales y subtropicales de todo el planeta, caracterizados por la alta sedimentación, suelos inundables, salinidad y régimen mareal [1]. En Colombia, se localizan en el caribe y el pacífico, abarcando aproximadamente 285.000 ha (90.000 ha en el Caribe y 194.000 ha en el Pacífico), siendo el país con mayor cobertura de manglar en América Latina, y a su vez, con el mayor índice de degradación especialmente por actividades antrópicas y por efectos del cambio climático [2]. Estos desempeñan un papel importante ya que proveen una gran cantidad de servicios ecosistémicos como la regulación del clima, contribuyen al bienestar de las comunidades costeras y tienen la capacidad de secuestrar grandes cantidades de carbono azul (CO_2), el cual es clave para la mitigación del cambio climático [1].

En la actualidad, los manglares enfrentan diferentes tipos de amenazas que vulneran su integridad y permanencia, con datos registrados a inicios del siglo XXI que muestran una pérdida anual promedio de 0.16% y 0.39% de cobertura vegetal, atribuido a actividades humanas como asentamientos urbanos descontrolados, la deforestación para fines de producción agrícola y acuícola, la contaminación por residuos sólidos y vertimientos, y presiones humanas [3]. Asimismo, los efectos del cambio climático han generado cambios en la temperatura, alteración en las condiciones hidroclimáticas, erosión de la costa, sedimentación, aumentos en el nivel del mar, precipitación y el aumento de fuertes tormentas, que reducen su cobertura y fragmentan su estructura ecológica [4]. En Colombia se estima una pérdida de alrededor de 48.000 ha (14%) de manglar entre los años 1984 y 2020, a consecuencia del uso indiscriminado del suelo y por falta de políticas ambientales enfocadas en el cuidado y protección de estos [4].

Los manglares ofrecen servicios ecosistémicos importantes en el desarrollo socioeconómico de las comunidades costeras, ya que permite actividades productivas como la pesca, el ecoturismo, la agricultura y la acuicultura [5]. Estos son hábitat de especies claves de alto valor comercial y que contribuyen al mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades locales. También actúan como barrera natural frente a vientos climáticos extremos, como tsunamis, huracanes, aumento del nivel del mar, tormentas, ayudan a estabilizar las costas, purificación del aire, almacenamiento del CO_2 y la recuperación del ecosistema mediante procesos físicos, químicos y biológicos [6], [7]. La degradación de estos ecosistemas tiene implicaciones

ambientales y socioeconómicas. Las comunidades costeras que dependen de los servicios ecosistémicos de los manglares se ven expuestas a inundaciones, disminución en la economía, riesgos en la seguridad alimentaria, la erosión de sus territorios y a cambios extremos del clima [6]. La disminución en la cobertura vegetal de los manglares trae consigo el riesgo al aumento del cambio climático, el deterioro ambiental, vulnerabilidad social y pérdida de la capacidad de almacenamiento de carbono [8]. A pesar de este panorama, es importante recalcar que en Colombia se han creado iniciativas de estrategias de protección y conservación para los ecosistemas de manglar, desde el sector público, consejos comunitarios y cooperativas internacionales [9]. Estas iniciativas han ayudado a concientizar a las comunidades cercanas a la costa y han sido cruciales en la promoción para la restauración de miles hectáreas de manglar, incluyendo tecnologías como la teledetección para el monitoreo de estos ecosistemas [10]. En este sentido, se resalta la productividad y efectividad que surge de la mezcla de innovación tecnológica, el conocimiento científico y saberes de la comunidad en estrategia de desarrollo sostenible.

En este contexto, el presente trabajo se enfoca en el análisis de los impactos del cambio climático y las actividades humanas que han modificado los ecosistemas de manglar en Colombia, la consecuencia que esto le trae sobre los servicios que proveen y cómo se ven afectados los habitantes de las zonas costeras. Esta problemática, sugiere que se realice un análisis en el que se asocie ámbitos sociales, económicos y ambientales, con el fin de proponer estrategias de protección y conservación que sean efectivas.

Capítulo 1: Problema de Investigación

1.1. Descripción del problema

Los manglares conforman los ecosistemas costeros más importantes para el desarrollo ecológico, económico y social en las zonas tropicales y subtropicales. Su distribución en Colombia se ubica principalmente en las costas Pacífica y en el Caribe, donde cumple funciones importantes como la regulación del nivel del mar y rompeolas evitando inundaciones, protección a la costa de erosión, el secuestro de carbono, hábitat de especies marinas y terrestres, y provisión de sus servicios ecosistémicos para el sustento de comunidades costeras por medio de actividades como el ecoturismo, la pesca, extracción de productos maderables y no maderables, y la agricultura [11]. Pero, con el pasar del tiempo se ha podido evidenciar que estos ecosistemas se están viendo amenazados por una combinación de factores atribuidos al cambio climático y presiones generadas por actividades humanas, lo que ha puesto en riesgo su integridad ecológica, el bienestar y la seguridad de las comunidades locales que dependen de ellos, y disminución en su resiliencia [12].

El cambio climático se ha visto reflejado en los manglares con el incremento del nivel del mar, el aumento de la temperatura, cambios en la salinidad, la acidificación de los océanos, la intensificación de huracanes y tormentas y la erosión costera. Estos fenómenos afectan de manera negativa a los manglares, generando alteraciones en la dinámica del ecosistema, pérdida de cobertura y mortalidad de árboles [12]. En Colombia, la situación es bastante preocupante especialmente en el Caribe, donde la transformación del suelo y deforestación, sumadas a las invasiones para la construcción de viviendas e infraestructuras turísticas, han aumentado el deterioro de los bosques de manglar [13].

Por otro lado, las actividades antrópicas como la acuicultura, la tala indiscriminada para urbanizaciones costeras, la contaminación por residuos sólidos, vertimientos de aguas residuales domésticas, industriales y aguas producto de la agricultura, han degradado significativamente los ecosistemas de manglar [14]. Estas actividades, al igual que los fenómenos del cambio climático, tienen efectos negativos sobre los manglares, disminuyendo la capacidad de estos para proveer sus servicios, entre ellos la captura de carbono azul, la barrera contra desastres naturales, la regulación de los nutrientes, y la disponibilidad de alimentos para las industrias pesqueras artesanales afectando directamente el desarrollo económico y la seguridad alimentaria de los habitantes locales

[8]. En este contexto, las comunidades costeras colombianas, tienden a ser muy vulnerables en el ámbito socioeconómico, recibiendo doble impacto, en primer lugar, por la pérdida de biodiversidad y de los recursos, limitando sus medios de vida; y, en segundo lugar, la disminución de los servicios ecosistémicos aumenta la exposición a riesgos por impactos a los fenómenos extremos del clima [15].

Aunque estos ecosistemas son de vital importancia, todavía hay una profunda falta de comprensión integral sobre como los factores climáticos y las actividades antrópicas han modificados la estructura de los manglares en muchos lugares del mundo, así como las consecuencias que estas acciones traen para los habitantes de las costas. Esta problemática exige un análisis que agrupe dimensiones ecológicas, sociales y económicas para proponer estrategias de conservación y adaptación que sean efectivas [16].

El propósito de este trabajo radica en que, aunque en Colombia existen estudios de investigación que mencionan el estado de los bosques de manglar a nivel global y regional, es inminente un análisis sistemático que agrupe el ámbito social, ambiental y económico, para conocer de manera holística la dimensión de los impactos, y de esta manera poder proponer posibles soluciones que contribuyan a la conservación y el manejo sostenible de estos ecosistemas.

1.2. Planteamiento del Problema

¿Cómo está afectando el cambio climático y las actividades antrópicas los servicios ecosistémicos de los manglares, y cuáles son las implicaciones de esta afectación para las comunidades costeras?

1.3. Justificación

La necesidad de realizar esta investigación surge a partir de la importancia que tiene los manglares en Colombia como ecosistemas estratégicos ya que son los más productivos del país, además de su constante degradación durante décadas, lo que en la actualidad representa una problemática no solo ambiental, sino también económica y social [10]. Todo esto, debido a presiones antrópicas y a los cambios extremos del clima que además de causar graves daños ecológicos, vulneran la seguridad social de comunidades costeras, reduciendo la capacidad de estos ecosistemas para brindar recursos esenciales para la subsistencia de estas poblaciones y el

desarrollo en la economía local [11]. Por lo que se ve necesario generar un aporte desde la ingeniería ambiental formulando una estrategia de conservación y de restauración de manglares que contribuya a la disminución de la problemática planteada anteriormente.

De tal manera, que este estudio, además de querer generar un aporte académico en términos de análisis y revisión de la literatura, también genere insumos que puedan ser usados para la implementación de políticas públicas, mediante la formulación de una estrategia de conservación y restauración de manglares, orientada a ofrecer herramientas prácticas y fortalecer la gestión ambiental de planificación territorial. La cual pueda ser vista como un insumo técnico y de gestión para las comunidades locales, entidades territoriales y organizaciones relacionadas con la protección de la costa, favoreciendo la toma de decisiones informadas sobre el manejo sostenible de los ecosistemas de manglar. De este modo, se busca ayudar a que se entienda que los manglares son un sistema socioecológico que se encuentra en riesgo, lo que implica la pérdida de sus funciones vitales, y la degradación de la calidad de vida de los habitantes de las zonas costeras.

Por último, para justificar una investigación de este tipo, se necesita conocer que la protección de los ecosistemas de manglar no debe estar limitada únicamente a lo ambiental, sino que también debe tenerse en cuenta una visión integral que agrupe los enfoques ambientales con los sociales y económicos. Esto va a permitir comprender la vulnerabilidad de las comunidades costeras, además de sus capacidades de adaptación y resiliencia con los desafíos de la actualidad. De este modo, el presente trabajo se dispone como un aporte positivo para el conocimiento y una herramienta que motive a la toma de decisiones para el manejo sostenible de los bosques de manglar colombianos, lo que asegure su conservación para el desarrollo de las generaciones futuras.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Analizar los impactos del cambio climático y las actividades antrópicas sobre los servicios ecosistémicos de los manglares y su afectación en las comunidades costeras en Colombia.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Diagnosticar el estado actual de los manglares mediante una búsqueda sistemática publicada en un periodo de 2020 – 2025.
- Identificar los impactos ambientales, sociales y económicos generados sobre los manglares.
- Formular una estrategia para la conservación y restauración de los manglares.

Capítulo 2: Estado del Arte

2.1. Antecedentes

Respecto al tema de manglares y los impactos negativos sobre ellos, a nivel mundial y nacional se han realizado algunos estudios entre los cuales vale la pena destacar los siguientes:

En México, en la Península de Yucatán, donde habitan alrededor del 50% de los manglares de ese país, existen diferentes estudios donde se muestra que son ecosistemas que han sufrido grandes pérdidas por los cambios extremos del clima y por actividades antrópicas. Esta investigación resulta relevante para el desarrollo del presente trabajo debido a que evidencia una problemática que afecta a muchas zonas costeras, incluyendo costa colombiana. Frente a este panorama se han implementado estrategias de conservación que tienen como objetivo la recuperación de la funcionalidad y estructura de los manglares. Cabe resaltar que no siempre hay los resultados esperados, esto debido a que los costos son altos y poco exitosos. Por lo que se considera importante mencionar un proyecto desarrollado en Celestún (Yucatán), en el cual se realizó una restauración a 36 hectáreas de bosques de manglar por medio de una estrategia basada en la inclusión de lugares prioritarios, la claridad en los objetivos, se hizo uso de ecosistemas de referencia, se ejecutaron acciones de restauración, hubo monitoreo constante, todo esto en compañía de instituciones y habitantes locales. De tal manera que se pudo observar importantes resultados luego de 18 meses de estricto trabajo, donde se pudo evidenciar una notoria disminución en la salinidad del suelo, aumento en la densidad de las plántulas y un crecimiento considerable en los árboles [17].

En Brasil, en la bahía de Babitonga se realizó una investigación para analizar la percepción al medio ambiente de las comunidades locales costeras con respecto a los servicios ecosistémicos del manglar y los impactos negativos sobre estos sistemas, esto se hizo mediante encuestas realizadas a los habitantes afectados por pérdidas de manglares históricas en el municipio de Joinville (Santa Catalina, Brasil) mediante análisis cualitativos y cuantitativos. Los resultados indicaron que los servicios más importantes percibidos por la población fueron de provisión y culturales, además del relleno del terraplén del suelo de los manglares, la eliminación de residuos y la falta de saneamiento. En este estudio se destacaron la necesidad de realizar proyectos de

educación ambiental, de saneamiento básico y la crear zonas de ocio para reducir las presiones sobre el área costera estudiada [18].

Por otro lado, Hernández Narváez et al. [19] realizaron un estudio sobre la identificación de los impactos del cambio climático a nivel socioeconómico en la zona costera de Colombia, en el cual se incluyó 12 departamentos y 60 municipios. Para ello se utilizó una metodología basada en el enfoque de riesgos, considerando la alta vulnerabilidad frente al aumento del nivel del mar y la erosión de la costa. Se tuvo en cuenta 23 indicadores asociados con la seguridad alimentaria, viviendas e infraestructura, para evaluar la sensibilidad, capacidad de adaptación y exposición de estas comunidades costeras. De esta manera, se tuvo como resultado que para el año 2100, alrededor del 5% de la población y el 4,3% de las viviendas se verán afectadas por el aumento del nivel del mar, siendo los más vulnerables municipios como Mosquera, La Tola y Guapi en el pacífico, y Remolino, Sitio Nuevo y Pueblo viejo en el Caribe. Además, se evidencio que la erosión costera podría afectar el 13% de las zonas turísticas, el 5,9% de infraestructura portuaria, corriendo riesgo de pérdida y el 12% de las carreteras estarían expuestas a inundaciones [19].

En Colombia, los manglares se encuentran amenazados por efectos del cambio climático como la erosión costera, el aumento del nivel del mar, fenómenos naturales y presiones socioeconómicas. En el presente estudio realizado por Herrera Carmona et. al [4], se aplicó 22 indicadores de amenazas, 18 de capacidad adaptativa y 8 de sensibilidad para generar índices de riesgos climáticos y vulnerabilidad tanto en la región Caribe como en la región pacífica. Se pudo identificar zonas más expuestas a riesgos en municipios de la región caribe como Puerto escondido, Manaure y Turabá, y en el Pacífico, La Tola, Bahía Solano, Olaya Herrera y Francisco Pizarro. Las variables más determinantes fueron cambios en la línea costera, el aumento del nivel del mar, cobertura boscosa y variación en la oferta hídrica, además los fenómenos del Niño y la Niña y las presiones humanas. Estos resultados reflejan información importante para la gestión climática, apoyando políticas públicas como el Plan Nacional de Restauración, El Programa Nacional de Manglares y Estrategia Climática E2050 [4].

En el municipio de Mosquera - Nariño, Estupiñán Perea [20] desarrolló un estudio que muestra un gran ejemplo de que los bosques de manglar han sido durante décadas ecosistemas altamente vulnerables por los cambios abruptos del clima y las actividades humanas, como lo son la tala de árboles para fines maderables o urbanizaciones costeras, contaminación por residuos

sólidos y vertimientos de agroquímicos, aumento en la salinidad, la acidificación, y la erosión costera. Se pudo evidenciar que el mangle rojo (*Rhizophora mangle*) es la especie dominante, y en segundo lugar se encuentra el *Avicennia germinans*, también se encontró una alta presencia de especies asociadas como la piangua (*Anadara tuberculosa*), alimento esencial para las comunidades locales; esta se comercializa por medio de las pesqueras artesanales o es extraída para el consumo personal. Dentro de los servicios ecosistémicos identificados se encuentran la provisión de sus recursos, y la barrera natural que actúa como protección frente a los niveles del mar, fuertes oleajes o tsunamis. Se logró concluir que los manglares están siendo medianamente vulnerables, mostrando como indicador el aumento del nivel de mar como la principal amenaza, lo que refleja la gran necesidad de implementación de estrategias de conservación e inclusión en el plan de ordenamiento territorial [20].

En el Caribe colombiano, en la Laguna de Mallorquín se realizó un estudio para identificar los factores de degradación y del mismo modo realizar una evaluación de impactos ambientales sobre el manglar de la Laguna de Mallorquín. Se documentaron los principales factores de degradación a través de campañas de campo. Además, para determinar el nivel de degradación del ecosistema se hizo una medición para conocer las características físicas del manglar, la cantidad de contaminantes en el agua, las condiciones fisicoquímicas y los sedimentos. Luego, se calculó la importancia de los impactos causados por los factores de degradación sobre estos ecosistemas gracias a la metodología cualitativa de la evaluación de impactos ambientales. Teniendo como resultado que los principales impactos son la tala de árboles, la expansión urbana, los vertimientos de aguas residuales y los vertederos de basura. Las especies de manglares identificadas en la zona de estudio son *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa* y *Avicennia germinans*, donde esta última presenta una mayor extensión, área basal y es reconocido como la especie de mayor importancia. La evaluación de impactos ambientales evidenció que la calidad del suelo y el agua están siendo fuertemente afectadas por los vertimientos de aguas residuales y que la expansión urbana y tala de árboles generaron grandes cambios al ecosistema, afectando de manera crítica la calidad y dinámica de este sistema. Se reconoce que es necesario el controle eficiente de las actividades que están degradando los manglares y aplicar estrategias de para conservar la Laguna de Mallorquín [21].

2.2. Marco Teórico

2.2.1. *Manglares como ecosistemas estratégicos.*

Los manglares colombianos han sido considerados ecosistemas estratégicos por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, esto es gracias a la cantidad de servicios que estos proveen tanto ecológicos como social y económicos. Estos actúan como barrera natural frente a fenómenos naturales gracias a su ubicación entre la tierra y el mar, protegiéndola zonas costeras de eventos como el aumento del nivel del mar, fuertes oleajes, tormentas y erosión costera. De modo que estos ecosistemas defienden a las comunidades costeras, reduciendo el grado de vulnerabilidad contra desastres naturales y favoreciendo la capacidad de adaptación frente a los cambios del clima [22].

Los manglares tienen un alto nivel de biodiversidad y productividad primaria, funcionando como hábitat, refugio y zonas de reproducción para múltiples especies de aves, peces, moluscos y crustáceos. Además, gran cantidad de estas especies tienen un interés comercial ya que son recursos que contribuyen al desarrollo de actividades productivas como la pesca artesanal y garantizan la seguridad alimentaria de muchas familias. También, estos ecosistemas ayudan a sostener la calidad del agua, filtrando contaminantes generados por desechos humanos [22].

Por otro lado, los manglares son los ecosistemas con mayor capacidad de almacenamiento de carbono azul, logrando capturar grandes cantidades en su biomasa y en sus suelos inundables. Los manglares tienen gran capacidad de almacenamiento y captura convirtiendo a estos ecosistemas a largo plazo en sitios claves para la implementación de estrategias que ayuden a contrarrestar el cambio climático a nivel mundial, gracias a que su nivel de almacenamiento es 5 veces más que el de los bosques terrestres [23]. En Colombia, los manglares son considerados ecosistemas estratégicos para la lucha contra el cambio climático, debido a que reducen los gases de efecto invernadero y son de gran importancia para gestionar proyectos de conservación con intervención comunitaria generando beneficios ambientales y económicos [23].

2.2.2. *Carbono Azul.*

El término Carbono Azul hace referencia al carbono orgánico almacenado y capturado por ecosistemas marinos y costeros como manglares, marismas y pastos marinos, los cuales tienen una

excelente capacidad para fijar el carbono de la atmosfera por medio de procesos como la fotosíntesis, almacenándolo en grandes cantidades en los sedimentos hasta por siglos y en su biomasa. Estos ecosistemas superan la capacidad de captura de carbono de muchos otros ecosistemas terrestres con una capacidad de hasta 1.000 toneladas por hectáreas siendo considerados sumideros de carbono con una alta eficiencia [23].

2.2.3. *Desarrollo Sostenible.*

El termino desarrollo sostenible, hace referencia a la satisfacción de las necesidades actuales, garantizando la capacidad de satisfacción de las generaciones futuras. Por esta razón, la conservación de los manglares se relaciona directamente con este objetivo, ya que se genera una garantía en provisión de servicios importantes como alimentos, la mitigación de cambios climáticos y la protección de la costa contribuyendo a la seguridad alimentaria, el bienestar de las comunidades locales y al desarrollo económico local. En Colombia para poder realizarse un debido aprovechamiento sostenible de los recursos brindados por estos ecosistemas, es necesario implementar estrategias que funcionen en conjunto con la conservación del ecosistema, la seguridad alimentaria, el fortalecimiento cultural y la generación de ingresos mediante actividades productivas. De este modo, los manglares serian un claro ejemplo de que el buen manejo de los recursos naturales si garantizan un bienestar para el desarrollo sostenible [24].

2.2.4. *Vulnerabilidad de los manglares y comunidades costeras.*

En Colombia los manglares son vulnerables ante amenazas por fenómenos naturales o por presiones humanas, esta condición se entiende como el nivel de exposición, sensibilidad y capacidad para adaptarse frente a los diferentes tipos de amenazas. Entre las variables que refuerzan esta vulnerabilidad se encuentran la deforestación, la urbanización no planificada y el cambio climático en la incrementación de fuertes tormentas y el aumento del nivel del mar [25].

Las poblaciones que habitan en las zonas costeras también se ven vulnerables debido a que en su mayoría son dependientes de los recursos de estos ecosistemas para garantizar sus ingresos y el sustento diario. La reducción de los manglares genera pérdidas y disminución de las actividades productivas. Adicionalmente, el conjunto entre presiones ambientales, sociales y económicas afecta tanto a los manglares como a las comunidades costeras, sometiéndolos a

situaciones críticas que obligan a la implementación de acciones urgentes de conservación y adaptación [26].

2.3. Marco Legal

Tabla 1

Marco normativo

Convenios y tratados internacionales		
Convenio Ramsar de 1971	Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas	[27]
Convenio sobre la diversidad biológica (CDB, 1992)	Tratado internacional para la conservación de la diversidad biológica, la utilización sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos.	[28]
Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS, 2015)	Con estos objetivos se busca que en los próximos 15 años los países intensificarán los esfuerzos para poner fin a la pobreza en todas sus formas, reducir la desigualdad y luchar contra el cambio climático garantizando, al mismo tiempo, la sostenibilidad para las poblaciones.	[29]
Convención Marco de Las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático	Tratado de protección al sistema climático enfocado en el desarrollo sostenible.	[30]

Nota. Elaboración propia a partir de la normatividad citada.

Tabla 2.

Normatividad colombiana.

Normatividad Colombiana Vigente		
Norma	Descripción	Referencia
Artículo 79 de la constitución política de 1991	Este artículo es relevante para el desarrollo del presente trabajo porque habla de la protección al medio ambiente y la importancia de su conservación fomentando la educación ambiental; además, estipula el derecho que tienen las personas de gozar un ambiente sano garantizando la participación de estas en la toma de decisiones que los puedan afectar.	[31]

Artículo 80 de la constitución política de Colombia de 1991	El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados. Así mismo, cooperará con otras naciones en la protección de los ecosistemas situados en las zonas fronterizas.	[31]
Ley 99 de 1993.	Esta ley crea el Ministerios de Ambiente y Desarrollo sostenible y otras disposiciones las cuales están encargadas de gestionar la conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables.	[32]
Ley 165 de 1994	Por medio de la cual se aprueba el "Convenio sobre la Diversidad Biológica", hecho en Río de Janeiro el 5 de junio de 1992.	[33]
Ley 357 de 1997	Por medio de la cual se aprueba la "Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas", suscrita en Ramsar el dos (2) de febrero de mil novecientos setenta y uno (1971).	[34]
Ley 1450 de 2011	Se definen las políticas, programas y proyectos importantes para el país, incluyendo la gestión ambiental, conservación de ecosistemas estratégicos y adaptaciones al cambio climático.	[35]
Ley 1930 de 2018	Se dictan disposiciones para la gestión integral de los páramos y humedales en Colombia.	[36]
Decreto 2811 de 1974	Este decreto organiza el uso y manejo de los recursos naturales en Colombia.	[37]
Decreto 622 de 1997	Se regula el sistema de parque nacionales en Colombia, garantizando su protección, conservación y uso sostenible.	[38]
Decreto 1541 de 1978	Se regula el uso y manejo de las aguas marítimas en Colombia, garantizando su desarrollo sostenible y conservación.	[39]
Resolución 1602 de 1995	La importancia de esta resolución radica en que contiene los lineamientos que garantizan la sostenibilidad de los manglares colombianos.	[40]
Decreto 1076 de 2015	Esta versión incorpora las modificaciones introducidas al Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible a partir de la fecha de su expedición.	[41]

Nota. Elaboración propia a partir de la normatividad citada.

Capítulo 3: Metodología

Este estudio se desarrolló mediante una revisión sistemática de literatura publicada entre los años 2020 y 2025, con el objetivo de diagnosticar el estado actual de los manglares en Colombia, identificar los impactos ambientales, sociales y económicos que los afectan, y formular una estrategia de conservación y restauración. La metodología se estructuró en tres fases complementarias, todas basadas en el enfoque de mapeo sistemático propuesto por Petersen et al. (2015) [42].

El diagrama PRISMA fue utilizado como herramienta visual para representar el flujo de trabajo de la revisión sistemática, desde la identificación de documentos hasta su inclusión final. No se empleó como metodología en sí misma, sino como apoyo gráfico para mostrar el proceso de selección de literatura.

3.1. Fase 1. Diagnóstico del estado actual de los manglares en Colombia.

Se realizó una revisión bibliográfica sistematizada con el fin de hallar información que contribuya al desarrollo de un diagnóstico del estado actual de los manglares en Colombia desde una perspectiva socioambiental, política y económica. Para la cual, se hizo seguimiento de las actividades descritas a continuación:

3.1.1. Actividad 1. Metodología de búsqueda documental.

La metodología para la búsqueda documental se realizó siguiendo los pasos descritos por Petersen [42] que son: Definición de preguntas de investigación, alcance de la revisión, búsqueda documental, selección de documentos relevantes, lectura de resúmenes, extracción y análisis de resultados.

1. Pregunta orientadora. En este apartado se presenta la pregunta que se utilizó para orientar la búsqueda de información y facilitó el desarrollo del diagnóstico del estado actual de los manglares en Colombia.

¿Cuál es el estado actual de los manglares desde una visión socioambiental, política y económica?

2. Alcance de la revisión. La definición del alcance de la revisión se basó en unos criterios de inclusión y exclusión claves en la búsqueda documental, los cuales se mencionan en la Tabla 3.

Tabla 3.

Criterios inclusión y Exclusión.

Criterio	Inclusión	Exclusión
Año de publicación	2020 - 2025	Antes de 2020
Idioma	Español, inglés	Otros idiomas
Tipo de documento	Artículos científicos, tesis, informes técnicos	Noticias, blogs, documentos sin autor
Enfoque geográfico	Colombia	Otros países

Nota. Elaboración propia.

3. Bases de datos. Se realizó la búsqueda y revisión de la literatura haciendo uso de operadores booleanos como “AND” y “OR” facilitando la construcción de las ecuaciones de búsqueda con las palabras claves, aplicándose en las siguientes bases de datos: ScienceDirect, ScieLo, EBSCO y Google Académico, como se muestra en la tabla 4.

La búsqueda de informes gubernamentales se realizó por medio de Google Scholar, o en algunos casos especiales por la plataforma Google ya que facilita el acceso a información suministrada por entidades públicas a través de sus páginas y blocs virtuales.

Tabla 4.

Bases de datos y ecuaciones de búsqueda.

Base de datos	Ecuación de búsqueda
ScienceDirect	("Mangroves") AND ("current status" OR "socio-environmental" OR "political" OR "economic") AND ("Colombia")
Scielo	("Manglares") AND ("estado actual" OR "socioambiental" OR "político" OR "económico") AND ("Colombia")
EBSCO	("Mangroves") AND ("Colombia") AND ("status")
Google Scholar	("Mangroves Colombia current status")

Nota. Elaboración propia

3.1.2. Actividad 2. Recopilación de literatura relevante.

Se realizó una sistematización de la información encontrada por medio de una matriz en Excel (Tabla 5). Esto con el fin de filtrar y seleccionar los documentos que tengan mayor relevancia y proceder a realizar la lectura de los resúmenes y la extracción de la información que dé respuesta a la pregunta orientadora. De tal manera que la información seleccionada se clasificó en las categorías: **socioambiental, política y económica.**

Tabla 5.

Mapeo sistemático de la información recopilada.

Base de datos	Título	Año	autores	Revistas	Palabras Clave	DOI	Inclusión/Exclusión	Categorías	Tipo de documento

Nota. Elaboración propia.

3.1.3. Actividad 3. Análisis de Resultados.

Se realizó un análisis de la información recopilada con el propósito de dar respuesta a la pregunta orientadora. Para ello, se consideraron artículos incluidos en la revisión documental, analizando la información específicamente asociada a las siguientes categorías de análisis: socioambiental, política y económica ampliando la información en función de los hallazgos más relevantes de la investigación.

Posteriormente, la información fue organizada y sistematizada en una matriz de análisis (tabla 5), facilitando la elaboración de los gráficos comparativos que muestran la distribución de la literatura según diferentes criterios como: Documentos por años, tipo de documento, categorías y tipos de impactos. De este modo, se permitió visualizar de forma cualitativa y cuantitativa la representación de los estudios seleccionados.

3.2. Fase 2. Identificación de los impactos ambientales, sociales y económicos generados sobre los manglares en Colombia.

Para el desarrollo de la fase 2, se realizó una revisión sistemática con el fin de encontrar documentos con información enfocada en impactos ambientales, sociales y económicos generados sobre los manglares en Colombia, para ello, se siguen las actividades descritas a continuación:

3.2.1. Actividad 1.

Con el propósito de identificar los impactos ambientales, sociales y económicos se realizó una búsqueda sistemática teniendo en cuenta la metodología de Petersen [42], siguiendo el paso a paso descrito en la actividad 1 de la fase anterior, y que para el desarrollo de la segunda fase se llevó a cabo de la siguiente manera:

1. Pregunta Orientadora.

¿Cuáles son los impactos ambientales, sociales y económicos generados sobre los manglares en Colombia?

2. Alcance de la revisión. Para el alcance de la revisión en la fase 2 se tuvo en cuenta los criterios de inclusión y exclusión indicados en la Tabla 6.

Tabla 6.

Criterios de inclusión y exclusión.

Criterio	Inclusión	Exclusión
Año de publicación	2020 - 2025	Antes de 2020
Idioma	Español, inglés	Otros idiomas
Tipo de documento	Artículos científicos, tesis, informes técnicos	Noticias, blogs, documentos sin autor
Enfoque geográfico	Colombia	Otros países

Nota. Elaboración propia.

3. Bases de datos. Se realizó la búsqueda y revisión de la literatura con propósito de dar respuesta a la pregunta orientadora, esto se llevó a cabo por medio de las bases de datos: ScienceDirect, ScieLo, EBSCO y Google Académico. Para la cual se formula la siguiente ecuación de búsqueda: Mangroves AND climate change AND anthropogenic activities AND Colombia, como se muestra en tabla 7.

Tabla 7.
Bases de datos y ecuaciones de búsqueda.

Base de datos	Ecuación de búsqueda
ScienceDirect	("Mangroves") AND ("climate change") AND ("anthropogenic activities") AND ("Colombia")
Scielo	("Manglares") AND ("cambio climático") AND ("actividades antrópicas") AND ("Colombia")
EBSCO	("Mangroves") AND ("Colombia") AND ("environmental impacts")
Google Scholar	("Mangroves Colombia climate change anthropogenic impacts")

Nota. Elaboración propia.

3.2.2. Actividad 2. Elección, lectura y extracción de información relevante.

Se realizó la selección de la literatura aplicando la ecuación de búsqueda en las bases de datos anteriormente mencionadas. Posteriormente, se llevó a cabo la lectura de los resúmenes de documentos con mayor relevancia para luego extraer información importante enfocada en los impactos ambientales, sociales y económicos sobre los manglares en Colombia. Cabe resaltar que se realizó un mapeo sistemático haciendo uso de la matriz mencionada en la fase 1 (Tabla 5). De este modo, para el desarrollo de la fase 2, se tuvo en cuenta las siguientes categorías: **Impactos ambientales, impactos sociales e impactos económicos.**

3.2.3. Actividad 3. Análisis de Resultados.

Se realizó el análisis de la información recopilada con el propósito de dar respuesta a la pregunta orientadora, para ello se consideraron los artículos que fueron incluidos dentro de la revisión documental, identificando la información específicamente asociados a las categorías de análisis establecidas.

3.3. Fase 3. Formulación de una estrategia para la conservación de los manglares en Colombia.

Para el desarrollo de la fase 3, al igual que en las fases anteriores se realizó una revisión sistemática, esto con el fin de encontrar información sobre estrategias efectivas de conservación

aplicadas en otros países, y que, teniendo en cuenta las condiciones geográficas puedan ser implementadas en los bosques de manglar con mayor grado de afectación en Colombia, y dar una idea de posible solución a las problemáticas actuales.

3.3.1. Actividad 1.

Se realizó una búsqueda sistemática enfocada en estrategias exitosas de conservación de manglares implementadas a nivel nacional e internación y para el desarrollo de la metodología en esta fase se tuvo en cuenta paso a paso establecido por Petersen [42]. De modo que su desarrollo se realizó de la siguiente manera:

1. Pregunta orientadora. Se formuló una pregunta con el fin de orientar la búsqueda de documentos para esta fase.

¿Qué estrategias de conservación y restauración de manglares han demostrado mayor efectividad en su implementación?

2. Alcance de la revisión. Para el alcance de la revisión sistemática se implementaron los criterios de inclusión y exclusión mencionado en la tabla 8.

Tabla 8.

Criterios de inclusión y exclusión.

Criterio	Inclusión	Exclusión
Año de publicación	2020 - 2025	Antes de 2020
Idioma	Español, inglés	Otros idiomas
Tipo de documento	Artículos científicos, tesis, informes técnicos	Noticias, blogs, documentos sin autor
Enfoque geográfico	Nivel global	Documentos sin ubicación registrada

Nota. Elaboración propia.

3. Bases de datos. Para la búsqueda documental se hizo el uso de las bases de datos: ScienceDirect, ScieLo, EBSCO y Google Académico, para las cuales se aplicó la ecuación de búsqueda de la siguiente manera (tabla 9):

Tabla 9.
Bases de datos y ecuaciones de búsqueda.

Base de datos	Ecuación de búsqueda
ScienceDirect	("Mangrove forest") AND ("conservation strategies" OR "restauration strategies")
Scielo	("Manglares") AND ("estrategias de conservación" OR "estrategias de restauración")
EBSCO	("Mangroves") AND ("restauration strategies")
Google Scholar	("Mangrove conservation and restauration strategies")

Nota. Elaboración propia.

3.3.2. Actividad 2. Elección, lectura y extracción de información relevante.

Se realizó la selección y lectura de documentos relevantes con el fin de extraer información importante sobre estrategias efectivas de conservación y restauración de manglares, que ayude a la formulación de una estrategia que pueda ser implementada en zonas de mayor impacto en Colombia. Para la cual se tuvo en cuenta la siguiente categoría: **Estrategias de conservación y Restauración.**

3.3.3. Actividad 3. Análisis de resultados.

Se hizo un análisis comparativo de las estrategias de conservación y restauración implementadas a nivel nacional e internacional, a partir de la información encontrada en la revisión. Esto permitió la identificación de elementos más comunes y diferenciales más efectivos, así como los vacíos en la gestión actual.

3.3.4. Actividad 4. Formulación de la estrategia.

Se realizó la formulación de la estrategia de conservación y restauración de manglares, tomando como base la información recolectada el estado actual de los manglares en Colombia y los impactos ambientales, sociales y económicos de la fase anterior y tomando como referencia las recomendaciones halladas en la literatura estudiada. Adicionalmente se planteó un modelo para determinar el nivel de afectación de un manglar con el propósito de generar un primer

acercamiento metodológico a la consolidación de criterios para la definición de estrategias de conservación y restauración.

Capítulo 4: Resultados y Discusión

En el marco del desarrollo de la búsqueda sistemática de información en las bases de datos con el fin de recopilar literatura relevante se exponen los resultados de las tres fases establecidas en la metodología. En primer lugar, se encuentra el diagnóstico del estado actual de los manglares en Colombia dividido en las categorías socioambiental, político y económico. Luego, se realiza una identificación de los impactos ambientales, sociales y económicos reflejados según el diagnóstico inicial; y por último se diseña una estrategia de conservación para manglares teniendo en cuenta estudios aplicados con un alto nivel de efectividad y que puedan aportar información importante para la formulación de esta estrategia.

4.1. Diagnóstico del estado actual de los manglares en Colombia

Para realizar una debida identificación de los impactos generados a los manglares colombianos y a las comunidades costeras, es importante realizar antes un diagnóstico del estado actual de estos ecosistemas a nivel nacional, resaltando las zonas más afectadas tanto de la región Pacífica como del Caribe.

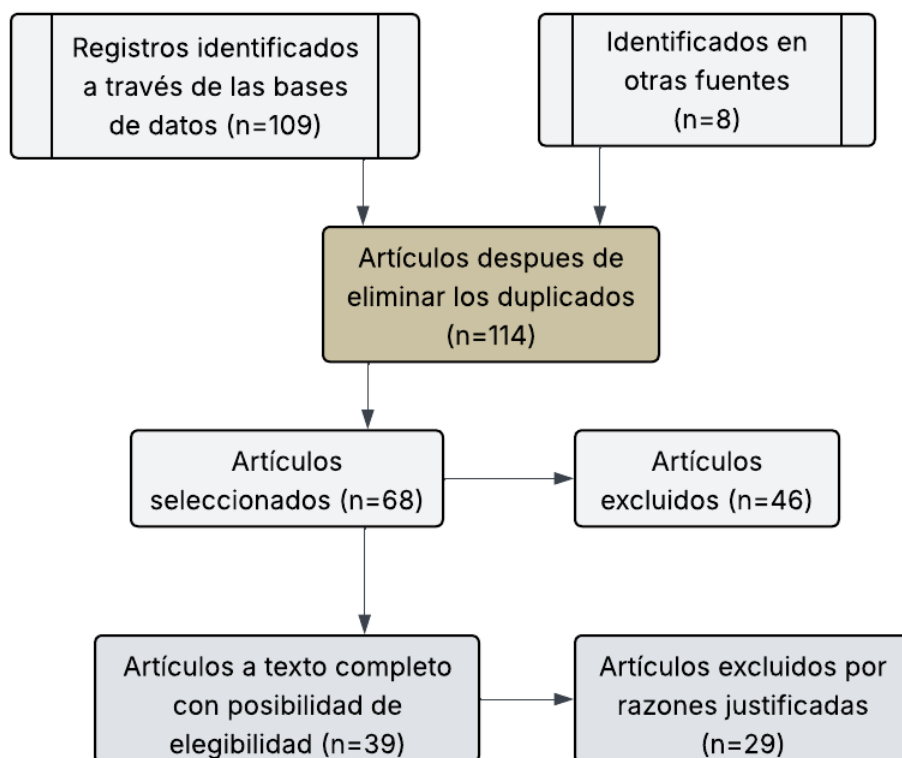
4.1.1. Resultados de la búsqueda sistemática

En la Figura 1 se puede observar de forma resumida los resultados de la búsqueda sistemática para recopilar literatura relevante aplicando la ecuación correspondiente en las bases de datos Scielo, Science Directe, EBSCO y Google Scholar. Se logró identificar inicialmente 117 documentos entre artículos académicos (25), informes técnicos (4), tesis de maestrías (6) y doctorados (4), publicados en un periodo de entre 2020 a 2025. Después de eliminar los duplicados quedaron en total 114 documentos, de los cuales 46 fueron descartados porque no cumplían con los criterios de inclusión, quedando un resultante de 68. La revisión del contenido de estos únicamente fueron útiles 39 documentos.

La primera búsqueda orientada por las palabras claves arrojó los siguientes resultados (ver Figura 1):

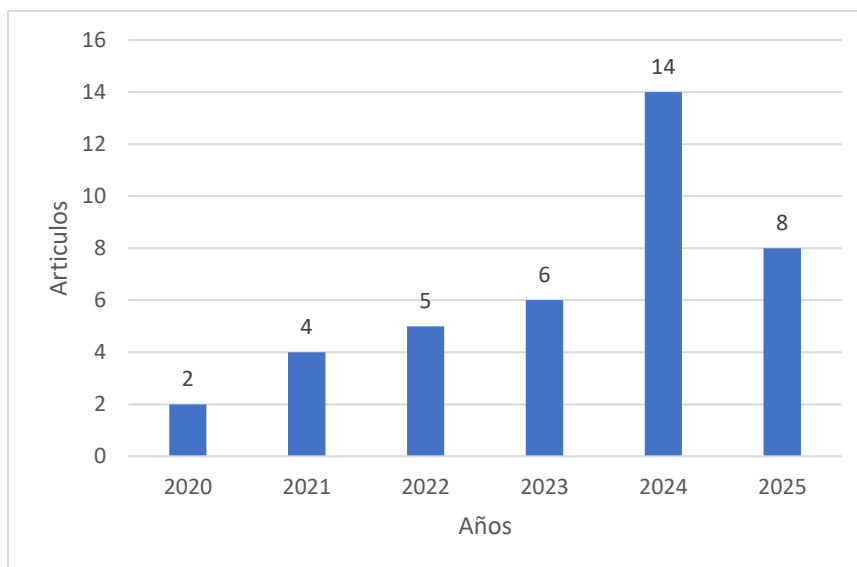
Figura 1.

Resultados de la primera búsqueda sobre el estado actual de los manglares en Colombia.



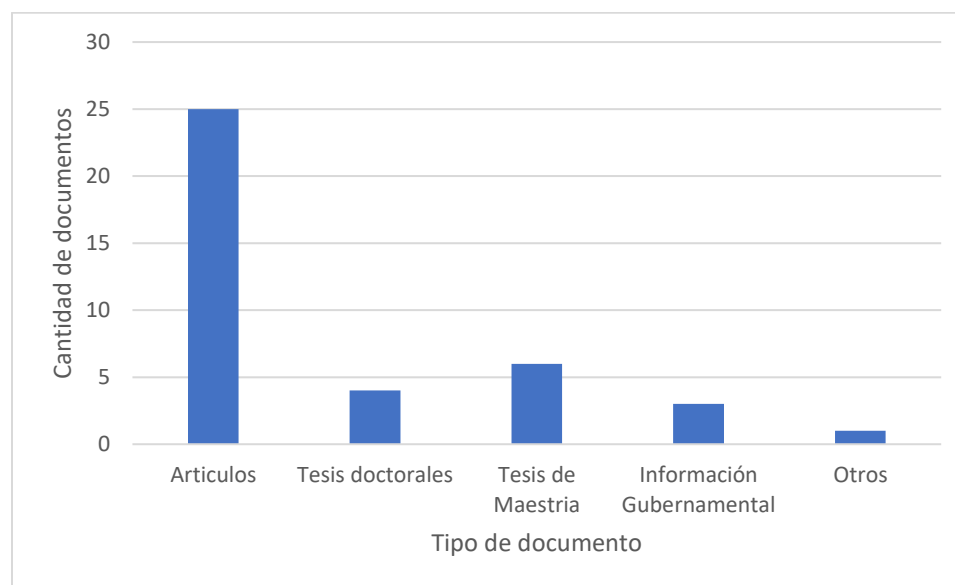
Nota. Elaboración propia.

Como resultado de la búsqueda sistemática se obtuvo un total de 39 documentos y artículos útiles para el desarrollo de la primera investigación los cuales se ajustan a los criterios de inclusión establecidos. En el Figura 2 se muestra el número de artículos por año analizados para el desarrollo de la primera fase, de manera que se pueda identificar los años en que se han realizado mayor cantidad de publicaciones referentes a las problemáticas y estado de los manglares durante los últimos 5 años.

Figura 2.*Número de artículos por año.**Nota.* Elaboración propia.

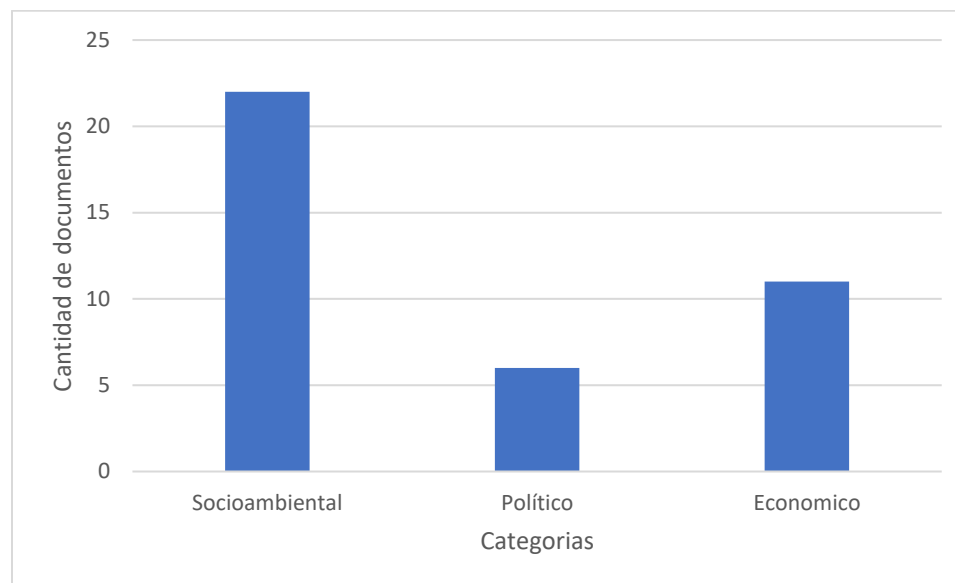
Se observa una tendencia mayor en artículos publicados para el año 2024, lo que se puede relacionar con diferentes factores como: el auge en el conocimiento del carbono azul, mayor inversión por parte de entidades gubernamentales, convenios internacionales y la efectividad en proyectos comunitarios y académicos [43]. Esto demuestra el aumento en el interés científico por estos ecosistemas y que Colombia representa una zona estratégica para realizar investigaciones sobre la conservación de la costa y los cambios climáticos.

A continuación, la figura 3 muestra la clasificación de la literatura analizada y sus tendencias en cuanto a la cantidad de documentos por cada tipo, de manera que se logre identificar la relevancia de la información seleccionada.

Figura 3.*Clasificación de documentos.**Nota.* Elaboración propia.

Se puede observar una mayor relevancia en los artículos de investigación, esto se debe a que los artículos contienen información más sólida y verificada para el desarrollo de este tipo de trabajos académicos, debido a que está respaldada por procesos cuidadosos de revisión, garantizando la confiabilidad de los datos y resultados presentados. Además, da la seguridad de acceder a investigaciones recientes que permiten el cruce de información y hallazgos para obtener resultados con mayor precisión. Asimismo, las tesis y otros documentos como informes técnicos resultaron relevantes para el desarrollo de esta fase ya que contiene información de suma importancia, pero la selección de estos fue mínima.

En este sentido, la figura 4 se muestra la categoría de la primera fase que demandó más información para su desarrollo. De manera que se evidencie la distribución temática de la literatura analizada y la importancia que los autores le dan a cada una de estas al realizar investigaciones sobre el estado actual de los manglares en Colombia.

Figura 4.*Categorías de análisis para la fase 1.**Nota.* Elaboración propia.

En el análisis documental para esta primera fase, se tiene como resultado que la categoría socioambiental reúne mayor cantidad de información comparada con las categorías político y económico. Esto se puede atribuir a que existe un mayor interés científico por la biodiversidad que representa a los manglares, los servicios que estos proveen y su interacción con las comunidades costeras, existiendo una dinámica importante entre el entorno natural y los humanos [44].

La información anteriormente analizada y seleccionada resulta relevante para realizar un diagnóstico del estado actual de los manglares en Colombia, desarrollando de este modo la fase 1 de la siguiente manera:

4.1.2. Socioambiental

Según la literatura analizada, el ámbito socioambiental hace referencia a las interacciones entre los bosques de manglar y las comunidades costeras en Colombia. Estos ecosistemas proveen recursos esenciales como madera, peces, moluscos y crustáceos, garantizando la seguridad alimentaria y cultural de las poblaciones que habitan cerca a los manglares [10]. Pero la disponibilidad de estos servicios se ha visto amenazados por factores como las presiones antrópicas debido a la sobreexplotación de recursos, la tala extensiva, la contaminación y las construcciones

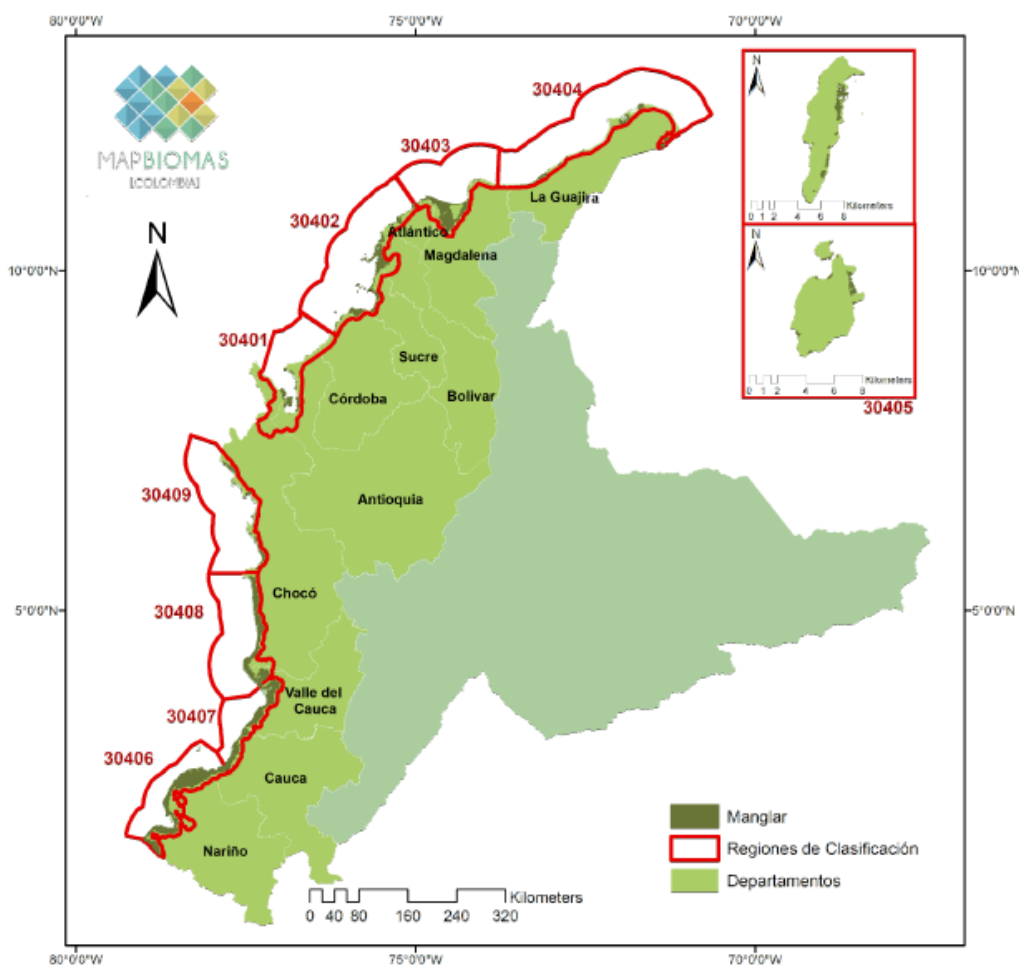
urbanas, generando como consecuencia la pérdida de cobertura vegetal, la calidad del ambiente causando conflictos sociales y la pérdida del hábitat de múltiples especies. Otro factor es el cambio climático, con la intensificación de fenómenos como el aumento en el nivel del mar y la erosión costera, afectando de manera negativa a los ecosistemas y a las comunidades que dependen de sus servicios [45]. Dicha información producto del análisis de la información encontrada como categoría socioambiental se sintetiza en cada punto expuesto a continuación:

4.1.2.1. Magnitud y distribución de los manglares. La literatura encontrada expone que la magnitud y distribución de los manglares en el mundo son altamente limitadas, esto debido a las corrientes oceánicas calientes y frías del planeta, siendo de este modo, las corrientes calientes, el principal factor ecológico para una mayor extensión y desarrollo de los bosques de manglar [46]. Pero, debido al fenómeno del calentamiento global, se prevé que los niveles del mar aumenten periódicamente en un futuro [47].

En Colombia, los manglares están ubicados en el Caribe y el Pacífico, con una extensión de entre 285.000 y 313.133 hectáreas, de las cuales 69.894 hectáreas pertenecen al Caribe Colombiano, siendo de este modo, el Pacífico, el litoral con mayor cobertura de manglar y donde se encuentra los árboles con mayor desarrollo ecológico y altura, alcanzando hasta los 30 metros [48], [8]. Se puede decir, que esta tendencia exorbitantemente desigual, se da porque en el Caribe se presenta un ambiente menos favorable para el desarrollo de estos bosques, dado que las precipitaciones son bajas y al igual que el cambio mareal [8]. De acuerdo con la información analizada, en la figura 5 se muestra la distribución de los manglares en Colombia tanto para la Región Caribe, como para la Región Pacífica.

Figura 5.

Localización de los manglares en las diferentes regiones de Colombia.



Nota. Imagen tomada de Karen Andrea Huertas et. al.2023 [49].

La literatura expone que, en la costa pacífica habita aproximadamente el 80% del manglar colombiano, con un número aproximado de 250.000 hectáreas, las cuales destacan por su conectividad con estuarios, y con ríos de abundante caudal como el río Patía, San Juan y Baudó. En estas zonas, los manglares pueden alcanzar su altura máxima, la cual oscila entre los 30 y 40 metros, representando uno de los ecosistemas más productivos y desarrollados del mundo [50]. Según la información presentada por Oviedo Barrero et.al [51], los departamentos de Nariño, Chocó, Cauca y Valle del Cauca centran la mayor cobertura de manglar en el Pacífico colombiano, de modo que, el Parque Nacional Natural Sanquianga, es una de las áreas más representativas, dado que alberga alrededor del 20% del manglar de la región [50].

La costa Caribe colombiana, cuenta con una extensión muy reducida a comparación con el pacífico, pero eso no resta su grado de importancia para la región, siendo que cumple una función importante brindando protección a las costas áridas y evitando la erosión. Su magnitud está dentro de un rango de 40.000 y 70.000 hectáreas, constituidas por arbustos y árboles que alcanzan alturas de hasta 3 y 20 metros [51], siendo el Golfo de Morrosquillo, la Bahía de Cispatá, la Ciénaga Grande de Santa Marta y algunos sectores de la Guajira los principales sitios de su distribución. Es importante destacar que la Ciénaga Grande de Santa Marta es reconocida como Reserva de la Biosfera y sitio Ramsar que tras fuertes cambios hidrológicos ha sufrido procesos de degradación y restauración durante las últimas décadas [50].

4.1.2.2. Biodiversidad y productividad biológica. Los bosques de manglar en Colombia son considerados como los ecosistemas de mayor productividad primaria a nivel global. La producción de materia orgánica y hojarasca crea un gran aporte de nutrientes a los estuarios y sistemas marinos, esto contribuye a las cadenas tróficas para la subsistencia de especies como crustáceos, moluscos, aves y peces, haciendo parte del conjunto de especies de importancia para la pesca en el Caribe y el Pacífico colombiano, los cuales son dependientes de los manglares en los inicios de su ciclo de vida [52].

Estudios realizados en Cienaga Grande de Santa Marta, afirman que, procesos como la rehabilitación de los bosques de manglar ha ayudado a la reproducción abundante de especies sábalo (*Megalops atlanticus*), róbalo (*Centropomus undecimalis*) y camarones, los cuales son muy importantes para el desarrollo de la economía de las comunidades locales [53]. Por otro lado, en zonas del Pacífico, como por ejemplo Tumaco, los manglares representan el hábitat de especies de importancia comercial para la zona pesquera como la piangua (*Anadara similis* y *Anadara tuberculosa*), el cangrejo barreño (*Gecarcinus ruricola*), la jaiba (*Callinectes sapidus*) y diferentes especies de peces, son una fuente vital para la identidad cultural de las comunidades afrodescendientes y su sustento [54]. En San Andrés, los manglares tienen una buena conexión ecológica con los pastos marinos y arrecifes coralinos, creando un conjunto de sistemas que mantienen peces de arrecife, varias especies de reptiles como tortugas e iguanas, además de aves migratorias y residentes [55].

4.1.2.3. Tipos de manglares y su dinámica ambiental en Colombia. En Colombia, los bosques de manglar son un conjunto de ecosistemas variables en su funcionalidad y estructura. Su evolución está ligado a una serie de factores como la salinidad, la topografía, el régimen mareal, su relación con aguas dulces y la conexión con estuarios, el mar y ríos. En el país, debido a su localización y dinámica ambiental, existen cinco principales tipos de manglar, entre los que están los de franja, ribereños, de cuenca, los enanos o chaparros y arrecife, estos tienen particularidades únicas e individuales que los identifican y demuestran lo que es la complejidad y diversidad de estos ecosistemas en Pacífico y Caribe colombiano [50], [56].

4.1.2.3.1. Manglar Ribereño. Este tipo de manglar habitan especialmente en zonas donde hay agua dulce y aportes de nutrientes como lo son ríos, esteros caños o quebradas. Esta especie de manglares suelen ser de gran tamaño, y son abundantemente productivos, debido a que reciben humedad permanente y suelo fértiles [57].

Un ejemplo de esto es en el Caribe, en la Ciénaga Grande de Santa Marta, donde se encuentran canales extensos tanto naturales como artificiales, los cuales están conectados a un sistema de lagunas del río Magdalena y con el mar Caribe. En esta zona, el manglar ribereño desarrolla un papel importante provisionando hábitats para aves acuáticas, peces y en la regulando el sistema hídrico [57]. Otro ejemplo en el pacífico colombiano, es en el Río Mira en Tumaco, donde se genera una relación Río-Océano, generando una gran diversidad de peces y moluscos. Allí, existen bosques densos y se encuentran especies importantes como el mangle rojo (*Rhizophora mangle*) [58].

4.1.2.3.2. Manglar costero o de franja. El manglar costero se ubica en la línea de la costa, teniendo contacto directo con el mar. Este cumple una función importante actuando como amortiguador frente a olas fuertes y tormentas, además de servir como protección para evitar la erosión costera. Estos manglares son denominados como *Rhizophora mangle*, por su exposición a condiciones extremas como la salinidad y fuertes oleajes, de manera que tienen la capacidad de soportar la fuerza del agua gracias a sus raíces aéreas [10].

En el Caribe, se ubican en las zonas coteras de la Ciénaga Grande de Santa Marta y la Guajira, funcionando como protectores de las lagunas interiores frente al impacto del mar. En San Andrés y Providencia, estos manglares defienden de manera estratégica los arrecifes coralinos, los cayos y las playas, de manera que favorece la retención de sedimentos y evita la erosión costera [59].

Por otro lado, en el pacífico, esta especie de manglares se encuentran en las costas bajas del Chocó, Cauca y Nariño, donde actúan como barrera natural ante el aumento del nivel del mar y las inundaciones. En zonas como Buenaventura, estos manglares funcionan como protección para las comunidades, de manera que disminuyen el impacto de las fuertes olas sobre las viviendas palafíticas [51].

4.1.2.3.3. Manglar de interior o de cuenca. El manglar de interior crece tierra adentro, en zonas flexibles a inundaciones donde la marea entra de forma limitada u ocasional. Estos lugares están constituidos por suelos fangosos con gran cantidad de material orgánico, con salinidad alta y poca fluctuación de agua en épocas secas. Gracias a estas condiciones, se facilita la formación de bosques espesos que funcionan como grandes almacenadores de carbono azul y contribuyen a la regulación hídrica [10].

En el Pacífico colombiano, este tipo de manglares están ubicados en áreas bajas y poco drenadas de litoral de Chocó y Nariño. Estos son sistemas más débiles, debido a que cuentan con poca circulación de agua y esto hace que sean sensibles a los cambios en la salinidad y la sedimentación acelerada. Pero, debido a que cuentan con una gran capacidad para almacenar nutrientes, estos son reservorios biológicos importantes [23].

En el Caribe, la Ciénaga Grande de Santa Marta cuenta con gran cantidad de esta especie de manglar. En esta área, existe gran producción de *Laguncularia racemosa* y *Avicennia germinans*, que abarcan zonas interiores en las que el agua se represa cuando hay marea alta. Los manglares de interior son vitales en especies como flamencos y garzas, aves migratorias, y en la pesca artesanal [53].

4.1.2.3.4. Manglar de arrecife. El manglar de arrecife se desarrolla en islas, atolones y cayos, los cuales están asociados a sustratos coralinos. Estos manglares están constituidos por pequeñas franjas de *Rhizophora mangle* que ayudan a la estabilización de los sedimentos y funcionan como conectores entre sistemas como los arrecifes coralinos, pastos marinos y los manglares [10].

En Colombia, están ubicados en el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, en la Reserva de Biosfera Seaflower. En cayos como Johnny Cay, Cayos de Albuquerque, y en zonas como Old Providence McBean Lagoon, este tipo de manglares funcionan de manera

ecológica como hábitat a peses de arrecife en sus inicios del ciclo de vida, brindan protección a los arrecifes de la sedimentación y contribuyen a la regulación de la calidad del agua [46].

En el Pacífico colombiano, no son tan comunes, pero hay una pequeña población de manglar de arrecife en lugares como Malpelo y Gorgona, donde estos árboles se desarrollan en plataformas sedimentarias o rocosas que están protegidas [51].

4.1.2.3.5. Manglares chaparros o enanos. Este tipo de manglares hace pertenece a arbustos con una formación de altura menor a 2 metros, y crecen en zonas donde existe estrés ambiental, por motivos como salinidad alta, suelos compactados o con escases de nutrientes. Esta especie se desarrollan en ambientes extremos donde solos las más adaptadas logran sobrevivir.

En el Pacífico colombiano, son muy poco comunes, y se pueden ubicar en zonas interiores mal drenadas o con suelos extremadamente salinos, donde la poca circulación de agua disminuye su crecimiento. Aunque son manglares con poca altura, cumplen funciones importantes como brindar refugios a especies de aves o invertebrados, y son sumideros de carbono [10].

4.1.2.4. Fauna asociada a los manglares colombianos. Según la literatura analizada, la fauna de los manglares colombianos conforma uno de los sistemas más importantes para la comprensión de su gran valor ecológico, social y económico. Estos ecosistemas, brindan diversidad en hábitat capaces de mantener una amplia variedad de especies, como reptiles, mamíferos, aves, peces y hasta invertebrados, todo es gracias a su relación entre agua dulce y salada y su compleja estructura. Estos bosques funcionan como viveros naturales, zonas de reproducción y refugio para múltiples organismos que necesitan de los manglares para su desarrollo al inicio del ciclo de vida [60].

4.1.2.4.1. Recursos pesqueros. Los ecosistemas de manglar son reconocidos por su función vital como criadero de peces, esto gracias a que sus canales internos y sus raíces aéreas ofrecen gran proporción de alimentos y los protegen de posibles depredadores. En Colombia existen diversas especies importantes para el desarrollo comercial y necesitan de estos ecosistemas en alguna etapa de su vida [61].

En el pacífico colombiano, estos ecosistemas están constituidos por poblaciones de pargos (*Lutianus spp*), corvina (*Cynoscion spp*), bagres marinos (*Arius spp*) y camarones peneidos, recursos cruciales en zonas como Tumaco y Buenaventura. Por otro lado, en el caribe, también

hay especies importantes para la pesca artesanal como el pargo prieto (*Lutianus griseus*), mojarras (*Gerres spp*) y el robalo (*Centropomus undecimalis*) [51].

4.1.2.4.2. Moluscos y crustáceos. En los manglares, los moluscos y crustáceos son la especie fundamental de la fauna, esto debido a su diversidad y su importancia económica y cultural. Entre estos se puede en contar:

La piangua (*Anadara similis* y *Anadara tuberculosa*): esta especie es muy representativa en el Pacífico colombiano, en especial para las comunidades afrodescendientes en el Cauca y Nariño, dado que conforman una base cultural y económica, donde su extracción ha sido heredada de generación en generación. También las almejas y ostiones las cuales habitan en las raíces de los manglares y son un recurso crucial en la gastronomía. Además, el cangrejo de manglar (*Ucides cordatus*) y el cangrejo azul (*Cardisoma guanhumi*), son fuente de alimentos y de ingresos en áreas del Pacífico y el Caribe [54].

4.1.2.4.3. Aves. En Colombia, los manglares son hábitats vitales de aves migratorias y residentes, dado que brindan alimentos, zonas de descanso y para sus nidos. Entre las migratorias se destacan las gaviotas, los charranes y los playeros (*Calidris spp*) las cuales realizan su ruta desde Norteamérica hasta el sur del continente pasando por el Caribe colombiano. En cuanto a las residentes, están la garcita verde (*Butorides virescens*), el martín pescador (*Chloroceryle americana*), el ibis blanco (*Eudocimus albus*) y la garza blanca (*Egretta alba*). Un sitio representativo es la Ciénaga Grande de Santa Marta, donde se encuentran registradas 250 especies de aves [61].

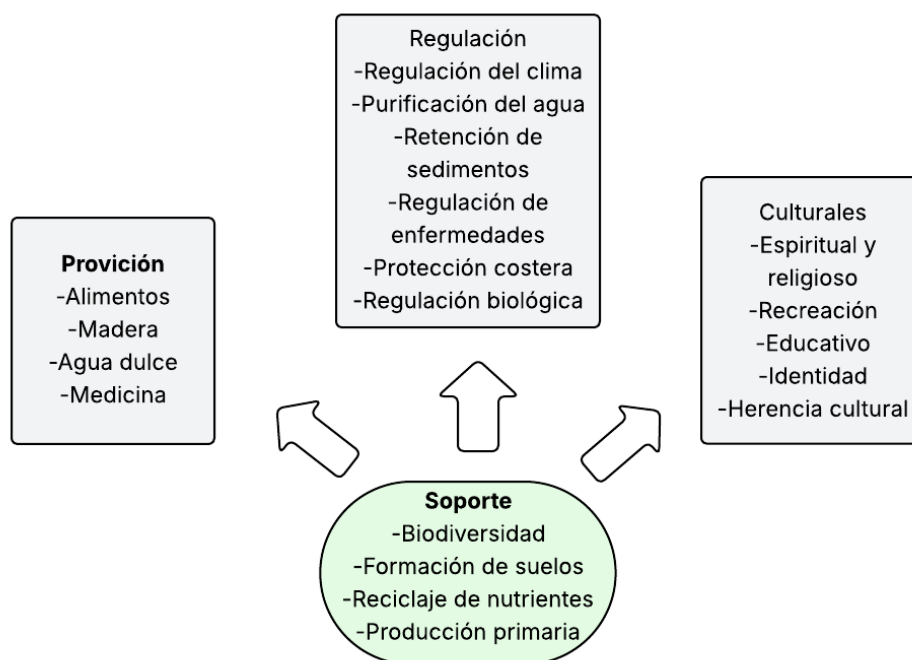
4.1.2.4.4. Anfibios y reptiles. En los manglares colombianos habitan reptiles y anfibios como la iguana verde (*Iguana iguana*), son muy comunes en todas las zonas costeras y usan estos ecosistemas como refugio y fuente de alimentos. Serpientes, principalmente la Boa constrictor, estas se relacionan con los árboles y se alimentan de aves y pequeños mamíferos. Las ranas arborícolas, viven en ambientes húmedos y con poca luz del sol. Y en zonas del Caribe, habita el caimán aguja (*Crocodylus acutus*), en esteros y lagunas costeras, los cuales se encuentran en estado vulnerable [61].

4.1.2.4.5. Mamíferos. En los manglares los mamíferos no son tan abundantes, pero se pueden encontrar especies como la nutria neotropical (*Lontra longicaudis*), estas se alimentan de los estuarios, además de usarlos para refugiarse. También se encuentran varias especies de murciélagos insectívoros que cumplen funciones como el control de insectos y la dispersión de semillas. El mapache cangrejero (*Procyon cancrivorus*), los cuales viven en el agua, y se alimentan de peces, crustáceos y frutos del mangle. Estos mamíferos se encuentran en zonas del Pacífico y del Caribe poco intervenidos [61].

4.1.2.5. Servicios ecosistémicos de los manglares colombianos. Los manglares en Colombia son ecosistemas de suma importancia, pues estos brindan gran cantidad de servicios ecosistémicos, tanto para las especies que lo habitan como para las comunidades que viven cerca de la costa. Estos servicios se clasifican en cuatro categorías: regulación, soporte, provisión y culturales [62] como se muestran en la figura 6.

Figura 6.

Clasificación de los servicios ecosistémicos.



Nota. Adaptado de [62].

4.1.2.5.1. Servicios ecosistémicos de soporte. Según [61], los servicios ecosistémicos de soporte que proveen los manglares están constituidos por procesos ecológicos que contribuyen a la productividad, existencia y estabilidad de estos sistemas. Estos servicios son vitales debido a que mantienen la dinámica interna de los ecosistemas interacciones con sistemas terrestres y marinos. Los cuales son de gran importancia ya que dan garantía a los demás servicios, siendo el centro del funcionamiento de los bosques.

4.1.2.5.2. Servicios ecosistémicos de provisión. Según lo expuesto en la literatura, actualmente, los manglares son una fuente vital para el desarrollo de las comunidades que dependen de sus servicios para subsistir, ya que proveen recursos generadores de importantes actividades productivas como la extracción de madera para generar carbón, la comercialización de madera para construcción de obras o artesanías, la pesca, la extracción de crustáceos y moluscos, el ecoturismo, agricultura, y construcciones urbanas. Estos recursos, para muchas comunidades son el sustento económico y la base de su seguridad alimentaria [62].

4.1.2.5.3. Servicios ecosistémicos de regulación. Los manglares cumplen un papel muy importante en la regulación del clima, pues estos protegen a la costa de tsunamis, huracanes, tormentas, y de los aumentos del nivel del mar evitando inundaciones que afectan las infraestructuras o los bienes humanos, también evitan la erosión costera y ayudan a la mitigación del cambio climático siendo fuente de almacenamiento de grandes cantidades de carbono [10].

4.1.2.5.4. Servicios ecosistémicos culturales. Los manglares también proveen servicios culturales, estos son de tipo intangibles y son ofrecidos por los bosques de manglar a las personas, creando vínculos de valores espirituales, educativos, recreativos, estéticos y de identidad. Estos beneficios no son materiales a comparación de los servicios de provisión y regulación, pero son de suma importancia para fortalecer vínculos sostenibles entre la naturaleza y las comunidades, y para el bienestar humano [61].

4.1.2.6. Estado de conservación de los Manglares. En Colombia desde mediados del siglo 20, la cobertura de los manglares se ha notado en constante reducción, esta tendencia es atribuida a actividades como la deforestación, las modificaciones de terrenos para realizar actividades ganaderas y agrícolas, las construcciones urbanas expansivas en las zonas costeras y la creación de piscinas para la cría de camarón [63].

Según estudios hechos por el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (INVEMAR) y el IDEAM, anterior mente hubo una perdida significativa de estos ecosistemas, pero, en los

últimos años se ha evidenciado una estabilización en toda la superficie, esto gracias a una mayor concientización institucional y de la comunidad sobre su valor estratégico, de manera que se han implementado proyectos de restauración [64], [65].

En términos regionales, los bosques de manglar del Pacífico colombiano cubren un valor aproximado al 80% de la cobertura del país, convirtiéndolos en los más extensos, con mayor biodiversidad y por ende con gran importancia ecológica [51]. Los manglares del Caribe tienen una menor cobertura, pero funcionan de manera vital en la protección de la costa, provisión de recursos y en la regulación hídrica. En el Archipiélago de San Andrés y Providencia, estos ecosistemas tienen una cobertura más reducida, y hacen parte de un sistema integral muy importante para la Reserva de Biósfera Seaflower [66].

4.1.2.6.1. Estado de conservación de los manglares en el Caribe colombiano. El litoral Caribe colombiano, cuenta con caso en particular en la Ciénaga Grande de Santa Marta, la cual está declarada Reserva de la Biosfera y sitio Ramsar [67]. En esta zona, los ecosistemas han sido afectados por fuertes procesos de degradación desde el siglo XX, esto debido a que entre los años 1960 a 1990 se realizaron construcciones como la carretera que de la Ciénaga conduce a Barranquilla, además de obras agrícolas las cuales interfirieron en la conexión entre los ríos, la ciénaga y el mar, dejando como resultado grandes extensiones de manglar muertas, con pérdidas mayores a 25000 hectáreas [68].

En la actualidad, se han ejecutado proyectos de restauración ecológica gracias a CORPAMAG, INVEMAR y la comunidad local, de manera que se ha logrado recuperar gran parte de la cobertura afectada de manglar, mediante actividades como la apertura de canales y caños de manera que se reestablezca el flujo hídrico. Pero, siguen existiendo amenazas como la contaminación, el cambio climático y la presión de industrias agrícolas [69].

En zonas como el Golfo de Morrosquillo y la Guajira, estos ecosistemas han sido fragmentados por la sobreexplotación de recursos y las construcciones urbanas. No obstante, existen zonas con muy poca intervención y que se encuentran en buen grado de conservación [70].

Por otro lado, los manglares del Archipiélago tienen menor cobertura vegetal comparados con otras zonas de la región, pero su conservación resulta vital para el mantenimiento de la Reserva de Biosfera Seaflower. Los manglares conforman un sistema integrado de alta biodiversidad en

zonas como el Parque Nacional Natural Old Providence Mc Lagoon, debido a su asociación con pastos marinos y arrecifes de coral [71].

Además, los manglares de San Andrés se han visto en constante reducción debido a la construcción de urbanizaciones, la contaminación por aguas residuales y expansión turística [72]. En las islas Providencia y Santa Catalina, en el año 2020 fue golpeado por el huracán Iota, frente a este fenómeno, los manglares actuaron como barrera natural, amortiguando un poco sus efectos, aunque también hubo daños significativos a las estructuras [73]. Debido a esto, en la actualidad se han realizado proyectos comunitarios de restauración que tiene como objetivo acelerar la regeneración ecológica [66].

4.1.2.6.2. Estado de conservación de los manglares en el Pacífico colombiano. El Pacífico colombiano cuenta con los manglares más conservados y con mayor cobertura nacional, estos se encuentran distribuidos en el país en departamentos como Chocó, Cauca, Valle del Cauca y Nariño [51]. Acumulando alrededor del 80% de los manglares en Colombia [1], esto sucede debido a su particular dinámica ambiental la cual está constituida por aportes de grandes ríos, altos niveles de precipitación y una baja densidad poblacional comparada con el Caribe [51].

En zonas como Tumaco (Nariño) y el delta de río Mira, actividades productivas como la pesca y la extracción de piangua (*Anadara tuberculosa*) contribuyen potencialmente al desarrollo económico local [74]. No obstante, estos manglares se ven amenazados constantemente por la tala indiscriminada para usos maderables, para leña y carbón, para la construcción de viviendas o de industrias aserradoras [75], usos del suelo para la agricultura y la camaronicultura. Aunque el ecosistema se está viendo muy presionado, aun existen áreas con excelente nivel de conservación, además se han realizado acuerdos comunitarios de manejo sostenible como la regulación en la extracción de la piangua y de camarones [74].

En el departamento del Chocó, los bosques de manglar de Tribugá y Bahía Málaga se han convertido en áreas protegidas garantizando su conservación, pero no están libres de riesgos como la deforestación selectiva, la contaminación o proyectos portuarios. Estos ecosistemas son de gran importancia ya que protege de marejadas e inundaciones a las comunidades indígenas y afrodescendientes que habitan en las zonas costeras [76].

4.1.2.6.3. Panorama de Conservación de los manglares colombianos. En Colombia, se evidencian avances notorios en el estado de conservación de los bosques de manglar en términos de restauración y manejo sostenible. Proyectos como la declaración de áreas protegidas como por ejemplo Bahía Malaga y Old Providence Mc Lagoon, el nombramiento de sitios Ramsar, y las iniciativas de programas de restauración en la Ciénaga Grande de Santa Marta han favorecido en la disminución de las pérdidas y han contribuido a la recuperación de zonas degradadas [56].

Por otro lado, el aumento en la participación de la comunidad en el aprovechamiento sostenible y monitoreo constante han contribuido a crear actividades económicas que no afectan a la conservación de los manglares, como el proyecto de la regulación en la extracción de la piangua en Tumaco y el ecoturismo en San Andrés [77].

4.1.2.7. Comunidades asociadas a los manglares en Colombia. En Colombia, los manglares son ecosistemas importantes, cumpliendo funciones socioambientales, ya que son vitales para la subsistencia de las comunidades costeras, estos también son sitios de identidad cultural y de organización social [78]. Los habitantes de las costas son comúnmente poblaciones indígenas, raizales, afrodescendiente y pescadores artesanales, los cuales mantienen una importante relación con los manglares, dado que proveen servicios cruciales para realizar expresiones culturales, prácticas económicas tradicionales y formas de gobernanza comunitaria [79].

Las comunidades costeras habitan alrededor de los manglares, de manera que tienen la capacidad de adaptarse a los ciclos hidrológicos, a las mareas y condiciones de salinidad [80]. Estas comunidades manejan una estrecha relación con el manglar, dado que dependen de la provisión de sus recursos para garantizar la seguridad de sus alimentos, realizando actividades maderables y no maderables como los son la pesca artesanal, la recolección de crustáceos y moluscos, el ecoturismo, el uso de la madera para leña y para construir viviendas palafíticas, el mangle también es muy utilizado para la construcción de embarcaciones artesanales como las canoas, siendo esta una fuente importante para la economía de los pueblos mediante el transporte fluvial [78].

4.1.2.8. Conflictos socioambientales. La interacción de las comunidades costeras con los manglares también genera conflictos provenientes de las presiones que las personas ejercen sobre estos ecosistemas, entre los que se puede encontrar la contaminación hídrica, que afecta el bienestar de los ecosistemas, disminuyendo la producción pesquera y la disponibilidad de estos recursos afectando directamente a la población local que depende de estos servicios [81]. La camaronicultura y expansión de la frontera agrícola, beneficiando a unos pocos y reduciendo el acceso comunitario a estos recursos [82]. La urbanización y el turismo promueven la tala del manglar para realizar construcciones, disminuyendo su cobertura, afectando el hábitat de múltiples especies y en algunos casos causando el desplazamiento de habitantes locales [83]. Y finalmente el cambio climático, el cual ha aumentado la vulnerabilidad de las comunidades costeras frente a fenómenos como el aumento del nivel del mar, inundaciones costeras, la erosión costera, huracanes y tsunamis [84].

En este contexto, resulta importante abordar el ámbito político ya que expone las políticas públicas e instrumentos de gestión ambiental, permitiendo analizar la articulación entre las normas nacionales y la implementación territorial contribuyendo en los programas y estrategias de conservación y restauración de los manglares.

4.1.3. Ámbito político

Las políticas ambientales son importantes para la conservación de los ecosistemas estratégicos, en este caso los bosques de manglar en el territorio colombiano los cuales representan bienes públicos con grandes valores ecológicos, sociales y económicos, lo que motiva a la promoción de políticas públicas, marcos normativos y acuerdos institucionales con la finalidad de conservar, restaurar y dar un uso sostenible [50]. Pero cabe resaltar, que no es suficiente con la existencia de leyes para que las estrategias sean efectivas, sino que es parte importante la participación de instituciones en conjunto con las comunidades costeras para el desarrollo de procesos de gobernanza [85].

En Colombia existe un amplio conjunto de políticas y normas ambientales destinadas a la protección y conservación de los bosques de manglar [85], dichas normas se pueden encontrar en el capítulo 2 de este documento.

4.1.3.1. Institucionalidad y gobernanza. En Colombia, la gestión de los manglares abarca varios niveles institucionales entre los que se encuentran:

El ministerio de ambiente y desarrollo es el encargado de dirigir la política ambiental nacional, encargado de coordinar proyectos de conservación de manglares y de formular lineamientos. Las corporaciones Autónomas Regionales las cuales vigilan, controlan y manejan los manglares dentro de sus territorios. El Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras, el cual es responsable de realizar investigaciones científicas, del monitoreo y crear información con respecto a los ecosistemas marinos y costeros. Los Parques Nacionales Naturales de Colombia, los cuales son los encargados del cuidado de zonas protegidas, incluyendo a los manglares, como por ejemplo el Parque Nacional Natural Sanquianga en Nariño [50] o el Parque Tayrona en el Magdalena. También se encuentran los consejos comunitarios indígenas y afrodescendientes o gobiernos locales, los cuales participan en las planificaciones territoriales o en acuerdos para el uso sostenible de los recursos en sus comunidades [68].

En las últimas décadas se han evidenciado grandes avances en la gestión de los manglares, gracias a acuerdos nacionales e internacionales y proyectos liderados por instituciones como la convención de humedales Ramsar, aplicado a la Ciénaga Grande de Santa Marta, lo que ha generado un compromiso a nivel internacional de su recuperación y conservación [2]. Los proyectos de restauración ejercidos por el INVEMAR, organizaciones comunitarias y universidades, los cuales han mostrado resultados efectivos en la recuperación de áreas afectadas [69]. En el Pacífico, el reconocimiento de los consejos comunitarios es de gran avance, ya que motivan a la implementación de prácticas sostenibles en actividades productivas como la recolección de cangrejo azul y de piangua [86]. Y la inclusión del cambio climático en los planes de adaptación de los manglares, denotando estos ecosistemas muy importantes como barrera natural frente a fenómenos extremos como aumento en el nivel del mar, huracanes, tsunamis y erosión costera [87].

Según un estudio realizado por [88], hizo un análisis del cambio en la cobertura del manglar del Delta estuarino del Río Magdalena Ciénagas Grande de Santa Marta, zona donde hubo una pérdida significativa de hectáreas de manglar principalmente por presiones humanas como las construcciones de obras, la tala de árboles para usos maderables, además de otras actividades desde varias décadas atrás, por tal motivo, fue necesario el uso de satélites de modo que se pudieran tomar imágenes y contabilizar las hectáreas existentes para el año 2021, obteniendo como

resultado un total de 39.699 hectáreas, que comparado con imágenes satelitales del año 2016 en las cuales se muestra una cobertura de 33.194 hectáreas, se evidencia un gran avance en la recuperación de cobertura de manglar con un aumento de más de 6000 hectáreas. Dicha efectividad es gracias a la declaración de la Ciénaga Grande de Santa Marta como sitio Ramsar, y proyectos de restauración liderados por el INVEMAR y apoyados por las organizaciones comunitarias [2] .

Esto demuestra, que las instituciones ambientales en Colombia son de gran importancia para la conservación del medio ambiente, y que están realizando un buen trabajo en el cuidado y recuperación de estos ecosistemas, dando cumplimiento a las leyes ambientales y garantizando el bienestar de la fauna que usan estos espacios como hábitat y para las comunidades que dependen de los servicios de los manglares para subsistir, de modo que se puede reconocer a entidades como grandes promotoras del desarrollo sostenible.

Teniendo en cuenta lo anterior, resulta importante abordar a profundidad el ámbito económico para determinar las condiciones actuales y vulnerabilidades de las comunidades costeras, y de este modo examinar la relación entre los manglares y las actividades productivas que sustentan a estas poblaciones.

4.1.4. Ámbito económico

Según lo expuesto en la literatura, las comunidades costeras colombianas están ligadas a los manglares, playas y arrecifes dado que estos proveen servicios vitales para la subsistencia y contribuyen al desarrollo económico de estas poblaciones. Estas comunidades en su mayoría son dependientes de diferentes actividades productivas como la extracción y recolección de recursos del manglar, la pesca artesanal y la agricultura; pero, actualmente, la economía de estos atraviesa un estado de transformación, esto debido a diferentes variables como el aumento del turismo, la globalización de mercados, la presión de proyectos de recolección, y los impactos del cambio climático [89]. Entre las principales actividades productivas realizadas por las comunidades costeras para el desarrollo de su economía y subsistir se encuentran las siguientes:

4.1.4.1. Extracción de recursos no maderables. La recolección de recursos como la piangua (*Anadara similis* y *anadara tuberculosa*), los moluscos, el cangrejo azul y la jaiba, representan el centro de la economía especialmente en el Pacífico colombiano. Esta es una actividad productiva principalmente realizada por mujeres afrodescendientes, es parte importante de la cultura de estas poblaciones, en especial de las madres cabezas de hogar, siendo este su principal fuente de ingresos, contribuyendo de este modo al desarrollo de la economía local. Los precios de la piangua por docena pueden oscilar entre los \$37.000 y \$40.000 pesos colombianos [90].

4.1.4.2. Pesca artesanal. En la actualidad, la pesca artesanal es una de las principales actividades productivas de las comunidades costeras en el Pacífico y el Caribe colombiano. Este trabajo es realizado por pescadores artesanales con métodos tradicionales como el chinchorro, la atarraya y los trasmallos para atrapar los peces, moluscos y camarones [77].

Esta actividad, se está viendo afectada por diferentes factores, como la contaminación, la sobreexplotación de especies, pérdida de la cobertura de manglar y la competencia con las industrias pesqueras. Sin embargo, este trabajo es la base de la economía y el alimento de muchas poblaciones, con entradas económicas dependientes de la estabilidad y la variación de los precios en el comercio local. Las jaibas y los camarones tienen una alta demanda por restaurantes y hoteles en estas comunidades, y especies como el pargo o el róbalo pueden tener precios que oscilan entre los 20.000 pesos y los 30.000 pesos por kilo [91].

4.1.4.3. El Turismo. Actualmente, el turismo es una fuente importante en el desarrollo económico de las comunidades costeras. En ciudades del Caribe colombiano, como Santa Marta, Cartagena y San Andrés son visitados por miles de turistas anualmente, esto se convierte en una gran fuente de empleo generada en hoteles, actividades recreativas, la gastronomía y el transporte marítimo [92].

Por otro lado, los bosques de manglar también hacen parte de la oferta turística por medio de recorridos en kayak, avistamiento de aves y senderos ecológicos, esta actividad es realizada principalmente en regiones como el Archipiélago de San Andrés o en la Ciénaga Grande de Santa Marta [93]. Además, zonas como Providencia y Tumaco, han logrado ser impulsadas por el turismo comunitario, buscando el aumento de ingresos con diferentes actividades y favoreciendo la identidad cultural de estos territorios, pero también se enfrentan desafíos como la falta de infraestructura, la informalidad y la competencia con el turismo masivo [94], [95].

4.1.4.4. La acuicultura. La acuicultura es una actividad productiva que ha tenido mayor relevancia en municipios del Pacífico sur, principalmente en Tumaco – Nariño y en otras zonas de ese departamento, por medio de proyectos como las piscinas para el cultivo de camarón, generando empleos para muchas familias, aunque ha sido una actividad responsable de la pérdida de muchas zonas de manglar. Del mismo modo, se han conocido nuevas iniciativas que demuestran ser más sostenible como la cría de peces, piangua y moluscos [96].

Por otro lado, en el Caribe Colombiano se han conocido proyectos comunitarios para la recuperación de la densidad de especies y programas realizados por asociaciones locales de acuicultura, contribuyendo al desarrollo de la economía de muchas familias [97].

4.1.4.5. Cultivos tradicionales. Los cultivos tradicionales contribuyen a la subsistencia de muchas familias, además de favorecer a su economía, principalmente en las zonas rurales donde estas comunidades se dedican al cultivo de plátano, yuca, coco, arroz y diferentes frutas. Estos cultivos en su mayoría son utilizados para el consumo propio, y parte de estos son destinados a para su comercialización en mercados locales. En el Pacífico, el cultivo de arroz y plátano son cruciales para complementar la pesca, de esta manera se asegura el alimento en muchos hogares [98]. Por otro lado, en el Caribe colombiano, la producción de coco es muy importante para el desarrollo de la economía [99].

4.1.4.6. Economía cultural. La economía cultural también es una forma importante de ingresos para las comunidades costeras, las cuales, por medio de artesanías con conchas de mar, madera, fibras de palma y semillas, estas actividades son una gran fuente ya que están relacionadas con el turismo. Estas actividades, contribuyen al desarrollo de la identidad cultural de las comunidades indígenas, afrodescendientes y raizales [100].

4.1.4.7. Retos actuales de la economía en las comunidades costeras. En la actualidad, la economía costera lucha contra múltiples retos como las presiones humanas, con actividades como camaronicultura, las construcciones urbanas, la minería en algunas regiones, las cuales se ven amenazadas por las actividades tradicionales.

También está la informalidad, pues la mayoría de estas actividades son realizadas por personas naturales y con muchas necesidades sin tener el privilegio de acceder a créditos o a algún tipo de tecnología, con bajas probabilidades de promocionar su trabajo y estando expuestos a ventas poco rentables. Además, muchas de las personas que realizan estas actividades son solo intermediarios, es decir, dependen de un sueldo, lo que disminuye las ganancias directas de los

pescadores o recolectores a comparación de los precios finales de estos productos en el mercado local [26].

Por otro lado, los retos en la economía de las comunidades costeras aumentan al verse vulnerables frente a los cambios bruscos del clima, generando pérdidas de estos ecosistemas por fenómenos como el aumento del nivel del mar y la erosión costera [26].

4.1.5. Análisis de resultados del Diagnóstico del estado actual de los manglares en Colombia

Teniendo en cuenta la literatura citada sobre el estado actual de los manglares en Colombia, los resultados arrojan que los manglares se encuentran en un alto nivel de vulnerabilidad por la unión de factores como presiones humanas, fenómenos naturales y falta de rigor en proyectos de gestión y conservación [77]. Sin embargo, aunque los manglares colombianos cuenten con una densidad aproximada de 300.000 hectáreas distribuidas entre la región Caribe y Pacífico, según la información adquirida por medio de la búsqueda sistemática se evidencia una gran pérdida de cobertura y fragmentación del ecosistema, principalmente en zonas del Pacífico como Tumaco Nariño y en zonas del Caribe en la Ciénaga Grande de Santa Marta [48]. Las causas más comunes son la deforestación por expansión urbana y la camaronicultura, las alteraciones del ciclo hidrológico por la construcción de proyectos viales y portuarios y la contaminación por vertimientos de origen industrial y domésticos [89]. Cabe resaltar, que, aunque existan avances en la rehabilitación de las zonas afectadas con la implementación de proyectos de restauración implementados por organismos gubernamentales como el Ministerio de Ambiente, el INVEMAR y apoyadas por asociaciones comunitarias, aún no ha sido posible recuperar la totalidad de la cobertura afectada [64].

La literatura analizada en cuanto al ámbito socioambiental demuestra que las comunidades costeras están fuertemente ligadas a los manglares, debido a que dependen de los recursos de estos ecosistemas generar recursos por medio de las actividades productivas como la pesca, el ecoturismo, la recolección de madera, la extracción de crustáceos y moluscos, además son fuente de garantía para su seguridad alimentaria [89]. Pero el deterioro de la cobertura vegetal ha limitado la disponibilidad de estos servicios, aumentando la vulnerabilidad de la comunidad local y afectando su economía. También, se han evidenciado prácticas culturales realizadas en los

manglares por las comunidades costeras que demuestran ser sostenibles, aunque sean modos de uso tradicionales [100].

Por el lado del ámbito político, los resultados reflejan que, aunque hay conocimiento sobre un marco normativo que incluye convenios internacionales con importancia en la conservación de los manglares, no se evidencia un cumplimiento total en la implementación de estas políticas [85]. Además, aunque haya entidades encargadas del cuidado y conservación de manglares, existe un vacío en la comunicación de estos y que así en la actualidad se estén implementando proyectos integrados por las comunidades y las entidades gubernamentales sus acciones no han sido suficientes para la recuperación total de estos ecosistemas estratégicos [69].

Los resultados arrojados en el ámbito económico demuestran que aún sigue siendo escasa la valoración de los recursos naturales. La literatura expone grandes beneficios como potencial turístico, recursos para la pesca y el almacenamiento de carbono azul [89], pero que aún no garantizan la estabilidad de ingresos para las comunidades locales, esto debido a la falta de procesos de pago por servicios ambientales, políticas caras de compensación y proyectos de turismo sostenible [95].

4.2. Resultados Fase II.

Los bosques de manglar en Colombia son reconocidos como ecosistemas estratégicos y se encuentran en las zonas costeras del Pacífico y el Caribe. Estos ecosistemas ofrecen protección a las costas, secuestran grandes cantidades de carbono azul, y provee hábitat para múltiples especies marinas, además contribuye a sostener la identidad cultural y la economía de estas comunidades. No obstante, durante los últimos años, estos ecosistemas se han visto sometidos a una gran variedad de presiones por cambios climáticos y humanas, las cuales han generado múltiples impactos no solo ambientales, si no también económicos y sociales [10].

Los resultados obtenidos para la identificación de impactos ambientales, sociales y económicos fueron recopilados por medio de un mapeo sistemático el cual se enfocó en la información relevante encontrada a través de la aplicación de la pregunta orientadora. Posteriormente se hace un análisis de la información y se filtra la literatura útil para el desarrollo de la segunda fase.

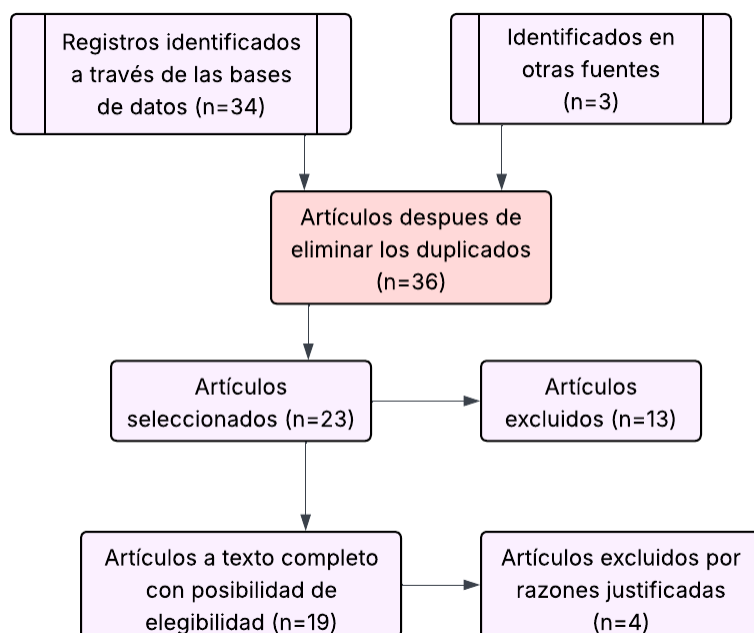
4.2.1. Resultados de la búsqueda sistemática para la identificación de impactos ambientales, sociales y económicos.

Como producto de la aplicación de la ecuación de búsqueda para el desarrollo de la segunda fase en las bases de datos Scielo, EBSCO, Science Direct y Google Scholar se obtuvo un total de 37 documentos con conformaron la unidad de análisis. Estos contienen información sobre las acciones antrópicas y los efectos del cambio climático que han contribuido a la generación de impactos los ecosistemas de manglar y a las comunidades costeras.

Sin embargo, luego de la aplicación de los criterios de inclusión y exclusión la unidad de trabajo fue constituida por 14 artículos académicos, una tesis de doctorados, 3 tesis de maestría y 1 informe técnico en los cuales se describen las acciones que generan impactos a los manglares, los fenómenos naturales que impactan a los manglares y las comunidades costeras y la afectación de estas variables en la economía local. En la figura 7, por medio de un diagrama prisma se presenta el proceso de filtrado de la literatura encontrada.

Figura 7.

Resultados de la búsqueda sistemática para la identificación de impactos ambientales, sociales y económicos en los manglares colombianos.

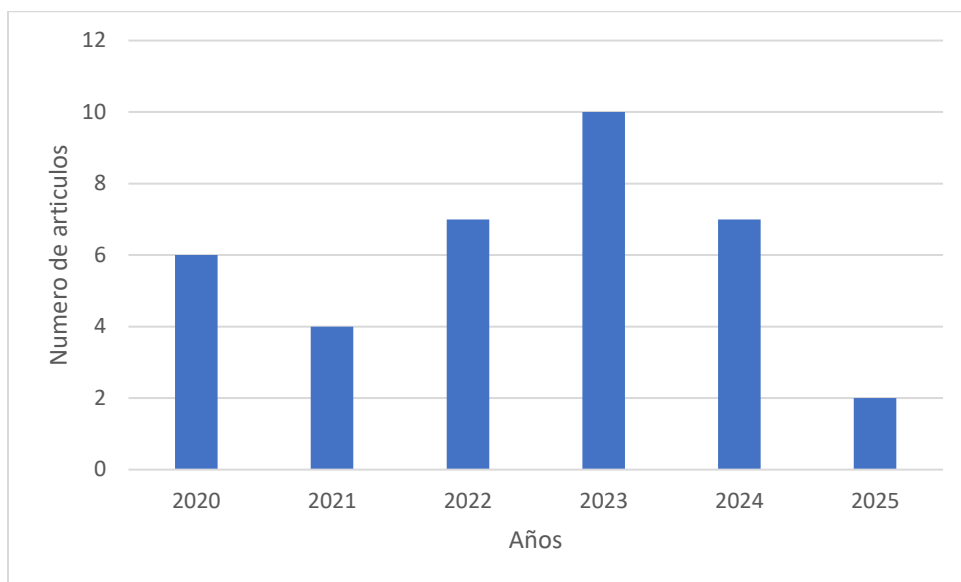


Nota. Elaboración propia.

Cabe resaltar, que para la realización de esta búsqueda se tuvo en cuenta los documento con información sobre Colombia, y en un periodo de 2020 hasta el año 2025. Se puede observar que la literatura encontrada es escasa, lo que indica que, aunque sea un tema de interés mundial, las investigaciones realizadas en la actualidad se han concentrado más en la dinámica de estos ecosistemas que en los impactos negativos generados a partir de múltiples presiones. A continuación, en la figura 8 se muestra la tendencia de documentos publicados por año.

Figura 8.

Tendencia de artículos por año.



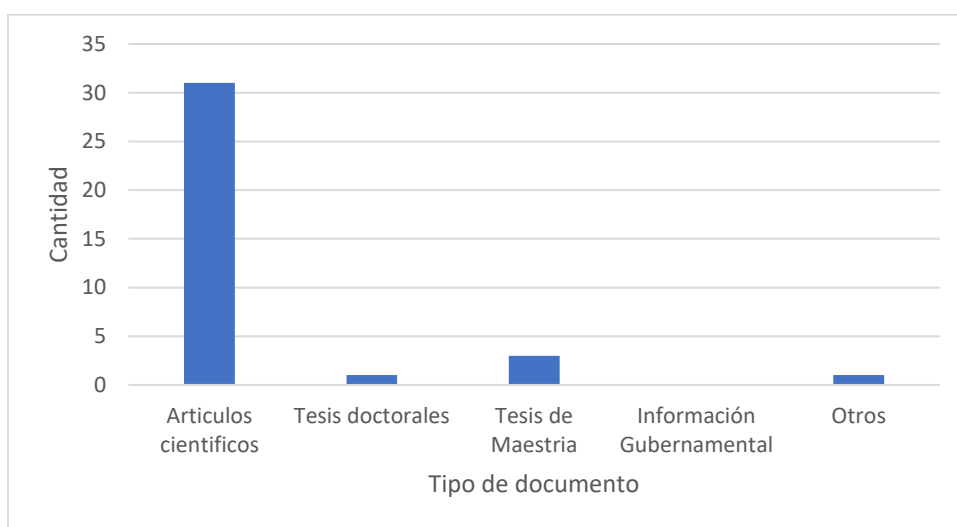
Nota. Elaboración propia.

La tendencia muestra un mayor número de documentos publicados para el año 2023, esto se puede relacionar con el reconocimiento de los manglares como ecosistemas estratégicos y los convenios internacionales para la conservación de estos ecosistemas debido al aumento del cambio climático en los últimos años y la disminución en la economía de las comunidades costeras. Lo que ha incentivado a la investigación de los impactos generados en estas zonas para cuantificar la capacidad actual de sus servicios ecosistémicos y vulnerabilidades. De modo que se evidencia un aumento en la preocupación por los impactos a estos ecosistemas lo que ha fortalecido proyectos de restauración y conservación liderados por entidades interesadas en la provisión de los recursos de estos sistemas [101].

La distribución de la literatura encontrada se presenta en la figura 9, donde se muestra los tipos de documentos analizados y la cantidad de cada uno de estos, de modo que se evidencia la procedencia de la información seleccionada y determinar la calidad de la información recopilada.

Figura 9.

Tipos de documento.



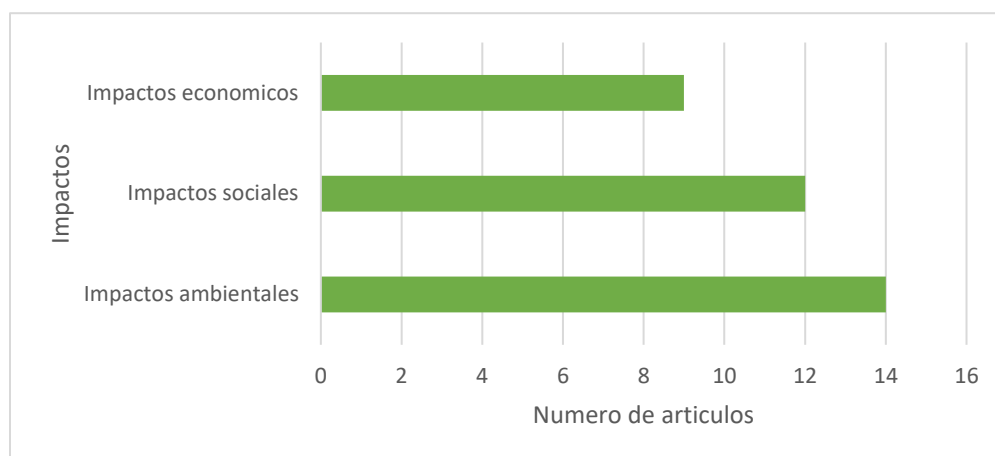
Nota. Elaboración propia.

La figura muestra que la principal fuente de información utilizada para el desarrollo de la fase 2 son los artículos, demostrando que los impactos a los manglares generados actualmente en Colombia están siendo respaldados por literatura científica revisada por pares académicos, garantizando de este modo la confiabilidad en los hallazgos documentados. Asimismo, las tesis y documentos como informes técnicos tienen una menor participación, lo que puede estar relacionado con la baja producción de información académica relacionada con la temática tratada.

De este modo se presenta posteriormente la distribución de la literatura analizada para cada uno de los impactos en la Figura 10. Cabe resaltar que, de acuerdo con los resultados, para este apartado fue necesario la literatura de forma general para el desarrollo de toda la fase.

Figura 10.

Cuantificación de documentos utilizados para cada uno de los impactos.



Nota. Elaboración propia.

Según los resultados reflejado por la figura 10, hubo una mayor relevancia en la literatura usada para la identificación de los impactos ambientales, esta tendencia se debe a que tanto los impactos económicos como los sociales dependen del bienestar del ecosistema, por tanto, la mayoría de los documentos analizados antes de dar un reporte sobre estos dos últimos impactos, detallan las afectaciones causadas a los manglares.

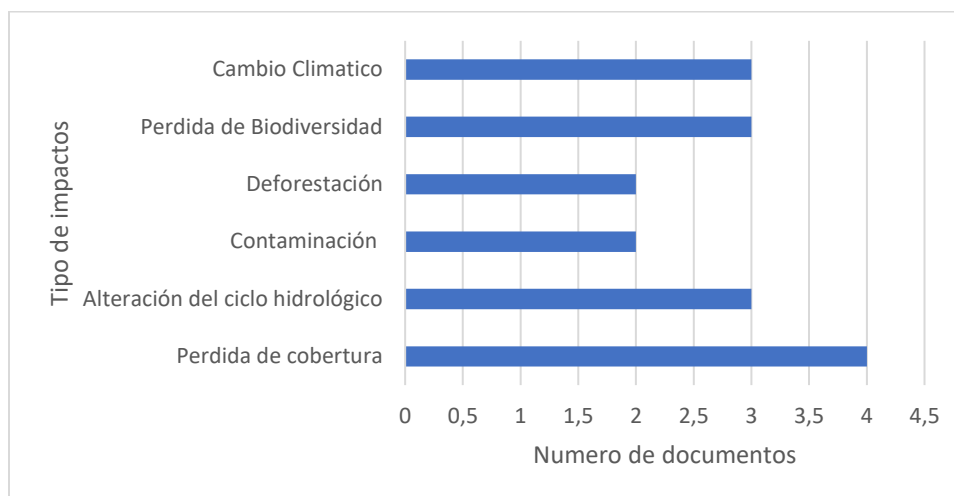
4.2.2. Impactos ambientales en los manglares colombianos.

En Colombia los manglares representan un sistema de gran importancia ecológica, dado que son ecosistemas con mayor capacidad para la captura de carbono azul comparado con otros ecosistemas, además son hábitat de múltiples especies marinas y funcionan como barrera natural ante los cambios extremos del clima. Pero estos bosques se han visto afectados por presiones humanas y fenómenos climáticos generando una variedad de impactos ambientales severos comprometiendo su dinámica, funcionalidad y estructura [10].

4.2.2.1. Identificación de impactos ambientales. A partir del desarrollo de la fase 1, la cual tenía como objetivo realizar un diagnóstico del estado actual de los manglares en Colombia, se logró identificar una variedad de impactos sobre estos ecosistemas, y en la figura 11 se presentan las variables arrojadas por los diferentes autores.

Figura 11.

Impactos ambientales identificados en la literatura analizada.



Nota. Elaboración propia.

Los resultados arrojados en la figura 11, demuestran que la literatura analizada aborda mayormente el tema de la pérdida de cobertura y fragmentación del hábitat, de esto se puede decir que es el principal factor generador de impactos negativos en los manglares, por esta razón los autores profundizan más sobre este tema a comparación de las demás variables. Esta información se describe con mayor claridad a continuación:

4.2.2.1.1. Pérdida de cobertura y fragmentación. El mayor impacto ambiental a los manglares en Colombia durante varias décadas ha sido la fragmentación de hábitat y la pérdida de su cobertura. Según estudios realizados por el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (INVEMAR), durante los últimos 50 años ha habido pérdidas de cobertura de bosque de manglar de más de 100.000 hectáreas, este valor equivale aproximadamente al 30% de su totalidad históricamente [64], [65].

Un ejemplo representativo es en el Caribe, el caso de la Ciénaga Grande de Santa Marta donde se realizó la construcción de varias obras, entre ellas diques y carreteras perjudicando el paso de agua dulce y causando pérdidas en su ecosistema de manglar mayores al 60% de su

totalidad, ocasionando gigantescas perdidas mortales de árboles, esto debido al aumento masivo en la salinidad del suelo y la falta de oxígeno en las raíces [68].

En el Pacifico, en varias zonas del departamento de Nariño actividades como la tala de árboles, especialmente del mangle rojo (*Rhizophora mangle*), especie representativa de esta área del pacifico, y la expansión de la acuicultura con cultivo de peces y camarón han fraccionado significativamente estos bosques, evitando su rehabilitación de forma natural [51].

4.2.2.1.2. Alteraciones al ciclo hidrológico. Parte importante de la dinámica ambiental de los ecosistemas de manglar es la interacción entre aguas saladas, aguas dulces y las mareas. Cuando hay una alteración en este sistema, se dificulta la capacidad de rehabilitación natural [80].

En la Ciénaga Grande de Santa Marta hubo una gran alteración en el ciclo hidrológico con la construcción de la carretera entre la Ciénaga y Barranquilla, evitando la entrada de agua marina, además de la disminución del agua dulce debido a los proyectos de riego agrícola cerca al Rio Magdalena, causando la pérdida de más de 25.000 hectáreas de bosques y el aumento en la salinización décadas atrás [68].

Otra zona del caribe que se ha visto afectada es el Archipiélago de San Andrés y Providencia, donde ha sido evidente el aumento en el nivel del mar, generando erosión costera aumentando la salinización en los suelos del manglar, además afecta en el desarrollo de plántulas generando perdidas de cobertura del mangle blanco, especie muy sensible. Además, se involucra la calidad del agua, afectando directamente el hábitat de muchas especies de crustáceos y peces [67].

4.2.2.1.3. Contaminación por vertimientos. La contaminación por vertimientos hace parte de otro de los impactos más graves en las zonas costeras, los cuales son causados por residuos agrícolas como pesticidas y fertilizantes utilizados en los cultivos de las zonas costeras causando una disminución en el oxígeno disponible y aumentando eutrofización en corrientes de agua cercanas a estos [102].

También los derrames de crudo, un caso ejemplar es en Tumaco Nariño, donde grupos al margen de la ley han atentado contra estas tuberías, causando que se derrame grandes cantidades de crudo que llegan al rio mira, zona de donde se abastece de agua a la cabecera municipal de Tumaco y las veredas aledañas, afectando no solamente a las comunidades que dependen de este,

sino que también genera un gran daño ambiental en el hábitat de múltiples especies, afectan el restablecimiento de las raíces de manglar y estropean la microbiota del suelo. Otro caso muy particular es la basura, en zonas como Tumaco y sus municipios aledaños, las personas tienen muy poca cultura ambiental, además la zona urbana es muy común las viviendas palafíticas que en la mayoría de los casos son habitadas por personas de escasos recursos y que no cuentan con servicio de alcantarillado, por lo que se ven obligados a arrojar todo sus desechos al mar, y en las zonas rurales lo hacen por medio de pozos sépticos o en muchos casos hacen disposición directa al mar o al río [103].

La contaminación por basura o vertimientos afecta significativamente el bienestar de estos ecosistemas, de modo que se vea comprometida la calidad de los servicios que estos proveen, convirtiéndose en una situación preocupante, especialmente para los habitantes que dependen de ellos.

4.2.2.1.4. Deforestación. En las zonas costeras es muy común talar árboles con fines maderables como realizar construcciones portuarias, urbanizaciones, obras públicas, para leña o para generar carbón [75]. Las especies más afectadas son el mangle rojo (*Rhizophora mangle*), el cual es más apetecido para la construcción de palafitos por su aguante y dureza ante la humedad. Por otro lado, el mangle negro (*Avicennia germinans*) por su físico grueso es usado en las zonas rurales como postes y para cercas. Esto genera un grave impacto al disminuir la cobertura de los bosques y por ende causando alteraciones al equilibrio hidrológico e impide que estos ecosistemas se regeneren de forma natural, además, se reduce la extensión de hábitat para múltiples especies, fragmentando el ecosistema y reduciendo la conectividad biológica [66].

4.2.2.1.5. Pérdida de Biodiversidad. La pérdida de biodiversidad es otro impacto grave al medio ambiente, esto debido a que los manglares son ecosistemas altamente ricos en tema de biodiversidad, ya que estos proporcionan hábitat para especies como peces, aves, moluscos y crustáceos y la degradación de estas zonas genera una reducción considerable en muchas de estas poblaciones [60].

En zonas del pacífico, zona donde la actividad principal además de la pesca es la extracción de piangua (*Anadara tuberculosa*), estudios confirman que la sobreexplotación ha generado una disminución en sus poblaciones alterando la cadena trófica de estos ecosistemas [90]. En zonas del Caribe como la Ciénaga grande de Santa Marta debido a la pérdida de cobertura boscosa, se ha disminuido las zonas de anidación para las aves migratorias, además, afectando también la

dinámica hidrológica. La pérdida de cobertura también afecta al desarrollo de los peces en etapas juveniles, lo que genera no solo un impacto ecológico, sino que también a la economía dado que en su mayoría son especies de gran valor comercial [54].

4.2.2.2. Cambio climático. En la actualidad, el cambio climático es una de las mayores amenazas para los manglares en Colombia. Según [19], para el año 2100 zonas tanto del Pacífico como del Caribe tendrán un aumento en el nivel del mar, de por lo menos 60cm, lo que podría causar inundaciones en las zonas de manglar aumentándose de este modo la salinidad para estas áreas y acelerando la erosión costera .

Los huracanes y tormentas son grandes amenazas del cambio climático, un ejemplo representativo es durante el año 2020, cuando los huracanes Iota y Eta destruyeron los manglares de San Andrés y Providencia, causando una aceleración en la erosión costera y la disminución del desarrollo de estos ecosistemas [73].

Por otro lado, la variación climática en eventos como el fenómeno del niño causa un gran impacto ambiental, ya que se mueren arboles adultos debido la disminución en las proporciones de agua dulce causando el aumento en la salinidad de lagunas costeras [68]. Todos estos fenómenos agrandan las problemáticas actuales, poniendo en riesgo la capacidad de prestar los servicios ecosistémicos cruciales de los manglares.

En este sentido, resulta relevante realizar un análisis de los impactos sociales, de manera que se logre comprender como la degradación de los manglares y los efectos del cambio climático inciden en las condiciones de vida de las comunidades costeras colombianas.

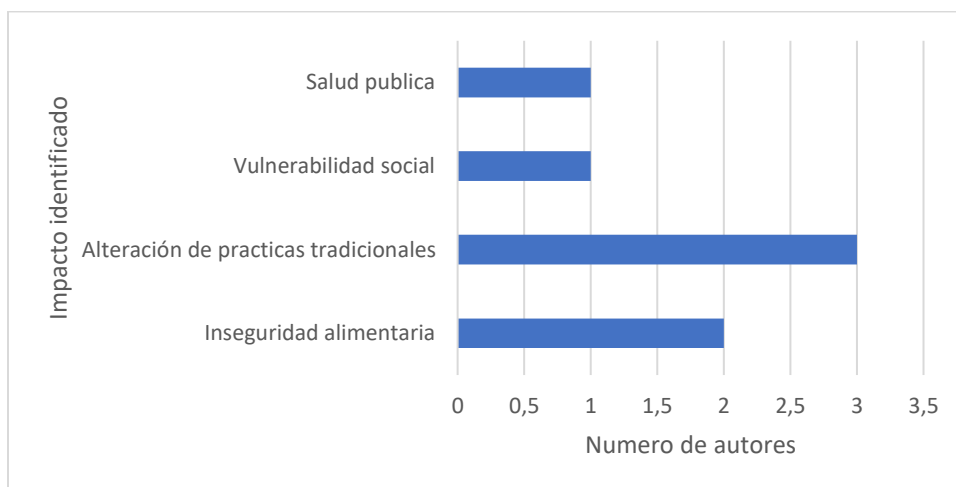
4.2.3. Impactos Sociales en las comunidades costeras colombianas.

En Colombia, los manglares además de cumplir funciones ambientales vitales están fuertemente ligados a las comunidades costeras, las cuales utilizan estos ecosistemas para su bienestar, identidad cultural, fuente de sustento y organización social. Pero factores como la sobreexplotación de recursos, la degradación del ecosistema y la pérdida de estos causan graves impactos sociales amenazando la calidad de vida de estas poblaciones, sus prácticas culturales, la seguridad alimentaria y las organizaciones comunitarias. Hay una gran variedad de impactos sociales y están relacionados con factores de origen antrópico como la contaminación, sobreexplotación de recursos, tala de cobertura boscosa, urbanización expansiva y fenómenos del

cambio climático [10]. Teniendo en cuenta la literatura analizada, se encontró que el siguiente número de autores representados en la figura 12 abordaron los impactos sociales en sus artículos:

Figura 12.

Identificación de impactos sociales.



Nota. Elaboración propia.

Al revisarse la literatura que aborda los impactos sociales, se evidencia que la alteración de las practicas tradicionales es uno de los temas más preocupante para los autores, esto debido a que al haber mayor pérdida de cobertura y fragmentación del hábitat, la disponibilidad de los recursos tienden a disminuir y asimismo las practicas tradicionales, como los son la extracción de moluscos y crustáceos, la pesca artesanal, la camaronicultura y el ecoturismo, generando una afectación directa a las comunidades que dependen de los servicios ecosistémicos de los manglares.

4.2.3.1. Inseguridad alimentaria. En el Pacífico y el Caribe colombiano los manglares representan una fuente vital de alimentos para las comunidades locales. Sin embargo, el uso sin control de estos ecosistemas y su degradación por efectos adversos han disminuido considerablemente su capacidad para provisionar sus recursos. En zonas del pacífico, específicamente en Nariño, la sobreexplotación de especies como la piangua (*Anadara tuberculosa*), el cangrejo barreño (*Gecarcinus ruricola*) y peces, han generado una preocupante disminución viéndose afectada directamente las comunidades que dependen de estos recursos para subsistir [90].

En zonas históricamente afectadas como la Ciénaga grande de Santa Marta, donde la principal fuente de alimentos, y subsistencia ha sido durante décadas la pesca artesanal, se ha visto en constante reducción debido a la mortandad de especies marinas por la contaminación excesiva y la hipersalinización, además de la gran pérdida de cobertura de manglar en distintas zonas del Caribe colombiano. Estos impactos vulneran la seguridad alimentaria, viéndose obligadas estas poblaciones a comprar alimentos importados que debido a sus altos costos se dificulta su acceso para familias de bajos recursos [68].

4.2.3.2. Alteración de prácticas tradicionales. Además de su gran importancia ecológica, los manglares también son espacios de identidad cultural y practicas tradicionales para las comunidades locales, y la constante degradación de estos ecosistemas durante décadas ha puesto en riesgo estas prácticas. En el Pacífico colombiano, la recolección de piangua ha sido históricamente liderada por mujeres afrodescendientes dejando un legado cultural para sus descendientes, dicha actividad está en constante reducción amenazando con la perdida de saberes ancestrales y organizaciones de mujeres dependientes de estos recursos. Además, la pesca artesanal sin control y poco conocimiento, causa reducción en las poblaciones de peces por la extracción de especies en etapas juveniles, afectando estas prácticas tradicionales y amenazando con la perdida de asociaciones de pescadores [54], [90].

Por otro lado, en el Caribe, debido a la alta tasa de deforestación y perdida de ecosistema, se ha visto una considerable disminución de casas palafíticas y de prácticas tradicionales de asociaciones pesqueras, esta problemática social ha sido causada por la escasa disponibilidad de madera. Además, los bosques de manglar son de gran importancia espiritual y de medicina ancestral para las comunidades locales, creencias que se han debilitado gracias a la perdida de cobertura y afectando el sentido de pertenencia de estos territorios [67].

4.2.3.3. Vulnerabilidad Social. Las comunidades costeras son vulnerables ante el deterioro de los manglares dado que se aumentó su exposición a fenómenos extremos del clima, obligando a estas poblaciones a desplazarse a zonas seguras y perdiendo su territorio. En zonas de la costa Caribe colombiana, según estudios, en la Guajira y el Atlántico familias enteras han sido forzadas a desplazarse y abandonar su territorio por el aumento del nivel del mar y la erosión de la costa. Por otro lado, en varias zonas del Pacífico, constantes inundaciones afectan a poblaciones que viven cerca al manglar, lo que en la mayoría de los casos genera pérdidas, se arriesga la vida de adultos y niños, y obligando a estos asentamientos a migrar hacia zonas urbanas [25].

4.2.3.4. Salud Publica. La degradación de los manglares, la contaminación por presiones antrópicas y la pérdida de sus servicios generan impactos negativos en la salud de las comunidades locales. En zonas donde se realizan actividades de minería como en el chocó han generado problemas en la salud pública por el consumo de alimentos marinos contaminados con metales pesados como el mercurio y el cadmio, causando afectaciones neurológicas e intoxicaciones. Por otro lado, la acumulación de basura en zonas de manglar contribuye a la proliferación de mosquitos y roedores, los cuales son portadores de enfermedades e infecciones que pueden ser transmitidas a las personas. También, la pérdida de cobertura boscosa la cual funciona como barrera natural ante el fuerte oleaje, los huracanes, las tormentas y la erosión costera incrementa la exposición frente a estos fenómenos, afectando la calidad de vida de estas comunidades y la seguridad social [104].

Otro impacto relevante sobre las comunidades costeras colombianas es el ámbito económico, ya que la reducción en la disponibilidad de los recursos no solo genera conflictos sociales, sino que también afecta la estabilidad económica de las poblaciones locales que dependen de estos sistemas para subsistir. Teniendo en cuenta la literatura analizada, se identificó la siguiente información:

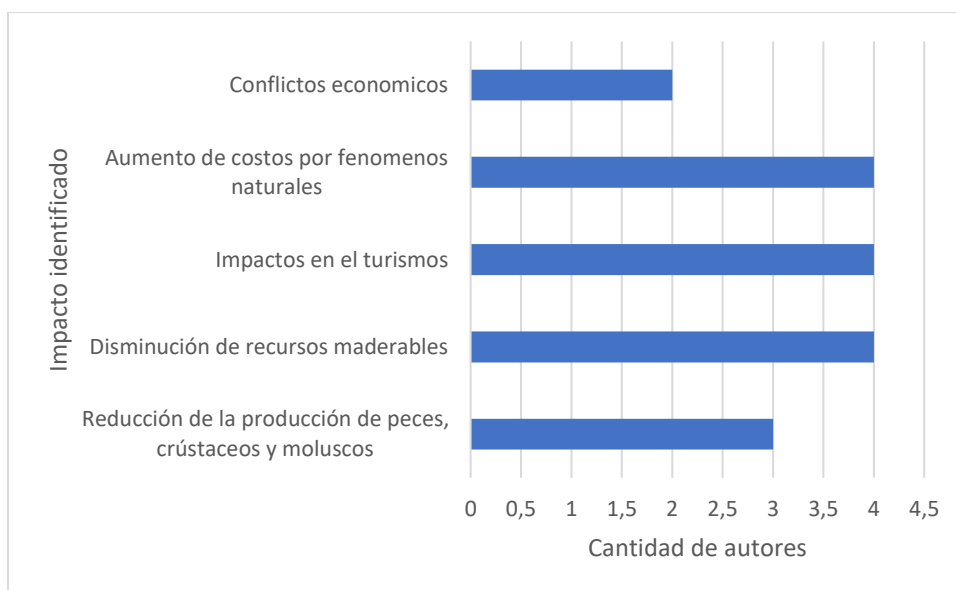
4.2.4. Impactos económicos en las zonas costeras colombianas.

Los manglares colombianos además de ser ecosistemas estratégicos gracias a los servicios ecosistémicos que estos proveen también son de gran importancia para el desarrollo económico de las comunidades que habitan cerca a estos y dependen de sus recursos para subsistir. Pero, los impactos ambientales negativos que estos han tenido durante años amenazan la economía no solo

de las comunidades locales, sino también de las regionales y nacionales, al estar en disminución actividades como el aprovechamiento maderero, la pesca, el turismo y la protección ante cambios extremos del clima, causando una reducción significativa en los ingresos de las familias que se dedican a este tipo de trabajos, aumentando la debilidad financiera en estas zonas costeras y dificultad para contribuir al desarrollo sostenible [10]. Con base a los resultados arrojados por la literatura recopilada se obtiene la siguiente figura 13, donde se muestra los impactos económicos identificados por los autores.

Figura 13.

Identificación de impactos económicos.



Nota. Elaboración propia.

Los resultados representados en la figura 13, demuestran que la disponibilidad de los recursos es el impacto más preocupante según los autores, cabe resaltar que al haber disminución en la cobertura vegetal de los manglares, también se reduce la disponibilidad de recursos, lo que conlleva a la pérdida significativa de ingresos económicos por falta de la materia prima, y además, obliga a las comunidades costeras a adquirir recursos industriales para satisfacer sus necesidades y de este modo aumentando los costos de inversión, lo cual genera crisis económica en las comunidades locales.

4.2.4.1. Reducción en la producción de peces, moluscos y crustáceos. Los manglares colombianos son hábitat de múltiples especies que son la fuente de abastecimiento de varias actividades productivas tanto en la costa Pacífica como en la costa Caribe, y la pérdida de estos ecosistemas trae consecuencias negativas para el desarrollo económico de estas poblaciones debido a la disminución en la disponibilidad de especies de gran valor en el comercio local [60].

En zonas del Caribe, como la Ciénaga Grande de Santa Marta, un caso muy representativo ya que ha sido la parte más afectada de esta región, la mortandad masiva de especies como sábalo, róbalo y mojarra han generado grandes pérdidas de hasta el 60% en la economía de los pescadores artesanales en las últimas dos décadas [54].

En el Pacífico, especialmente en Tumaco Nariño, debido a la reducción de cobertura boscosa y a la sobreexplotación, recursos como la Piangua, producto potencial como fuente de ingreso de muchos hogares, se ha disminuido su comercialización en mercados, causando un impacto económico en las comunidades que dependen de la disponibilidad de este producto [90].

4.2.4.2. Disminución en la disponibilidad de recursos maderables. Los manglares en Colombia han sido fuente vital de recursos, creando una dependencia para las comunidades costeras, en especial familias de bajos recursos que encuentran en este ecosistema servicios de fácil acceso y de poca inversión como la madera, plantas medicinales, carbón y leña, pero actualmente existe una serie de restricciones propuestas por las leyes ambientales para disminuir la sobreexplotación de estos recursos, limitando su disponibilidad y generando un impacto negativo en la economía de estas poblaciones [75].

En el Pacífico colombiano, en zonas del departamento de Nariño y Chocó, la tala de árboles para leña o para construir viviendas ha disminuido gracias al aumento de áreas protegidas, por lo que las personas se han visto obligadas a utilizar materiales industriales de gran valor para realizar construcciones, cuando antes podían obtenerlos de manera gratuita [23].

En la región Caribe, en la bahía de Cispatá (Córdoba), anteriormente había una alta producción de carbón vegetal, siendo esta actividad una fuente importante de ingresos para muchas familias y que debido a los controles ambientales esta actividad ha disminuido generando un impacto en la economía local [89].

La implementación de políticas públicas, limitando el acceso a estos recursos son muy importantes para la conservación de estos ecosistemas, pero también genera graves impactos

económicos para las poblaciones que no cuentan con otras alternativas de ingresos, causando vulnerabilidad en el bienestar de estas comunidades [64].

4.2.4.3. Impactos en el Turismo. El ecoturismo en los manglares se desarrolla por medio de actividades como avistamiento de aves, paseos en lanchas o botes y recorridos ecológicos culturales, pero la degradación de estos ecosistemas y la no planificación ha afectado el aprovechamiento de este beneficio [92].

En la Ciénaga Grande de Santa Marta, debido a la mortandad de especies y los altos niveles de contaminación se ha visto afectados proyectos de ecoturismo, causando una notable disminución en la llegada de visitantes, generando una gran disminución de los ingresos de los guías turísticos de esta zona [93].

Otro lugar afectado es San Andrés y Providencia, donde el aumento de zona hotelera ha contribuido a la disminución de los manglares, quedando el ecoturismo en el olvido al ser priorizado el turismo de playa y sol, destruyendo el ecosistema y en lugar de darle un aprovechamiento más sostenible, causando un conflicto entre estas dos actividades y afectando los ingresos de guías ecoturísticos [94].

En el Pacífico colombiano, como Tumaco y Guapi, debido a la inseguridad y el conflicto armado no ha sido posible consolidar iniciativas de ecoturismo, dificultando la implementación de dicha actividad como una fuente de ingresos para estas comunidades [95].

El turismo es una actividad de buen potencial en las zonas costeras y la pérdida de los manglares además de causar un gran daño ecológico, generan impactos negativos en la economía local debido a la disminución de opciones de empleo en estos sitios turísticos.

4.2.4.4. Aumento de costos por fenómenos Naturales. Los manglares funcionan como barrera natural ante cambios extremos del clima como tsunamis, tormentas, huracanes y evitan la erosión costera, facilitando asentamientos urbanos en terrenos de bajo costo y disminuyendo posibles costos de reparación por daños a construcciones que pueden causar este tipo de fenómenos y elude la implementación de alternativas artificiales para la protección costera [64].

Por ejemplo, en el Atlántico y la Guajira debido a la alta tasa de degradación de estos ecosistemas, se han aumentado los costos de inversión en obras como rellenos o muros de contención para evitar ser afectados por los aumentos del nivel del mar [25].

En el Pacífico, varios municipios de Nariño han implementado obras de mitigación como sacos llenos de arena, que rodean los pueblos para mitigar el fuerte oleaje [51].

En San Andrés Islas, durante el año 2020 con el golpe del huracán Iota y Eta, hubo daños económicos de hasta más de 1.4 billones, costos que pudieron haber sido menores si la cobertura de manglar no estuviera tan escasa, aumentando la vulnerabilidad de esta zona frente a futuros fenómenos climáticos por la falta de barreras naturales como los arrecifes y manglares [73].

4.2.4.5. Desigualdad y conflictos económicos por el acceso a recursos. Los impactos ambientales en los manglares han generado una disputa entre las comunidades locales y las empresas privadas por la desigualdad en el acceso a estos recursos y desequilibrio económico.

En el Pacífico, especialmente en Tumaco, la expansión de cultivos de palma africana ha beneficiado a grandes empresas privadas, generando pérdida de territorios para las comunidades locales y la disminución de fuentes de ingresos tradicionales [96].

En la Ciénaga Grande de Santa Marta, la implementación de nuevas infraestructuras e industrias han privatizado grandes zonas de manglar, reduciendo la disponibilidad de estos recursos para los pescadores artesanales y causando fuertes impactos en sus ingresos [53].

4.2.5. Análisis de resultados

Los manglares colombianos poseen gran cantidad de servicios ecosistémicos que además de cumplir funciones ecológicas vitales, están ligados a términos sociales y económicos que benefician a las comunidades que habitan cerca a estos. Sin embargo, durante décadas han sido afectados por múltiples factores de origen natural y antrópicos, provocando la reducción en su cobertura y una disminución significativa en sus servicios, lo que ha generado grandes afectaciones al hábitat de muchas especies y por ende, limitando el acceso a recursos que contribuyen a la seguridad alimentaria y al desarrollo de la economía local por medio de actividades productivas como la pesca artesanal, además, la pérdida de estos bosques aumenta la vulnerabilidad social, dado que hay disminución en las barreras naturales que protegen a estas poblaciones de fenómenos climáticos como aumentos del mar, fuerte oleaje, huracanes, tormentas y tsunamis.

4.3. Resultados Fase III

La literatura expone que la importancia de formular estrategias de conservación en manglares radica en generar garantías para la protección y sostenibilidad de estos ecosistemas, especialmente por su fragilidad y relevancia como ecosistemas estratégicos. Estas estrategias contribuyen a la orientación de acciones planificadas que garantizan el uso sostenible de los recursos naturales, de modo que se disminuya explotación excesiva y la degradación de sus servicios ecosistémicos que aseguran el bienestar humano y sostienen la biodiversidad [105].

En Colombia, los manglares son de vital importancia debido a que funcionan como barrera natural frente a fenómenos naturales, almacenan grandes cantidades de carbono azul y proveen recursos forestales y pesqueros para las comunidades costeras. Al no haber estrategias de conservación, la disponibilidad de estos servicios se encuentra vulnerable a presiones antrópicas y por el cambio climático [106].

Por otro lado, la formulación de estrategias de conservación es vital para la gestión de los recursos facilitando la vinculación entre instituciones académicas, comunidades locales, instituciones gubernamentales y el sector privado. De este modo, se promueve la participación social, la responsabilidad en la conservación de estos ecosistemas y los conocimientos tradicionales [106].

Teniendo en cuenta el panorama del estado actual de los manglares en Colombia y los impactos de origen antrópico y natural que estos ecosistemas han tenido durante décadas, surge la necesidad de formular estrategias de conservación que integre las dimensiones ambientales, sociales y económicas, teniendo como ejemplo métodos con un alto nivel de efectividad implementados en otras zonas del país, y que teniendo en cuenta las condiciones geográficas de Colombia puedan ser implementadas en las áreas de mayor afectación de la regiones Pacífica y Caribe. De modo que, para el desarrollo de esta fase, se realizó una búsqueda documental basada en las estrategias de conservación efectivas a nivel global y obteniendo los siguientes resultados.

4.3.1. Resultados de la búsqueda sistemática sobre estrategias de conservación

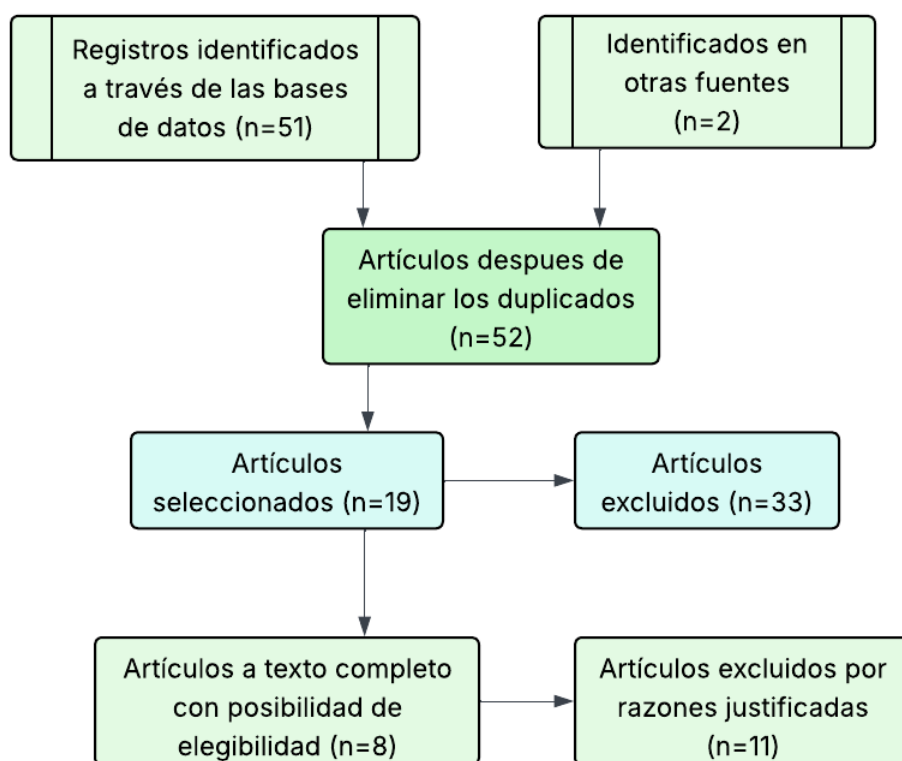
Como resultado de la aplicación de la ecuación de búsqueda en las bases de datos Scielo, Science Direct, EBSCO y Google Scholar, para el desarrollo de la Fase 3, se tuvo como producto un total de 53 artículos académicos los cuales conformaron la parte inicial de la unidad de análisis.

La información de estos documentos está enfocada en métodos para la formulación de estrategias de conservación de manglares y la implementación en estudios a nivel nacional e internacional.

Pero luego de aplicar los criterios de inclusión y exclusión, y aplicar los filtros para extraer la información de mayor relevancia, la unidad de análisis se conformó por 8 artículos académicos que describen la importancia de las estrategias de conservación y sirvieron de apoyo para la formulación de una estrategia y el desarrollo de esta fase tal y como se muestra en la figura 14.

Figura 14.

Resultados de la búsqueda sistemática sobre estrategias de conservación



Nota. Elaboración propia.

La figura 14 muestra que la literatura enfocada en estrategias de conservación es escasa, lo que puede estar relacionado con la poca investigación enfocada en este tema, cabe resaltar, que durante la búsqueda sistemática los resultados arrojaron un mayor número de documentos con investigación sobre estrategias de restauración, por tal motivo, se puede concluir que la restauración hace parte de las estrategias de conservación.

4.3.2. Análisis de Resultados

Para la formulación de una estrategia de conservación de manglares se tuvo en cuenta la literatura recopilada, esta se enfocó en la importancia de la implementación de estrategias de conservación, estrategias implementadas a nivel global con resultados efectivos y las variables a tener en cuenta para la formulación de una estrategia de conservación. En este sentido, la tabla 10 presenta la literatura relevante sobre implementación de estrategias de conservación nivel nacional e internacional.

Tabla 10.

Estrategias de conservación implementadas a nivel nacional e internacional.

Artículo	Descripción	Cita
Estrategia de propagación del mangle piñuelo (<i>Pelliciera rhizophorae</i>), sector Uleam, Rio Mache, Ecuador.	• Proliferación del mangle piñuelo (<i>Pelliciera rhizophorae</i>) • Recolección de semillas y uso de lodos • Siembra directa y vivero natural • Mayor crecimiento a la sombra que al sol • Supervivencia del 95%.	[107]
Eficacia de la gestión comunitaria de manglares para la conservación de la biodiversidad: Un estudio de caso de Java central, Indonesia.	• Estrategia de gestión comunitaria. • Financiamiento y mantenimiento a largo plazo. • Uso de varias especies de manglares • Efectividad del 95% • Uso de varias especies de mangle.	[108]
Restauración de manglares en Colombia: Tendencias y lecciones aprendidas	• Restauración basada en la comunidad. • Éxito de restauración hidrológica del 15%. • Cobertura recuperada del 69% en la Ciénaga Grande de Santa Marta. • Costo estimado de 4.115 USD por hectárea recuperada.	[109]
Spectral analysis for monitoring mangrove restoration: A case study in the Vietnamese Southern Coastline	• Región costera Sur de Vietnam • Teledetección multi espectral, regresión espacial, series temporales de NDVI. • Restauración del 51.5% de manglares entre 1988 y 2023. • Pérdidas de 48.5% en el mismo periodo. • Recuperación del 77.8% de la cobertura total entre 2018 y 2023.	[110]

Estrategia de preservación de semillas nativas de nato, roble y mangle blanco.	• Municipio de Olaya Herrera, Nariño. • Educación ambiental basado en la pedagogía del árbol. • Reconocimiento de los impactos generados por la deforestación. • Promoción de la protección ambiental desde el entorno educativo.
--	--

[9]

Nota. Elaboración propia.

En el país de Ecuador, sector Uleam Rio Mache, [107] realizó una estrategia de conservación basada en la proliferación de Mangle Piñuelo (*Pelliciera rhizophorae*). Los sectores de Siberia y Guillermo fueron escogidos para recolectar semillas germinadas, además de lodos del sector de Uleam. Se realizó un proceso de vivero natural y siembra directa de la cual se pudo evidenciar una efectividad de supervivencia del 95%, viéndose favorecido su crecimiento especialmente en zonas sombreadas, que es mucho mayor comparada con las expuestas al sol, donde se pudo evidenciar un crecimiento reducido; adicional, se realizaron otras estrategias aplicadas como la poda controlada, uso de lodos y zonas con accesos de la marea [107].

Por otro lado, una estrategia de conservación en Colombia demuestra que la efectividad de estos proyectos depende de la técnica de restauración aplicadas y el tipo de restauración, y no de las características del ecosistema. Los resultados de la literatura muestran que el trabajo comunitario y la restauración hidrológica han sido bastante exitosas en el caso de la recuperación del ecosistema, siendo el caso más representativo el de la Ciénaga Grande de Santa Marta como el mayor programa de restauración de bosques de manglar en América Latina, mostrando resultados altamente exitosos, pero con grandes retos debido a los costos de implementación de programas y a los beneficios a futuro, viéndose importante la generación de conocimientos socioecológicos para una mejor nivel de preservación y manejo sostenible por parte de las comunidades [109].

En Olaya Herrera, Nariño, Colombia, se realizó un proyecto pedagógico para fomentar la educación ambiental en estudiantes de primaria a través de procesos de reforestación del bosque nativo, llamado Preservación de semillas nativas de nato, roble y mangle blanco. La metodología fue de tipo cualitativa e investigación en conjunto con la comunidad educativa, donde se identificaron impactos como la deforestación, la agricultura y causas naturales. Obteniendo como resultado, un diseño de estrategia educativa basada en la “pedagogía del árbol”, donde se logró

que los estudiantes entendieran la gravedad de los impactos generados por la deforestación, que reconocieran las especies nativa y fortaleciendo la protección de los ecosistemas desde la escolaridad [9].

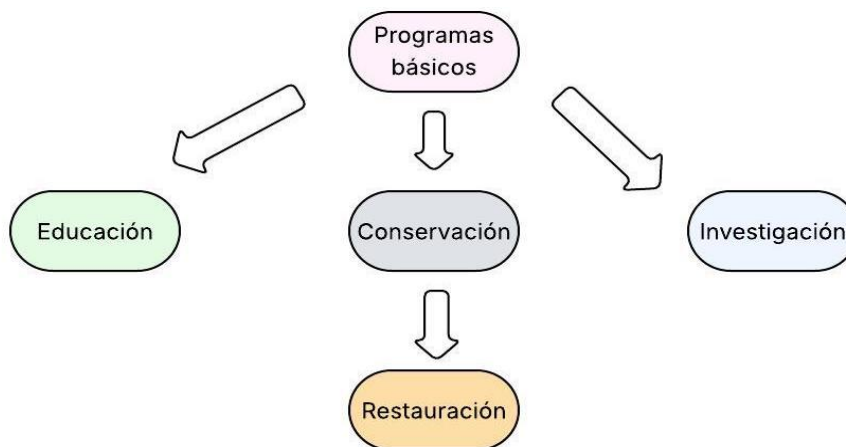
En Indonesia, los programas de gestión comunitaria han sido de gran relevancia para la rehabilitación de los manglares, esto con el propósito de restaurar servicios ecosistémicos vitales como la conservación de la biodiversidad, la protección de la costa y la provisión de alimentos. Entre los resultados, se pudo evidenciar que las estrategias han tenido niveles diferentes de efectividad, y que la más exitosa fue en la aldea Bedono, alcanzando una mayor densidad en la vegetación, diversidad de especies y mayor biodiversidad comparado con otras aldeas. Esta efectividad se atribuye a que hubo una mayor financiación y compromiso en el monitoreo de la zona de estudio con la realización de actividades en articulación con las comunidades costeras [108].

Un estudio realizado en vietnam, sobre la región sur, mostro una variabilidad en el éxito de estrategias de restauración de manglares, evidenciando una regeneración de cobertura perdida del 51.5%, pero también hubo una pérdida de 48.5%, especialmente atribuido a cambios en los suelos. Sin embargo, durante el periodo de 2018 y 2023 se logró realizar avances significativos, mostrando un resultado de 77.8% en la recuperación de la cobertura total. Los análisis muestran que, aunque hay un aumento en la recuperación de la cobertura, aún existen zonas que están siendo afectadas por presiones humanas. En este estudio se demostró que el uso de teledetección multiespectral y regresión espacial son una herramienta de gran eficacia para la planificación de proyectos de restauración en zonas afectadas, el monitoreo constante, generando aporte para programas de conservación con enfoque científico [110].

Un estudio realizado por Rodríguez Crespo [6], compara diferentes metodologías para la formulación de estrategias de conservación de manglares, confirmando un alto nivel de satisfacción en proyectos ya implementados por varios autores a partir de la siguiente metodología. En este sentido se obtiene el esquema presentado en la Figura 15, como una estrategia de conservación de manglar a partir de tres programas básicos.

Figura 15.

Estrategia de conservación a partir de tres programas básicos.



Nota. Adaptado de [6].

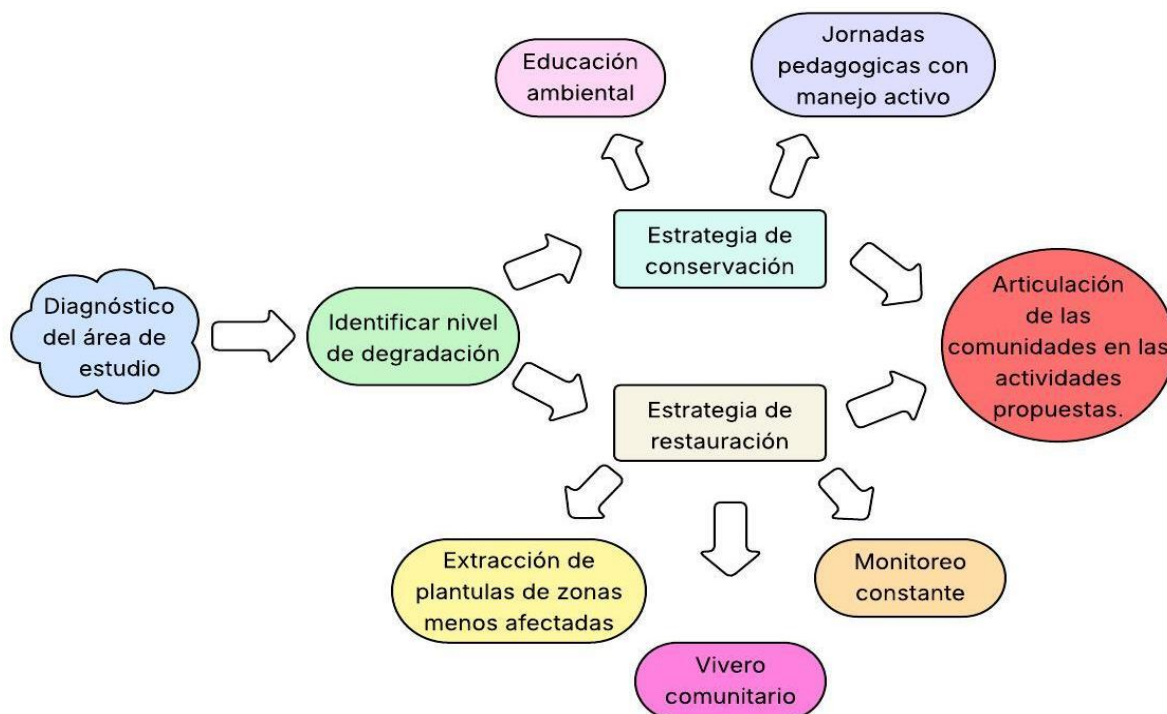
De acuerdo con lo anterior, Rodríguez Crespo et.al [6] propone como parte de la estrategia de conservación realizar jornadas de educación ambiental para las comunidades locales, de modo que se genere conciencia y facilite la toma de decisiones para el manejo de los recursos. En segundo lugar, la realización de programas para el manejo de los recursos naturales y su conservación por medio de actividades de manejo activo. Subprogramas de manejo de recursos donde se exponga las leyes y normativas ambientales. Y por último realizar investigaciones y monitoreos con incidencia directa en la conservación y manejo de los recursos.

4.3.3. Formulación de la estrategia de conservación.

Las estrategias de conservación son un método vital para el cuidado de los manglares en Colombia, por tal motivo se realizó una investigación que exponga casos de estrategias de conservación aplicadas en varios lugares del mundo con alta efectividad, teniendo en cuenta los resultados arrojados por la literatura analizada, la estrategia de conservación de manglares está conformada de la siguiente manera (ver figura 16):

Figura 16.

Formulación de la estrategia de conservación.



Nota. Elaboración propia.

Basados en los resultados obtenidos en la fase 1 y en la fase 2, se logra identificar que los factores que influyen en el grado de afectación de los manglares están compuestos por las siguientes variables y su nivel de importancia:

- Pérdida de cobertura = 30%
- Disminución en la biodiversidad = 25%
- Alteración del ciclo hidrológico = 20%
- Limitación de los servicios ecosistémicos = 10%
- Disminución de ingresos = 8%
- Vulnerabilidad social = 7%

Teniendo en cuenta esta información, se plantea un sistema para definir si el proceso necesario a aplicar según sea el caso es de conservación, de restauración o únicamente de educación ambiental. Donde la ecuación 1 determina la metodología a implementar.

Ecuación 1.

Índice de grado de afectación del manglar.

$$IGAM = [(0.30C) + (0.25B) + (0.20H) + (0.10R) + (0.08I) + (0.07S)] * 100$$

Donde:

C = Pérdida de cobertura

B = Disminución en la Biodiversidad

H = Alteración en el ciclo hidrológico

R = Limitación de servicios ecosistémicos

I = Disminución de Ingresos

S = Vulnerabilidad social

Teniendo en cuenta la literatura analizada, se tiene como resultado que la restauración hace parte de los procesos de conservación de los manglares, dichas prácticas se deben aplicar según el grado de afectación del área de estudio. Por lo tanto, la estrategia de conservación está constituida de la siguiente manera según su porcentaje (tabla 11):

4.3.3.1. Nivel porcentual para determinar el proceso a implementar.

Tabla 11.

Estrategias de conservación según el porcentaje de afectación.

Porcentaje de afectación	Actividades	Escenario probable
0% - 30%	• Educación ambiental. • Articulación de comunidades en las actividades planteadas. • Estrategias de uso sostenible de recursos. • Monitoreo de la zona de estudio.	Educación ambiental
31% - 50%	• Educación ambiental. • Articulación de comunidades en las actividades planteadas. • Estrategias de uso sostenible de recursos. • Resiembra de plántulas extraídas de las zonas más conservadas del manglar. • Monitoreo de la zona de estudio.	Educación ambiental + conservación
51% - 100%	• Educación ambiental. • Articulación de comunidades en las actividades planteadas. • Estrategias de uso sostenible de recursos.	Educación ambiental + restauración

-
- | | |
|--|-------------------|
| <ul style="list-style-type: none">• Resiembra de plántulas extraídas de las zonas más conservadas del manglar.• Implementación de viveros comunitarios con semillas extraídas de zonas menos afectadas.• Uso de barro extraído de la zona de estudio.• Jornadas de resiembra de las plántulas del vivero cuando alcancen una altura adecuada para sobrevivir a las condiciones del manglar.• Limitación temporal de extracción de los recursos.• Compromiso y monitoreo constante por parte de la comunidad y entidades involucradas.• En caso de violar el compromiso de no extraer recursos de esta zona, aplicar castigos ejemplares. | +
conservación |
|--|-------------------|
-

Nota: Elaboración propia.

Capítulo 5: Conclusiones y Recomendaciones

5.1. Conclusiones

Se realizó el diagnóstico actual de los manglares donde se pudo evidenciar que estos ecosistemas en Colombia son altamente vulnerables tanto en el aspecto ambiental, como en el económico y social, generada principalmente por variables como la pérdida de cobertura vegetal, la sobreexplotación de recursos, la contaminación y los efectos del cambio climático. Aunque se han implementado múltiples programas de conservación y restauración, la literatura recopilada expone que estos esfuerzos no han sido suficientes y que necesitan de una mayor participación entre las comunidades costeras, entidades gubernamentales e instituciones.

La identificación de los impactos ambientales, sociales y económicos generados sobre los manglares colombianos y sus comunidades costeras evidencia que estos ecosistemas actualmente están siendo gravemente afectados por variables como la pérdida de la cobertura, contaminación por actividades humanas, la explotación extensiva de los recursos y alteraciones al ciclo hidrológico, las cuales generan pérdidas en la disponibilidad de los recursos, causan impactos directos en las comunidades que dependen de estos servicios para subsistir y obtener ingresos aumentando la vulnerabilidad social y la inseguridad alimentaria. De este modo, se puede concluir que los manglares se encuentran en estado crítico debido a presiones antrópicas y los efectos del cambio climático, evidenciando la necesidad urgente de implementar estrategias de conservación y programas de restauración que integren las dimensiones ambientales, sociales y económico que garanticen la sostenibilidad de estos ecosistemas.

La formulación de una estrategia de conservación resulta fundamental para garantizar la sostenibilidad de los manglares, la aplicación de estas resulta vital para la recuperación de áreas degradadas fortalecer los servicios ecosistémicos y mitigar los impactos del cambio climático. La integración de estudios realizados los cuales abordan este tema resulta relevante para la formulación de nuevas estrategias, tomando como ejemplo proyectos altamente efectivos. Finalmente, se destaca que los manglares siguen provisionando sus servicios ecosistémicos como lo son la regulación del clima, la protección costera y disponibilidad de recursos, de modo que resulta importante la implementación de programas de restauración, aumento en las políticas de manejo

sostenible y estrategias de conservación que contrarresten los retos de las actividades antrópicas y el cambio climático.

5.2. Recomendaciones

Mediante la búsqueda documental realizada se logró evidenciar que los estudios en su mayoría están enfocados al diagnóstico del estado de los manglares y a procesos de restauración, demostrando que existe poca literatura sobre estrategias de conservación. Por tal motivo, se recomienda promover investigaciones interdisciplinarias que agrupen las dimensiones ambiental, social y económico; reforzar bases de datos nacionales que reúnan la información dispersa; y documentar proyectos aplicados de conservación de manglares con apoyo comunitario dado que han demostrado ser de mayor efectividad.

Adicionalmente, es necesario fortalecer el estudio de información local aplicando procesos de monitoreo ambiental y social que complementen y ayuden a validar la información bibliográfica del presente trabajo. También se recomienda la promoción en la articulación entre las comunidades costeras, instituciones ambientales y academias, creando un conjunto de saberes tradicionales y conocimientos científicos en las estrategias de conservación y restauración, garantizando el empoderamiento de estas comunidades en la gestión de los recursos naturales. Promover la cooperación entre entidades públicas y las regiones es crucial, ya que muchas de las variables que afectan a los manglares responden a dinámicas globales como el cambio climático y la comercialización de recursos. Asimismo, se recomienda integrar la sostenibilidad en los planes de ordenamiento territorial, de modo que la extracción de los recursos y otras intervenciones se realicen de manera racional protegiendo a los manglares y reconociendo estos espacios como pilar fundamental en el desarrollo de la comunidad.

Por lo tanto, se recomienda promover proyectos de sensibilización y educación ambiental en las comunidades costeras, fomentando la importancia de los manglares en cuanto a sus servicios ecosistémicos y su función frente a los fenómenos del cambio climático. También, se haya necesario la promoción de planes de restauración y apoyo participativo que contribuyan al impulso de actividades responsables y alternativas económicas sostenible. Del mismo modo, se recomienda el desarrollo de proyectos de seguimiento que permitan evaluar regularmente el estado de conservación de los manglares y los impactos generados sobre estos ecosistemas. Adicionalmente,

la ejecución de tecnologías como sistemas de información geográfica o la teledetección ayudara al reconocimiento de zonas críticas y la priorización de proyectos de restauración. Finalmente, se encuentra necesario reforzar las políticas públicas, ampliando la investigación interdisciplinaria que agrupe el ámbito ecológico, social y económico, de modo que se generen escenarios de riesgos más completos y estrategias de adaptación más efectivas.

Referencias Bibliográficas

- [1] M. A. Perea-Ardila y P. J. Murillo-Sandoval, «Comparación de índices de vegetación basados en imágenes satelitales para la identificación de bosques de manglar en Colombia», *Madera Bosques*, vol. 30, n.º 4, pp. 1-18, 2024, doi: 10.21829/myb.2024.3042600.
- [2] S. Chacón Abarca, M. C. Serrano, H. J. Bolívar-Anillo, D. A. Villate Daza, H. Sánchez Moreno, y G. Anfuso, «Bosques de manglar del Caribe Norte Colombiano: Análisis, evolución y herramientas de gestión», *Rev. Latinoam. Recur. Nat.*, vol. 16, n.º 1, pp. 31-54, abr. 2020.
- [3] J. J. Ruiz-Roldán, J. F. Blanco-Libreros, y S. R. López-Rodríguez, «Mapeo de manglares utilizando cómputo en la nube y un índice espectral específico para apoyar acciones de manejo: un caso del Caribe Colombiano semiárido», *Ecosistemas*, vol. 32, n.º 3, Art. n.º 3, dic. 2023, doi: 10.7818/ECOS.2599.
- [4] J. C. Herrera Carmona, J. Prüssmann Uribe, M. Abud Hoyos, y L. A. Zapata Padilla, «Vista de Análisis de vulnerabilidad y riesgo climático del socioecosistema de manglar en Colombia | Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras», *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, vol. 53, n.º 2, p. 30, 2024.
- [5] I. Cerón Souza, C. Puerta Piñero, y J. A. Blanco, «Manglares de las Américas», *Ecosistemas*, vol. 32, n.º 3, p. 2682, dic. 2023, doi: 10.7818/ECOS.2682.
- [6] G. de la C. Rodríguez Crespo y O. Domínguez Junco, «Servicios ecosistémicos en manglares: beneficios a: resiliencia del ecosistema ante cambios climáticos, la comunidad y su desarrollo local», *Rev. Transdisciplinaria Estud. Soc. Tecnológicos*, vol. 2, n.º 2, Art. n.º 2, may 2022, doi: 10.58594/rtest.v2i2.40.
- [7] C. L. Dávila Chugá, «Implicaciones socioeconómicas en los servicios ecosistémicos de los bosques de manglar en las costas Pacífico y Caribe de Honduras», Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana, 2021. Accedido: 6 de agosto de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/7176>
- [8] H. J. Bolívar-Anillo *et al.*, «Natural Processes and Human Actuations: Impacts on Mangrove Forests of South America», *Rev. COSTAS*, pp. 211-232, 2020, doi: 10.26359/costas.1802.
- [9] E. Cundumi Colorado, E. F. Minota, y E. Y. Useda Sánchez, «Pedagogía ambiental: Restauración del bosque nativo y conservación de semillas de nato, roble y mangle blanco en Olaya Herrera-Nariño. Colombia», *Emerg. - Rev. Científica*, vol. 5, n.º 1, Art. n.º 1, feb. 2025, doi: 10.60112/erc.v5.i1.329.
- [10] S. Vargas-Domínguez *et al.*, «Quantifying Colombian blue carbon sinks from coastal mangroves», *Rev. Acad. Colomb. Cienc. Exactas Físicas Nat.*, ago. 2024, doi: 10.18257/raccefyn.2585.
- [11] T. Hendarto y E. D. Yuniwati, «Ecosystem services-based mangrove forest with management model strategies, sustainability of coastal natural resources», *Braz. J. Biol.*, vol. 84, p. e280083, 2024, doi: 10.1590/1519-6984.280083.

- [12] A. C. Damasceno Souza y L. Pinheiro, «The Influence of Environmental Variables on the Distribution of Mangroves in Northeast Brazil», *Soc. Nat.*, vol. 37, ene. 2025, doi: 10.14393/SN-v37-2025-72756x.
- [13] J. E. Fuentes Delgado, C. F. Mina-Cartagena, y R. Johnston-González, «Mapping of mudflats with UAV images in La Bocana de Iscuandé, Colombian Pacific coast: Mapeo de planos lodosos con imágenes UAV en La Bocana de Iscuandé, costa Pacífica colombiana», *Bol. Investig. Mar. Costeras*, vol. 51, n.º 2, pp. 49-62, oct. 2022, doi: 10.25268/bimc.invemar.2022.51.2.1161.
- [14] M. Carvajal-Oses, Á. Herrera-Ulloa, B. Valdés-Rodríguez, y R. Campos-Rodríguez, «Manglares y sus Servicios Ecosistémicos: hacia un Desarrollo Sostenible», *Gest. Ambiente*, vol. 22, n.º 2, pp. 277-290, jul. 2020, doi: 10.15446/ga.v22n2.80639.
- [15] C. Beitzl *et al.*, «Cambios Socio-ambientales, Alimentación y Sustento en una Comunidad Rural del Manglar», *INVESTIGATIO*, n.º 13, pp. 89-102, mar. 2020, doi: 10.31095/investigatio.2020.13.9.
- [16] J. Castaño Isaza, R. Newball, B. Roach, y W. Y. Lau Winnie, «Valuing beaches to develop payment for ecosystem services schemes in Colombia's Seaflower marine protected area», *Ecosyst. Serv.*, vol. 11, pp. 22-31, feb. 2015, doi: 10.1016/j.ecoser.2014.10.003.
- [17] L. García-Barrios y M. González-Espinosa, «Investigación ecológica participativa como apoyo de procesos de manejo y restauración forestal, agroforestal y silvopastoril en territorios campesinos. Experiencias recientes y retos en la sierra Madre de Chiapas, México», vol. 88, 2017, Accedido: 3 de junio de 2025. [En línea]. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1870-34532017000500129&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- [18] J. da M. Bustamante, R. Prate Coelho, y M. J. Cremer, «Environmental perception of ecosystem services and degrading impacts to the mangrove by the urban population, Babitonga Bay-Brazil», *Ambiente Soc.*, vol. 27, p. 52, 2024, doi: <https://doi.org/10.1590/1809-4422asoc00501vu27L3OA>.
- [19] D. H. Narváez, A. V. Cabrera, y P. C. Sierra-Correa, «El cambio climático y los impactos socioeconómicos sobre la zona costera e insular colombiana», vol. 48, n.º 2, p. 33, 2020, doi: 10.25268/bimc.invemar.2019.48.2.764.
- [20] D. F. Estupiñán Perea, «Análisis de la importancia de los manglares para el sostenimiento de los medios de vida de las comunidades del área urbana en el municipio de Mosquera ante los efectos del cambio climático», Tesis de Maestría, Universidad Católica de Manizales, 2022. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.ucm.edu.co/entities/publication/d6044f35-f6c9-4cbe-b82c-dc277aa85f1e>
- [21] O. Garcés-Ordóñez, M. Ríos-Mármol, L.-J. Vivas-Aguas, L. F. Espinosa-Díaz, D. Romero-D'Achiardi, y M. Canals, «Degradation factors and their environmental impacts on the mangrove ecosystem of the Mallorquin Lagoon, Colombian Caribbean», *Wetlands*, vol. 43, n.º 7, p. 85, sep. 2023, doi: 10.1007/s13157-023-01731-1.

- [22] J. M. Moreno Rodríguez, «Adaptación frente a los riesgos del cambio climático en los países iberoamericanos- Informe Rioccadapt», McGraw-Hill España, Madrid, 2020.
- [23] V. E. Mosquera Mena, J. J. Torres Torres, y J. C. Asprilla Ruiz, «Estructura florística y carbono almacenado en la biomasa de tres ecosistemas estratégicos del pacífico colombiano», *Revista Cubana de Ciencias Forestales*, vol. 10, n.º 1, p. 16, 2022.
- [24] A. Murgas, «Los desafíos de los huracanes y la basura marina en islas. Estudio del huracán Iota en Providencia y Santa Catalina», Tesis de Maestría, Universidad de la Costa-CUC, Providencia y Santa Catalina, 2023. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.cuc.edu.co/entities/publication/b668c4bb-63b0-4237-8585-f711fe745d3c>
- [25] C. L. Lacambra *et al.*, «Coastal ecosystems contribution to climate adaptation and disasters risk management in the tropical Americas», *Nat.-Based Solut.*, vol. 5, p. 100112, jun. 2024, doi: 10.1016/j.nbsj.2024.100112.
- [26] C. Cortés-Gómez, A. Cervantes-Martínez, y A. M. Arce-Ibarra, «Valoración sociocultural de los servicios ecosistémicos de la zona costera del Caribe mexicano», *Econ. Soc. Territ.*, pp. 961-990, sep. 2023, doi: 10.22136/est20231956.
- [27] «Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas». Accedido: 21 de agosto de 2025. [En línea]. Disponible en: https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/current_convention_s.pdf
- [28] «Convenio sobre la Diversidad Biológica». Accedido: 21 de agosto de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.cbd.int/undb/media/factsheets/undb-factsheets-es-web.pdf>
- [29] Naciones Unidas, «Objetivos de Desarrollo Sostenible - Impacto Académico», United Nations. Accedido: 21 de agosto de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.un.org/es/impacto-acad%C3%A9mico/page/objetivos-de-desarrollo-sostenible>
- [30] Naciones Unidas, *Convención marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático*. 1992, pp. 1-27. Accedido: 21 de agosto de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf>
- [31] Asamblea Nacional Constituyente, *Constitución Política de Colombia 1991*. 1991, pp. 1-108. Accedido: 21 de agosto de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://pdba.georgetown.edu/Constitutions/Colombia/colombia91.pdf>
- [32] Congreso de Colombia, *Ley 99 de 1993. Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones*. 1993. [En línea]. Disponible en: https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma_pdf.php?i=297
- [33] Congreso de Colombia, *Ley 165 de 1994. Por medio de la cual se aprueba el «Convenio sobre la Diversidad Biológica», hecho en Río de Janeiro el 5 de junio de 1992*. 1994, pp. 1-28. Accedido: 21 de agosto de 2025. [En línea]. Disponible en: https://compilacionmsf.ica.gov.co:4443/compilacion/docs/pdf/ley_0165_1994.pdf
- [34] Congreso de Colombia, *Ley 357 de 1997. Por medio de la cual se aprueba la «Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves*

- Acuáticas*», suscrita en Ramsar el dos (2) de febrero de mil novecientos setenta y uno (1971). 1997, pp. 1-7. Accedido: 21 de agosto de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=344>
- [35] Congreso de Colombia, *Ley-1450-de-2011*. “Por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo, 2010-2014.” 2011, pp. 1-86. Accedido: 21 de agosto de 2025.
- [36] Congreso de Colombia, *Ley 1930 de 2018*. Por medio de la cual se dictan disposiciones para la gestión integral de los páramos en Colombia. 2018.
- [37] Presidente de la República de Colombia, *Decreto 2811 de 1974*. Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. 1974.
- [38] Presidente de la República de Colombia, *Decreto 622 de 1977*. Por el cual se reglamentan parcialmente el capítulo V, título II, parte XIII, libro II del Decreto- Ley número 2811 de 1974 sobre «sistema de parques nacionales»; la Ley 23 de 1973 y la Ley 2 de 1959. 1977.
- [39] Presidente de la República, *Decreto 1541 de 1978*. Por el cual se reglamenta la Parte III del Libro II del Decreto-Ley 2811 de 1974: «De las aguas no marítimas» y parcialmente la Ley 23 de 1973. 1978.
- [40] Ministerio del Medio Ambiente, *Resolución 1602 de 1995*. Por medio de la cual se dictan medidas para garantizar la sostenibilidad de los manglares en Colombia. 1995.
- [41] Presidente de la República, *Decreto-1076-de-2015*. Sector Ambiente y Desarrollo. 2015.
- [42] K. Petersen, S. Vakkalanka, y L. Kuzniarz, «Guidelines for conducting systematic mapping studies in software engineering: An update», *Inf. Softw. Technol.*, vol. 64, pp. 1-18, ago. 2015, doi: 10.1016/j.infsof.2015.03.007.
- [43] Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, «Proyecto Vida Manglar Carbono Azul en la Bahía de Cispatá, un referente mundial», Vida Manglar. Accedido: 17 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.minambiente.gov.co/oceanos/vida-manglar/>
- [44] S. M. Ruiz-Guevara, C. Y. Quintero-Castañeda, L. R. Hernández-Angulo, y M. M. Sierra-Carrillo, «Environmental Psychology and Mangrove Reforestation in the Ciénaga Grande de Santa Marta, Colombia: An Approach to Ecosystem Restoration», *World*, vol. 6, n.º 1, pp. 1-24, mar. 2025, doi: 10.3390/world6010024.
- [45] H. L. Barragán, *Desarrollo, salud humana y amenazas ambientales*. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata (EDULP), 2010. doi: 10.35537/10915/26595.
- [46] N. E. Torres Jacome, M. A. Ardila Perea, M. A. Quimbayo, y M. A. Madrigal Segura, «Identificación de ecosistemas de Manglar basado en imágenes satelitales a través de la comparación de índices de vegetación específicos en San Andrés de Tumaco, Colombia», Tesis maestría, Universidad del Tolima, Ibagué – Tolima, 2025. Accedido: 31 de agosto de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://rgdoi.net/10.13140/RG.2.2.34170.81606>
- [47] M. A. Ardila Perea, «Monitoreo de bosques de manglar mediante imágenes de sensores remotos: oportunidades para la gestión de ecosistemas marino-costeros en Colombia.», Dirección General Marítima - Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Pacífico - CCCP, Tumaco - Colombia, 2021. [En línea]. Disponible en:

https://static.cmm.uchile.cl/descargas/2021/copernicus_cup01/Monitoreo_de_manglar_Mauricio_Perea.pdf

- [48] M. Katz, «Todo lo que tienes que saber sobre los manglares de Colombia», Greenpeace Colombia. Accedido: 31 de agosto de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.greenpeace.org/colombia/blog/campanas/oceanos/todo-lo-que-tienes-que-saber-sobre-los-manglares-de-colombia/>
- [49] K. A. Huertas, A. Y. Bustos, M. A. Restrepo, y K. T. Bastidas, «Apendice - Manglares», Colombia, Map Biomas Versión 1, oct. 2023. Accedido: 1 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://colombia.mapbiomas.org/wp-content/uploads/sites/3/2023/10/Apendice-Manglares-Coleccion-1.1.pdf>
- [50] D. A. Carvajal García, «Gran parque manglar», Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá D.C, 2024. [En línea]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10554/67932>
- [51] F. Oviedo-Barrero *et al.*, *Compilación Oceanográfica de la Cuenca Pacífica Colombiana*, Primera. Direccion General Maritima - DIMAR, 2020. doi: 10.26640/5412668.
- [52] V. Zapata Mercado, «Divulgando Biodiversidad», Tesis de Pregrado, Universidad de los Andes, Bogotá D.C, 2021. Accedido: 8 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.uniandes.edu.co/server/api/core/bitstreams/2113b2a8-d113-44c1-a997-62db2d71f551/content>
- [53] G. Castro Bobadilla, H. Garcia Torres, y D. C. Arias Yate, «Estrategias de restauración y conservación de praderas de pastos marinos en Barú en el Caribe colombiano como sumideros de carbono azul», Tesis de Posgrado, Universidad EAN, Bogotá, 2025. [En línea]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/10882/14940>
- [54] S. D. M. Yela Lara, K. D. Castillo Angulo, K. L. Rincón Bravo, y H. R. Ordoñez Jurado, «Especies forestales con potencial agroforestal en el Consejo Comunitario Alto Mira y Frontera (Tumaco, Colombia)», *Ing. Desarro.*, vol. 39, n.º 01, pp. 123-137, abr. 2023, doi: 10.14482/inde.39.1.634.99.
- [55] R. Gonzáles Matínes y F. C. Garzón Ramos, «Bases de datos de caracterización de la biodiversidad en las coberturas naturales terrestres en el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina Expedición Seaflower Plus 2021», Bogotá, Informe Tecnico, 2022. [En línea]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.11761/36080>
- [56] D. S. Rivera Luis y L. G. Rodríguez Camelo, «“La Caja Enraizada de Pandora” Caja de herramientas como estrategia didáctica para el reconocimiento, la valoración y conservación de las áreas protegidas del ecosistema de manglar por Parques Nacionales Naturales de Colombia.», Trabajo de investigación, Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, 2023. [En línea]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12209/18479>
- [57] J. S. Niño Vargas, «Evaluación del estado actual del rodal de manglar presente en la desembocadura del rio Gaira, Santa Marta Magdalena», Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Santa Marta, 2023. [En línea]. Disponible en: <https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/handle/20.500.12010/33918>

- [58] J. D. Triviño Sánchez, «Análisis de microrrestos botánicos y clasificación morfológica de los ralladores de La Tolita-Tumaco», Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, 2024. Accedido: 8 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/65592/1/T-114917%20ADMI-1194%20%20TRIVI%c3%91O.pdf>
- [59] J. J. Mercado Vides, «Estructura y diversidad del bosque de manglar de las áreas protegidas santuario de flora y fauna Ciénaga Grande de Santa Marta y vía parque Isla de Salamanca», Universidad del Magdalena, Santa Marta, Colombia, 2022. [En línea]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/373989725_ESTRUCTURA_Y_DIVERSIDAD_DEL_BOSQUE_DE_MANGLAR_DE_LAS_AREAS_PROTEGIDAS_SANTUARIO_DE_FLORA_Y_FAUNA_CIENAGA_GRANDE_DE_SANTA_MARTA_Y_VIA_PARQUE_ISLA_DE_SALAMANCA
- [60] R. Álvarez-León, «Biodiversity of flora and fauna associated with the mangroves of Colombia», *Arquivos de Ciências do Mar, Fortaleza*, vol. 48, n.º 2, pp. 1-8, 2020.
- [61] A. P. Cuellar Mayorga y J. A. Moreno Gutiérrez, «Tendencias, enfoques y técnicas de evaluación de los servicios ecosistémicos forestales: una revisión con énfasis en el caso colombiano», *FAO*, pp. 1-18, mayo de 2022.
- [62] M. A. Acosta Rojas y J. D. Ortiz Barbera, «Análisis de los servicios ecosistémicos y el aprovechamiento del ecosistema de manglar por parte de las comunidades de Juanchaco, Ladrilleros y la Barra», Tesis de Maestría, Universidad Autónoma de Occidente, Santiago de Cali, 2020. [En línea]. Disponible en: <http://red.uao.edu.co/handle/10614/12456>
- [63] E. Uribe, M. C. Diazgranados, L. Jaramillo, A. Etter, A. Luna-Acosta, y D. Alonso, «Lista roja de los ecosistemas marinos y costeros de Colombia». Conservación Internacional, Pontificia Universidad Javeriana & INVEMAR, 2020. Accedido: 5 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Edwin-Uribe/publication/349412949_Lista_Roja_de_los_Ecosistemas_Marinos_y_Costeros_de_Colombia_Vers_1/links/604f6f41a6fdccbfeae01716/Lista-Roja-de-los-Ecosistemas-Marinos-y-Costeros-de-Colombia-Vers-1.pdf
- [64] G. Duque Escobar y R. Álvarez León, «Cambio climático en Colombia», Museo Interactivo Samoga y Fundación Nuevos Horizontes, Manizales, 1, mar. 2022. [En línea]. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Gonzalo-Duque-4/publication/370625345_CAMBIO_CLIMATICO_EN_COLOMBIA/links/65744a1ecbd2c535ea0e1053/CAMBIO-CLIMATICO-EN-COLOMBIA.pdf
- [65] A. Rahim, T. Retnaningsih Soeprobawati, T. Triadi Putranto, H. Hadiyanto, y M. H. Alfalah, «Investigating the Impact of Climate and Land Use Changes on Mangrove Ecosystems: A Bibliometric Analysis from 2013 to 2023», *J. Coast. Res.*, vol. 40, n.º 4, pp. 768-778, jul. 2024, doi: 10.2112/JCOASTRES-D-23-00075.1.
- [66] C. E. Acosta Sequeda *et al.*, «Transiciones hacia el desarrollo sostenible de San Andrés», Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia, 2024. [En línea]. Disponible en: <https://nexoscolombia.com/wp-content/uploads/2025/05/Diagnostico-San-Andres.pdf>

- [67] S. M. Forero Castro, «Lineamientos para la estrategia de gestión integrada de zonas costeras para el sistema socio ecológico de la ciénaga grande de Santa Marta (SSE-CGSM)», Universidad de ciencias aplicadas y ambientales U.D.C.A, Bogotá D.C., 2021. Accedido: 5 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://repository.udca.edu.co/server/api/core/bitstreams/5c54877b-21f1-4d1c-ae8b-077cbc505744/content>
- [68] D. F. Rincón González y V. Ocampo Montúfar, «Evaluación del proyecto pro-Ciénaga sobre la recuperación del complejo delta estuarino de la Ciénaga Grande de Santa Marta y su vigencia en el contexto actual.», Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá D.C, 2023. [En línea]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/11349/40684>
- [69] O. Garcés–Ordóñez, J. A. Rodríguez–Rodríguez, L. Espinosa Díaz, F. Escobar Toledo, y D. Delvalle Borrero, «Vista de Respuesta a corto plazo de parámetros fisicoquímicos del agua a la rehabilitación hidrológica de caños en manglares de Cispata, Caribe colombiano», *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, vol. 50, n.º 2, pp. 1-10, 2021.
- [70] I. P. Arroyo Barros, «Análisis de parámetros ecosistémicos sobre la potencial implicación en las pesquerías, con miras a la sostenibilidad alimentaria del Caribe colombiano», Tesis de Maestría, Universidad Libre, Seccional Barranquilla, Barranquilla, 2024. [En línea]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/10901/28823>
- [71] D. A. Camacho Bermudez, «Evaluación de las medidas de restauración implementadas en las estaciones Loro Town, 2 y 6 ubicadas en Old Providence Mc Bean Lagoon Biosfera Seaflower a partir del análisis de foto mosaicos generados pre y pos paso del huracán Iota», Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas, Bogotá D.C, may 2023. [En línea]. Disponible en: <https://repository.udistrital.edu.co/server/api/core/bitstreams/e1925dac-074f-4aa4-a3a5-f1b2e1f4f7f6/content>
- [72] M. P. Molina-Jiménez, L. T. Pusquin-Ospina, F. Afanador-Franco, N. S. Barrientos-Porras, C. Banda-Lepesquer, y I. F. Castro Mercado, «Ordenamiento Marino Costero: Visión de Autoridad Marítima en zonas insulares del archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, Caribe colombiano», *Bol. Científico CIOH*, vol. 43, n.º 1, pp. 57-88, dic. 2024, doi: 10.26640/22159045.2024.636.
- [73] A. F. Meza Núñez y J. C. Ortiz Royero, «Caracterización del Huracán Iota y su impacto en el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina en 2020», Universidad del Norte, Barranquilla, nov. 2022. [En línea]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10584/11652>
- [74] E. Ortiz Benavides, K. J. Ruales Suárez, y J. C. De la Cruz Taticuan, *Pacífico Nariñense: Retos y alternativas para su desarrollo*, Primera Edición. San Juan de Pasto: Editorial Universidad de Nariño, 2024. Accedido: 5 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://sired.udenar.edu.co/15187/1/15187.pdf>
- [75] B. L. Ortiz Quiñones, J. G. Sol Valencia, y C. J. Hurtado Carabali, «Tala indiscriminada de manglares por aumento poblacional en la ciudad de Tumaco, Nariño». Editorial de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia, 5 de diciembre de 2023. Accedido: 5 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en:

<https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/59303/blortizq.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- [76] M. A. Perea Ardila, J. Leal Villamil, y F. Oviedo Barrero, «Caracterización espectral y monitoreo de bosques de manglar con Teledetección en el litoral Pacífico colombiano: Bajo Baudó, Chocó.», *La Granja*, vol. 34, n.º 2, pp. 27-44, ago. 2021, doi: 10.17163/lgr.n34.2021.02.
- [77] I. Figueroa, «La pesca artesanal marino-costera y los derechos culturales de las comunidades étnicas en Colombia», *Veredas Direito Belo Horiz.*, vol. 18, n.º 40, pp. 303-331, 2021, doi: <http://dx.doi.org/10.18623/rvd.v18i40.1953>.
- [78] R. S. Venera Martinez, «Recursos marinos y desarrollo sostenible: Una perspectiva sobre los desafíos y oportunidades de Colombia». Editorial Universidad Santo Tomás, 21 de mayo de 2024. Accedido: 5 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://zenodo.org/doi/10.5281/zenodo.11226400>
- [79] D. C. Mantilla Mahecha, «Importancia de la inclusión de los Consejos Comunitarios de comunidades negras y afrodescendientes en los procesos de ordenamiento territorial en municipios colombianos», Tesis de Maestría, Universidad de Barcelona, 2021.
- [80] C. Ricaurte-Villota, E. Santamaría-del-Ángel, O. Coca-Domínguez, D. Morales Giraldo, y M. González-Arteaga, «Factores determinantes de la amenaza y vulnerabilidad por erosión costera en Colombia», *Rev. Geográfica Chile Terra Aust.*, n.º 1, pp. 129-139, dic. 2021, doi: 10.23854/07199562.2021571esp.Ricaurte-Villota129.
- [81] I. D. Saldarriaga Salinas, «Los manglares amenazados por la actividad antrópica, causas y medidas de recuperación. Aproximación al golfo de Urabá», Tesis de Posgrado, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia, 2022. [En línea]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/10495/32577>
- [82] R. D. J. Eras-Agila y R. Meleán-Romero, «Ecosistemas de producción camaroneros: Estudios y proyecciones para la gestión de costos», *INNOVA Res. J.*, vol. 6, n.º 3.1, pp. 41-59, oct. 2021, doi: 10.33890/innova.v6.n3.1.2021.1833.
- [83] D. C. Martínez Franco y M. C. Peñas Arana, «Asentamientos informales en manglares, propuestas para una transición socioecológica hacia la sostenibilidad», Tesis de Maestría, Universidad EAFIT, Medellín, 2020.
- [84] P. A. Gómez Ruiz, «Vista de Impactos negativos y positivos del cambio climático sobre los manglares: las dos caras de una costosa moneda», *Madera Bosques*, vol. 30, n.º 4, pp. 1-18, 2024, doi: <https://doi.org/10.21829/myb.2024.3042623>.
- [85] A. V. Martínez Morelos, «Estrategias de resistencia, gobernanza ambiental y climática en ecosistemas urbanos: La defensa del Caño Juan Angola, en Cartagena de Indias-Colombia», Tesis de Posgrado, Universidad Flacso Andes, Quito, 2020. Accedido: 5 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.flacsoandes.edu.ec/bitstream/10469/17375/2/TFLACSO-2020AVMM.pdf>
- [86] M. A. Santana Quintero, «Análisis de las acciones comunitarias de Comunidades Negras en el Pacífico nariñense de Colombia desde una perspectiva de Derechos Humanos», Tesis de

- Maestría, Universidad Nacional de la Plata, La Plata, Argentina, 2024. [En línea]. Disponible en: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/183033>
- [87] W. Valderrama Gutiérrez, «Políticas Públicas para la Sostenibilidad Ambiental en Colombia», Tesis de Posgrado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, Bogotá D.C., 2022. [En línea]. Disponible en: <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/54345>
- [88] D. H. Pumarejo Cabrera, «Análisis de los cambios en la cobertura vegetal en el Sistema Delta Estuarino del Río Magdalena Ciénaga Grande de Santa Marta por medio de imágenes satelitales.», Tesis de Posgrado, Universidad de Antioquia, Medellín, Antioquia, 2024. Accedido: 9 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/server/api/core/bitstreams/34a00902-2d00-40ad-ab0d-d8b23cf0f430/content>
- [89] V. D. García Mero y W. X. Medranda Vera, «Derechos de la naturaleza, sostenibilidad ambiental y economía azul artesanal», *Rev. Cienc. Soc. Económicas*, vol. 9, n.º 2, pp. 26-39, jul. 2025, doi: 10.18779/csye.v9i2.1062.
- [90] D. F. Olarte Amaya, «Ecogourmet. Modelo de negocio sostenible y equitativo: compra y consumo responsable», Tesis de Maestría, Universidad del Rosario, Bogotá, Colombia, 2025. [En línea]. Disponible en: <https://repository.urosario.edu.co/server/api/core/bitstreams/0aac0699-0e10-49ea-a0e3-b77ac21f3a51/content>
- [91] J. A. Chaparro Pesca, A. Niño, y G. E. Niño, «Análisis de las tendencias especulativas de los precios de alimentos en Colombia», *Panor. Económico*, vol. 31, n.º 4, pp. 294-310, oct. 2023, doi: 10.32997/pe-2023-4771.
- [92] F. D. J. Vargas-Leira y D. C. Montanez Santiago, «Enfoque turístico y sostenibilidad en la normalización de playas», *Dimens. Empres.*, vol. 18, n.º 4, pp. 1-9, oct. 2020, doi: 10.15665/dem.v18i4.2531.
- [93] J. P. Mariño, M. León, G. Pinochet, y N. Landinez, «Análisis empírico de la competitividad para tres destinos tradicionales de sol y playa en Colombia», *Espacios*, vol. 41, n.º 47, pp. 408-427, dic. 2020, doi: 10.48082/espacios-a20v41n47p30.
- [94] A. Jiménez Matamoros, «Diagnóstico de atractivos turísticos como insumo desarrollo del Turismo Rural Comunitario: Estudio de caso de Providencia de Dota, 2023.», Asociación de Desarrollo Integral de Providencia., Estudio de Caso, jun. 2023. [En línea]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/11056/28514>
- [95] O. Salcedo Valencia, «Educación en procesos de turismo comunitario con enfoque ambiental», Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia, 2020.
- [96] S. Rodríguez Angulo y S. Peralta Benitez, «Diagnóstico socioeconómico para las asociaciones de mujeres concheras», Universidad de Nariño, San Juan de Pasto, 2022. [En línea]. Disponible en: <https://sired.udenar.edu.co/16341/1/2023016.pdf>
- [97] J. L. Rangel Suescún, «Estructuración de la granja piscícola viejo puerto, en el bajo Magdalena, Caribe colombiano», Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Bogotá, Colombia, Plan de Trabajo de formación, 2020. Accedido: 8 de septiembre de 2025. [En línea].

- Disponible en:
<https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/bitstream/handle/20.500.12010/19168/Rangel-Suesc%C3%BA%20J.L.%20%282020%29%20DOCUMENTO%20FINAL%20PASANT%3%8dA%20ASOPEVP.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [98] L. Barrios, Sánchez, y M. Raigón, «Estudio preliminar de la actividad enzimática fosfatasa alcalina y catalasa en cultivos ecológico y convencional de ecotipos de pimiento *Capsicum*». 2020. Accedido: 10 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Ivan-Morales-Manzo/publication/351775338_Estudio_preliminar_de_la_actividad_enzimatica_fosfatasa_alcalina_y_catalasa_en_cultivos_ecologico_y_convencional_de_ecotipos_de_pimiento_Capsicum_spp/links/60a8e31945851522bc0af01e/Estudio-preliminar-de-la-actividad-enzimatica-fosfatasa-alcalina-y-catalasa-en-cultivos-ecologico-y-convencional-de-ecotipos-de-pimiento-Capsicum-spp.pdf#page=495
- [99] A. F. González Villaveces, «Especies halófitas de importancia agrícola como alternativa de biorremediación de suelos con problemas de salinización en Colombia.», Universidad de Ciencias Ambientales y Aplicadas, Bogotá, Colombia, 2022. [En línea]. Disponible en: <https://repository.udca.edu.co/server/api/core/bitstreams/9a94ed5d-0bb7-48a7-8397-e7876906b8c0/content>
- [100] C. Cortés-Gómez, A. Cervantes-Martínez, F. Enseñat-Soberanis, y M. A. Gutiérrez-Aguirre, «De la economía lineal al manejo circular: análisis de una propuesta para cooperativas turístico-pesqueras», *Soc. Ambiente*, n.º 25, pp. 1-30, feb. 2022, doi: 10.31840/sya.vi25.2589.
- [101] H.-O. Pörtner *et al.*, *Climate Change 2022 – Impacts, Adaptation and Vulnerability*, 1.ª ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2023. doi: 10.1017/9781009325844.
- [102] L. Serje Martínez, «Fuentes de abastecimiento hídricas alternativas para la irrigación agrícola en zonas rurales dispersas de Colombia», Universidad de los Andes, Bogotá D.C., 2021. [En línea]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/1992/55635>
- [103] P. A. Gil Villota, D. C. Restrepo Perdomo, y K. A. Rosero Meneses, «Influencia de la actividad antrópica en la calidad de agua y sedimentos en manglares intervenidos y no intervenidos en el Distrito especial de Tumaco Nariño», Universidad Mariana, San Juan de Pasto, Informe de investigación, 2024. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.umariana.edu.co/server/api/core/bitstreams/8225a236-02a5-4772-88db-26bfe4e21f42/content>
- [104] D. A. Friess, S. C. Chua, Z. Jaafar, K. W. Krauss, y E. S. Yando, «Mangroves and people: Impacts and interactions», *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, vol. 248, ene. 2021, doi: 10.1016/j.ecss.2020.107155.
- [105] L. I. Portocarrero Bone, «Campaña de educación ambiental enfocada a los acuerdos de uso sustentable y custodia de manglar en la provincia de Esmeraldas.», Pontificia Universidad Católica de Ecuador, Esmeraldas, 2022. [En línea]. Disponible en: Portocarrero Bone, Lourde Inés. «Campaña de educación ambiental enfocada a los acuerdos de uso sustentable y custodia de manglar en la provincia de Esmeraldas.» Pontificia Universidad Católica de Ecuador, 2022.

<https://repositorio.puce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/072be1bd-e4ad-4b3c-be44-6efe859f698b/content>.

- [106] E. D. Arias Urriago y N. A. Canaria Cotacio, «Formulación de estrategias y acciones para la recuperación del manglar con base en la valoración económica de impactos ambientales en el consejo comunitario Gualmar», Tesis de Posgrado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia, 2024. Accedido: 22 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/11349/42525>
- [107] E. Morales Avendaño, L. Madrid Jimenez, J. Villegas Rosado, G. Navarrete Pinargote, M. Arroyo Ruiz, y X. Cornejo, «Estrategias de propagación del Mangle Piñuelo (*Pelliciera rhizophorae*), sector Uleam, río Mache, Ecuador», *Rev. Científica Cienc. Nat. Ambient.*, vol. 17, n.º 2, pp. 1-8, dic. 2023, doi: 10.53591/cna.v17i2.2639.
- [108] E. Damastuti, R. de Groot, A. O. Debrot, y M. J. Silvius, «Effectiveness of community-based mangrove management for biodiversity conservation: A case study from Central Java, Indonesia», *Trees For. People*, vol. 7, pp. 1-9, mar. 2022, doi: 10.1016/j.tfp.2022.100202.
- [109] J. A. Rodríguez-Rodríguez, J. E. Mancera-Pineda, y H. Tavera, «Mangrove restoration in Colombia: Trends and lessons learned», *For. Ecol. Manag.*, vol. 496, sep. 2021, doi: 10.1016/j.foreco.2021.119414.
- [110] T. V. Tran, R. Reef, X. Zhu, y M. Mohan, «Spectral analysis for monitoring mangrove restoration: A case study in the Vietnamese Southern Coastline», *Camb. Prisms Coast. Futur.*, vol. 3, pp. 1-13, mar. 2025, doi: 10.1017/cft.2025.5.