

Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Departamento de Ambiente y Desarrollo
Ingeniería en Ambiente y Desarrollo



Proyecto Especial de Graduación

**Valoración económica parcial de los servicios de aprovisionamiento y
regulación, en el Refugio de Vida Silvestre Manglar Estuario Río
Esmeraldas, Ecuador: Revisión de Literatura**

Estudiante

Laura Dayana Pesantes Ortiz

Asesores

Marco Granadino M.Sc.

Alexandra Manueles Mtr.

José Fernando Tercero M.Sc.

Honduras, agosto 2021

Autoridades

TANYA MÜLLER GARCÍA

Rectora

ANA M. MAIER ACOSTA

Vicepresidenta y Decana Académica

ERIKA TENORIO MONCADA

Directora Departamento Ambiente y Desarrollo

HUGO ZAVALA MEMBREÑO

Secretario General

Contenido

Índice de Cuadros.....	5
Índice de Figuras	6
Resumen	7
Abstract.....	8
Introducción.....	9
Metodología.....	15
Descripción del Área de Estudio	15
Tipo de Estudio	16
Caracterización Biofísica del Refugio de Vida Silvestre Manglar Estuario Río Esmeraldas	16
Usos y Cobertura del Suelo del RVSMERE	16
Revisión de Literatura	17
Resultados y Discusión.....	20
Caracterización Biofísica del Refugio de Vida Silvestre Manglar Estuario Río Esmeraldas	20
Usos y Cobertura del Refugio de Vida Silvestre Manglares Estuario Río Esmeraldas del Año 2018 con sus Respectivas Presiones en el Área de Estudio.....	20
Características Físicas del Río Esmeraldas	21
Ficha Técnica del Refugio de Vida Silvestre Manglar Estuario Río Esmeraldas	22
Geomorfología del Refugio de Vida Silvestre Manglares Estuario Río Esmeraldas.....	23
Especies de Mangle en el Refugio de Vida Silvestre Manglar Estuario Río Esmeraldas.....	24
Características Sociodemográficas	25

Valoración Económica del Carbono Fijado y Recursos Pesqueros	26
Valoración Económica del Cangrejo Azul.....	27
Valoración Económica del Carbono Fijado: Mangle Rojo	28
Mercado de Cumplimiento de carbono	29
Conclusiones	31
Recomendaciones.....	32
Referencias.....	33

Índice de Cuadros

Cuadro 1 Palabras claves y resultados del buscador para documentos relacionados al Refugio de Vida Silvestre Manglar Estuario Río Esmeraldas.....	18
Cuadro 2 Autores, años y país de las investigaciones analizadas para desarrollar los estudios basados en las características biofísicas y parte de la captura de carbono en el ecosistema del Refugio.....	18
Cuadro 3 Ficha técnica del plan de manejo del RVSMERE.....	23
Cuadro 4 Estimación de la cantidad de cangrejos recolectadas al año en el Refugio de Vida Silvestre Manglar Estuario Río Esmeraldas para el año 2021	28
Cuadro 5 Estimación del valor del cangrejo azul en Refugio de Vida Silvestre Manglar Estuario Río Esmeraldas, 2021	28
Cuadro 6 Estimación del número de hectáreas de manglar en el Refugio de Vida Silvestre Manglar Estuario Río Esmeraldas, 2021.....	29
Cuadro 7 Entidad de Mecanismo de Desarrollo Limpio y precio actual del CER.....	30
Cuadro 8 Valoración económica del Co ₂ capturado en mangle rojo para Mecanismo de Desarrollo Limpio.....	30

Índice de Figuras

Figura 1 Ubicación del Refugio de Vida Silvestre Manglar Estuario Río Esmeraldas.....	15
Figura 2 Mapa de Uso y cobertura del suelo en RVSMERE.....	21
Figura 3 Mapa del Río Esmeraldas.....	23
Figura 4 Mapa de las diferentes vías de acceso al RVSMERE	26

Resumen

La valoración económica es una herramienta que permite asegurar los bienes y beneficios que un ecosistema y su biodiversidad otorgan a la sociedad. El bosque de manglar ofrece múltiples servicios al ser humano, los cuales se dividen en: aprovisionamiento, apoyo, regulación y soporte. La captura de carbono es un servicio eco sistémico de regulación, ya que fija el carbono de la atmósfera para el proceso de fotosíntesis. El manglar es uno de los ecosistemas que alberga una alta biodiversidad de organismos terrestres y marinos. Algunos de estos organismos marinos son de gran importancia económica para las comunidades costeras porque representan la principal fuente de proteína en la dieta alimenticia. La presente investigación se enfocó en recopilar evidencia documentada acerca la caracterización biofísica del Refugio de Vida Silvestre Manglares Estuario Río Esmeraldas y la valoración económica del servicio eco sistémico de aprovisionamiento y regulación para los recursos marisqueros y carbono fijado en mangle. El Refugio tiene 242 ha, donde 25.30 ha corresponden a uso de tierra agropecuaria y 170.1 ha de bosque de mangle y matorrales. La literatura evidenció que el cangrejo azul (*Cardiosoma crassum*) es de importancia económica, ya que, su recolección representa USD 364,500 al año. Mientras que el valor económico del Refugio por carbono fijado a través del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) es de USD 2,493,603.40, considerando el área del manglar y el carbono fijado en mangle rojo como referencia encontrada en la revisión literaria de la zona de estudio.

Palabras clave: Cangrejo Azul, fijación de carbono, Manglar, Mecanismo de Desarrollo y precios de mercado de carbono.

Abstract

Economic valuation is a tool to ensure the goods and benefits that an ecosystem and its biodiversity provide to society. The mangrove forest offers multiple services to humans, which are divided into: provisioning, support, regulation and support. Carbon sequestration is an eco-systemic service of regulation, since it fixes carbon from the atmosphere for the photosynthesis process. The mangrove is one of the ecosystems that harbors a high biodiversity of terrestrial and marine organisms. Some of these marine organisms are of great economic importance for coastal communities because they represent the main source of protein in the diet. The present research focused on compiling documented evidence about the biophysical characterization of the Mangrove Estuary Wildlife Refuge of the Esmeraldas River Estuary and the economic valuation of the eco-systemic service of provisioning and regulation for shellfish resources and carbon fixed in mangrove. The Refuge has 242 ha, where 25.30 ha correspond to agricultural land use and 170.1 ha of mangrove forest and scrub. The literature showed that the blue crab (*Cardiosoma Crassum*) is of economic importance, since its collection represents a source of income for 180 collectors of USD 364,500 per year. The economic value of the refuge through the Clean Development Mechanism (CDM) is USD 2,493,603.40, considering the mangrove area and the carbon fixed in red mangrove as a reference found in the literature review of the study area.

Keywords: Blue Crab, carbon market pricing, Carbon sequestration, Clean Development Mechanism and Mangrove.

Introducción

Los humedales son ecosistemas que albergan una diversidad de especies de animales y plantas, tanto acuáticos como terrestres (Marín Muñíz y Hernández Alarcón, 2021). Estos ecosistemas brindan servicios ambientales como, control de inundaciones, captura de carbono, aporte de nutrientes a cuerpos de agua, entre otros (Landgrave y Moreno-Casasola, 2012). Los humedales estuarinos están ubicados cerca de la desembocadura de los ríos como lo son los manglares, marismas y deltas (Aquaefundación, 2021).

El mangle es un árbol propio de humedales costeros que se localizan en zonas tropicales de bosques inundables (Moreno y Infante, 2016). Estos árboles tienen raíces modificadas, ya que, a través de éstas logran absorber agua y aire para poder sobrevivir (Moreno y Infante, 2016). Los diferentes tipos de mangles forman un área biótica denominada ecosistema de manglar (Moreno y Infante, 2016). Por lo anterior, el manglar es un bosque que pasa gran parte del año inundado por agua salina, ya que, está asociado a las mareas y se clasifica como humedal estuarino (Moreno-Casasola, 2016). El bosque de manglar puede adaptarse a masas de agua con diferente salinidad, de ahí su denominación de plantas halófilas, ya que, pueden soportar medios hipersalinos (Fondo para el Manejo de las Áreas Protegidas y Vida Silvestre [FAPVS], 2014).

El ecosistema de manglar es importante, porque provee servicios ecosistémicos que aportan beneficios a la sociedad (Hernández et al., 2017). Los servicios ecosistémicos se pueden definir como aquellos beneficios que las personas obtienen a partir de la existencia de los ecosistemas (Centro para la Investigación Forestal Internacional, 2006). Dichos servicios se dividen en cuatro categorías conocidas como; servicios de: aprovisionamiento, de apoyo, de regulación y culturales (Barrios, 2019).

El servicio de aprovisionamiento corresponde a todos los servicios que proporcionan los recursos básicos que provienen de los ecosistemas (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2021). Por tanto, se trata de servicios de tipo tangible como bienes y/o productos, donde estos aseguran la supervivencia de todos los seres vivos a través del consumo (FAO,

2021). Los servicios que ofrece la categoría de aprovisionamiento del manglar son: especies que sirven como alimento (peces, crustáceos y moluscos), productos maderables derivados del mangle, entre otros (FAO, 2021).

El servicio de apoyo corresponde a los servicios como hábitats para plantas y animales, donde el ecosistema de manglar alberga la vida de alta biodiversidad (Life Adaptamed, 2018). Los servicios que ofrece la categoría de apoyo del manglar son: Conservación de la diversidad genética de plantas y animales (variedad de genes entre poblaciones de especies y dentro de ellas) y espacios vitales para el desarrollo de las especies (Life Adaptamed, 2018).

El servicio cultural corresponde a los beneficios no materiales que se obtienen del ecosistema de manglar (Palomino et al., 2019). Dichos beneficios comprenden la identidad cultural, la inspiración estética, oportunidades para el turismo y recreación, entre otros (Palomino et al., 2019).

El servicio de regulación corresponde a los servicios de mantenimiento que proporciona el manglar (Unión Europea, 2009). Los servicios que ofrece esta categoría de regulación del manglar son: Mejoramiento de la calidad de aire y agua, captura y almacenamiento de dióxido de carbono (CO_2), prevención de la erosión del suelo, regulación del clima y precipitaciones, entre otros (Unión Europea, 2009).

Desde el punto de vista de cambio climático el servicio eco sistémico más importante es el de regulación, ya que el bosque de mangle, captura y almacena el CO_2 de la atmósfera y transforma a biomasa, luego a carbono orgánico en el suelo (Thomas et al., 2015). En el proceso de fotosíntesis, los ecosistemas de manglar capturan el CO_2 de la atmósfera, parte de este gas lo transforman en oxígeno (O_2) y lo liberan a la atmósfera (Quintero, 2021). Otra parte del CO_2 viaja por toda la planta y se almacena en las distintas partes del mangle (tronco, las hojas, ramas y finalmente, en las raíces) (Quintero, 2021).

El dióxido de carbono capturado por ecosistemas costeros como el manglar se le denomina carbono azul debido a los organismos marinos como el fitoplancton, ya que, estos organismos son

factores importantes los cuales influyen en los procesos de la fotosíntesis (Chami et al., 2019). Por tanto, los manglares, las marismas y las praderas oceánicas proceden como sumideros debido a la captura y almacenamiento de dióxido de carbono (Conservación Internacional Perú, 2019).

El carbono azul es el carbono que es almacenado en los ecosistemas de zonas costeras, en este caso de manglares, donde éste puede quedar atrapado al interior del manglar durante décadas (Otero, 2021). Gran parte del carbono de dichos ecosistemas quedan retenidos en sustratos y en biomasa viva (Otero, 2021). En este caso, los manglares fijan en sus suelos hasta el 98% de carbono (Otero, 2021). Es importante recalcar que carbono azul no es lo mismo que carbono verde, ya que, éste carbono es retenido por bosques terrestres (Ordoñez, 2021).

El servicio de captura de carbono es de importancia vital, porque mantiene la calidad del aire (Uribe, 2015). Por tanto, es necesario saber en términos monetarios cuánto vale esa captura de CO₂ para su conservación y rehabilitación. Esta valoración económica de los servicios ambientales es una herramienta eficaz para la toma de decisiones y el diseño de políticas que afectan el estado de los ecosistemas (Contreras Araque, 2016). Con la valoración económica, es posible medir y comparar los beneficios derivados de ecosistemas específicos para hacer un uso racional de estos recursos (Contreras Araque, 2016).

Para valorar económicamente el carbono de los mangles, es necesario conocer los mercados de carbono, donde estos mercados tienen la capacidad de concentrar las riquezas y asignar los costes medioambientales (Stiglitz, 2012). Los mercados de carbono tienen como objetivo reducir los gases de efecto invernadero, ya que, se deben tomar medidas ante los impactos negativos del calentamiento global (González Grández, 2013). Por ello, el protocolo de Kioto (1997), definió la arquitectura del mercado de carbono estableciéndose objetivos acerca de la reducción de emisiones de gases para aquellos países que ya estén desarrollados (Eguren, 2004). Existen tres mecanismos de carbono para poder disminuir el costo de su implementación, los cuales se describen a continuación:

El Comercio de emisiones entre los países desarrollados, es acerca de la transferencia de reducciones de carbono entre países industrializados, basado en la compra de derechos de emisiones a países que se encuentran por debajo de las cuotas (Eguren, 2004). El Mecanismo de Implementación Conjunta está basado en la transferencia de créditos de emisiones entre países desarrollados permitiendo así acreditar las unidades de reducción de emisiones a favor del país inversor con proyectos de permitan la reducción de emisiones (Eguren, 2004). En el artículo 12 de los Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL) se detalla que únicamente participan países en vías de desarrollo para que puedan obtener beneficios económicos adicionales a la venta de Certificados de Emisiones Reducidas (CERS) mitigando las emisiones de gases de efecto invernadero (Eguren, 2004). Mientras que el Sistema Europeo de Emisiones de Carbono (EUA) es el precio de mercado europeo, el cual tiene el mismo precio del mercado independiente de carbono (Futura Carbono, 2014).

Ecuador no cuenta con un mercado de carbono a nivel nacional, sin embargo, tiene posibilidades de participar en un mercado global ofertando proyectos que permitan reducir las emisiones de gases de efecto invernadero usando metodologías de Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) (Landázuri Benítez, 2013). Por lo tanto, Ecuador no participa como demandante sino como ofertante, por esa razón, una de las medidas que han sido planteadas es que éste país sea un sumidero de carbono en biomasa y en el suelo (Landázuri Benítez, 2013). Sin embargo, para que un proyecto pueda ser considerado como uno de MDL debe cumplir con ciertos requisitos como el de reducir las emisiones, pero para esto, primero debe ser validado y verificado por entidades como: La Entidad Operacional Designada, donde ésta se encarga de determinar si el proyecto cumple con las características propias de un proyecto de MDL (Carbon Market Watch, 2010).

En Ecuador los manglares están ubicados en tres provincias costeras; Esmeraldas, Guayas y Manabí (Ministerio de Ambiente y FAO, 2014). La Asamblea Nacional Ecuatoriana aprobó leyes para la protección de estos manglares, desarrollando estrategias para su conservación y protección (Código Orgánico del Ambiente, 2017). Cabe señalar que, el Ministerio de Ambiente y Agua es la entidad

encargada del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) (Ministerio de Ambiente de Ecuador, 2021).

El enfoque de este estudio se centra en El Refugio de Vida Silvestre Manglar del Estuario Río Esmeraldas (RVSMERE), ubicado en la ciudad de Esmeraldas, Ecuador. En términos del marco legal, a través de la Ley Forestal y Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre (1982), en su artículo 67 y 66, el Refugio de Vida Silvestre Manglares Estuario Río Esmeraldas cumple con las funciones de usos y actividades de investigación, educación, conservación y cultura, pero se caracteriza por ser un área indispensable para garantizar la existencia de la vida silvestre, residente o migratoria, para llevar a cabo actividades científicas, educativas y recreativas (Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre, 2004).

El Refugio de Vida Silvestre Manglar del Estuario Río Esmeraldas es el último remanente de los extensos bosques que existieron en la zona y que fueron transformados (Parco et al., 2015). Todo lo anterior, debido al avance de la ciudad de Esmeraldas, al incremento de las zonas agrícolas y camaroneras (Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica, s. f.). El ecosistema de manglar del Río Esmeraldas es una zona de interés biológico, porque en él habitan especies de flora y fauna como; moluscos, crustáceos, peces, árboles de mangle, entre otros (Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica, s. f.). Dichas especies, como el pez millonario (*Pseudopoecilia fría*), el campeche (*Chaetostomus fisheri*), los moluscos como la concha negra (*Anadara tuberculosa*) y el cangrejo azul (*Cardiosoma Crassum*) son las especies más comunes que son una fuente de trabajo y de alimento para las comunidades cercanas al ecosistema, de tal manera, existe un beneficio económico local para que los habitantes que aprovechan este recurso (Ministerio de Ambiente, 2015).

Es importante resaltar los valores de la biodiversidad como la toma inmediata de decisiones que se basan en consideraciones de índole económica, política y social (Figueroa, 2005). Las especies que habitan al interior del manglar son una ventaja a la economía local de la ciudad de Esmeraldas, ya que se venden en las plazas de mercado (Batioja Charcopa, 2017). Por tanto, es importante valorar

económicamente las especies, con el propósito de reconocer su importancia y poder priorizar las actividades que puedan realizar los habitantes (Batioja Charcopa, 2017).

Para llevar a cabo este estudio fue necesario el uso de Sistema de Información Geográfica (GIS), ya que, es una herramienta que proporciona una gama de capacidades para realizar construir mapas y generar información geográfica (Coordinación Universitaria de Observatorios Metropolitanos, 2013). Esta herramienta proporciona una visualización, gestión, edición y diseño de mapas digitales a través de la aplicación de sus funciones básicas y complementos (Bosque Sendra y García, 2000).

Existe información geográfica sobre el Refugio, la cual permite la elaboración de mapas de éste, por otro lado, son pocas investigaciones realizadas en el RVSMERE y las existentes son relacionadas a las funciones o servicios ecosistémicos que brinda el mismo, siendo la presente revisión de literatura el primer intento de valorar económicamente algunos de éstos. Esta investigación se realizó a través de una revisión de literatura, la cual se enfocó en dos objetivos de trabajo; caracterizar biofísicamente el Refugio de Vida Silvestre Manglar Estuario Río Esmeraldas, Provincia de Esmeraldas, Ecuador y valorar económicamente de manera parcial el servicio eco sistémico de aprovisionamiento del cangrejo azul (*Cardiosoma Crassum*) y regulación por medio de la fijación de carbono.

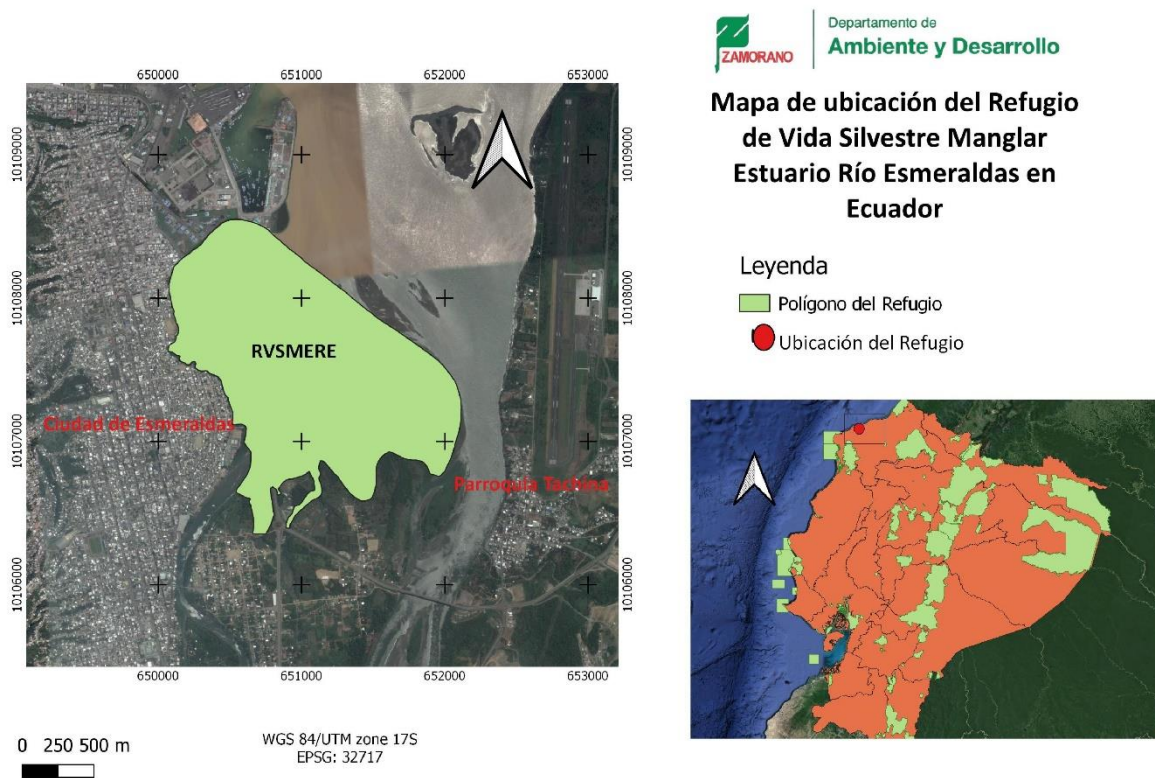
Metodología

Descripción del Área de Estudio

El presente estudio se llevó a cabo en Ecuador, en la provincia y ciudad de Esmeraldas; específicamente en el manglar del Refugio de Vida Silvestre Manglares Estuario del Río Esmeraldas, la cual, cuenta con una extensión de 242.58 ha, un clima tropical subhúmedo y una temperatura de 24.5 °C anual (Ministerio del Ambiente, Agua Transición Ecológica, 2018). Su ubicación comprende la desembocadura del Río Esmeraldas y Océano Pacífico, entre la ciudad de Esmeraldas y la parroquia de Tachina, exactamente al frente de la pista del Aeropuerto Coronel Carlos Concha Torres (Figura 1).

Figura 1

Ubicación del Refugio de Vida Silvestre Manglar Estuario Río Esmeraldas, Ecuador



Tipo de Estudio

Esta investigación se desarrolló con un enfoque mixto contando con variables cuantitativas y cualitativas. Es de alcance exploratorio y descriptivo, con un diseño no experimental de tipo transversal. Se interpretó y se analizó la información obtenida a través de documentación bibliográfica y se determinó información acerca de la caracterización biofísica del Refugio, además de cuantificar el valor económico del bosque de mangle en el Refugio de Vida Silvestre del Río Esmeraldas. Esta investigación es de carácter exploratorio, porque no conlleva a resultados concluyentes en cuanto a la valoración del servicio ecosistémico de aprovisionamiento del cangrejo azul (*Cardiosoma Crassum*) y fijación de carbono en mangle. Por lo tanto, este estudio permitirá abrir nuevas líneas de investigación para profundizar más en el tema.

Caracterización Biofísica del Refugio de Vida Silvestre Manglar Estuario Río Esmeraldas

Usos y Cobertura del Suelo del RVS MERE

En primer lugar, se descargaron los datos límites de usos y coberturas de los geoportales del Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica del Gobierno de Ecuador y del Sistema Nacional de Área Protegida de Ecuador. Se descargaron los "shapefiles" de los límites de las áreas protegidas y de usos y coberturas del año 2018 (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2018). Una vez descargadas, se procedió a la revisión de los sistemas de coordenadas de ambas capas y por medio de herramientas de geo procesos del programa QGIS se extrajo la información geográfica solamente para el límite del Refugio de Vida Silvestre Manglar Estuario Río Esmeraldas (Ministerio del Ambiente, Agua Transición Ecológica, 2021). Esta información básica, sirvió para enfocarse en la revisión de literatura del área de estudio (Ministerio del Ambiente, Agua Transición Ecológica, 2021).

Revisión de Literatura

Una vez desarrollado el mapa de usos y cobertura con la herramienta QGIS, se procedió a realizar la revisión de literatura de la siguiente manera:

Para la recolección de artículos se realizaron búsquedas de publicaciones científicas de acceso libres reportadas en las partes de investigación como "Google" Académico y bases de datos como "Science Direct", "Scielo" utilizando palabras y la combinación de las mismas, estas incluyeron términos como: biofísica, Refugio de Vida Silvestre de Esmeraldas, carbono, mangle rojo, "shapefiles" de Esmeraldas, Mecanismo de Desarrollo Limpio, mercado voluntario, entre otros.

La clasificación de documentos como tesis, revistas y libros se realizó a través del análisis de sus resúmenes enfocados a las características principales del Refugio de Vida Silvestre Manglares Estuario del Río Esmeraldas. También, se incluyeron artículos en los que se describe la fauna y especies de mangle encontradas al interior del ecosistema de manglar del Río Esmeraldas. Por ello, se consideró la selección de publicaciones que datan de 1999 hasta el año 2021.

En la primera parte se agruparon las publicaciones que tienen información para el estudio. En esta sección se encuentran 11 publicaciones utilizadas, donde se documentan datos sobre la fijación de carbono. En la otra sección se encuentra un total de dos publicaciones utilizadas, donde se encontró documentación acerca de las especies de mangle registradas en el ecosistema de manglar del Río Esmeraldas. Finalmente, en la última sección se encuentran 12 publicaciones, donde registra las características principales del Refugio. Para la búsqueda de estos documentos se realizó a través el uso de las palabras clave que se detallan a continuación (Cuadro 1).

Cabe señalar que, el buscador arrojó diversos resultados, inclusive documentos del Refugio de Vida Silvestre Manglar Estuario del Río Muisne. Para esta investigación, solo se seleccionaron los documentos que contenían información clave de la fijación de carbono y recursos marisqueros especificando el sitio del estudio, Refugio de Vida Silvestre Manglar Estuario Río Esmeraldas.

Cuadro 1

Palabras clave y resultados obtenido en la búsqueda inicial de bibliografía

Palabra clave	Número de publicaciones encontradas	Número de publicaciones utilizadas
Refugio de Vida Silvestre Manglar Estuario Río Esmeraldas + geomorfología + carbono	50	5
Carbono + valoración económica	15,500	3
Fijación de carbono + manglar	6,470	3
Esmeraldas + manglar+ especies de mangle	4,920	2
Biofísica + Refugio de Vida Silvestre Manglar Estuario Río Esmeraldas	153	12

El análisis de la literatura hizo factible la comprensión de las características principales del manglar y permitió las oportunidades para seguir con el hilo conductor de la investigación para trabajos futuros. Lo anterior, para señalar la importancia de la documentación confiable recopilada en internet con autores y años de publicación (Cuadro 2).

Cuadro 2

Autores, años y país de las investigaciones analizadas para desarrollar los estudios basados en las características biofísicas y parte de la captura de carbono en el ecosistema del Refugio

Número	Autor	Año	País
1	Bruno, K	2019	Ecuador
2	Batioja, C	2017	Ecuador
3	Sistema Nacional de Información [SIN]	2015	Ecuador
4	Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Esmeraldas [GADPE]	2011-2020	Ecuador
5	Ministerio de Ambiente [MAE]	2015	Ecuador
6	Costa, T. Ezcurra, P. Aburto-Oropeza, O.	2016	Costa Rica
7	Moreno-Casasola, P. Infante, D.	2016	México
8	Calderón, C. Ezcurra, E. Oropeza, O	2009	México
9	Fondo para el Manejo de las Áreas Protegidas y Vida Silvestre [FAPVS]	2014	Honduras
10	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura [FAO]	2021	Italia
11	Fundación Omacha	2021	Colombia
12	De la Peña, A. Rojas, C. De la Peña, M.	2010	Colombia

Número	Autor	Año	País
13	Ministerio de Ambiente [MAE]	2015	Ecuador
14	Conservación Internacional	2019	Perú
15	Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica	2018	Ecuador
16	Cevallos, G.	2011	Ecuador

Una vez finalizado el análisis de literatura, se ordenó la información obtenida de la revisión, estructurándola en una secuencia lógica para que el documento tenga un hilo conductor desde la caracterización biofísica hasta la valoración económica de recursos marisqueros/pesqueros y fijación de carbono. En la caracterización biofísica del RVSMERE, se procedió a estructurar el documento conteniendo características físicas de la cuenca río Esmeraldas, geomorfología de la zona, especies de mangle y características sociodemográficas relacionadas al Refugio. Mientras que, en la valoración económica, se logró obtener información de las especies recolectadas en la zona de estudio, el tiempo de veda y precio de venta en el mercado local de mariscos de la ciudad de Esmeraldas. Además, para poder determinar la valoración económica del carbono fijado en el manglar, se investigó los siguientes aspectos: El CO₂ fijado en mangle rojo (Bruno, 2019) y el valor económico de dicho CO₂ según los precios de mercado de cumplimiento.

Resultados y Discusión

Caracterización Biofísica del Refugio de Vida Silvestre Manglar Estuario Río Esmeraldas

Usos y Cobertura del Refugio de Vida Silvestre Manglares Estuario Río Esmeraldas del Año 2018 con sus Respectivas Presiones en el Área de Estudio

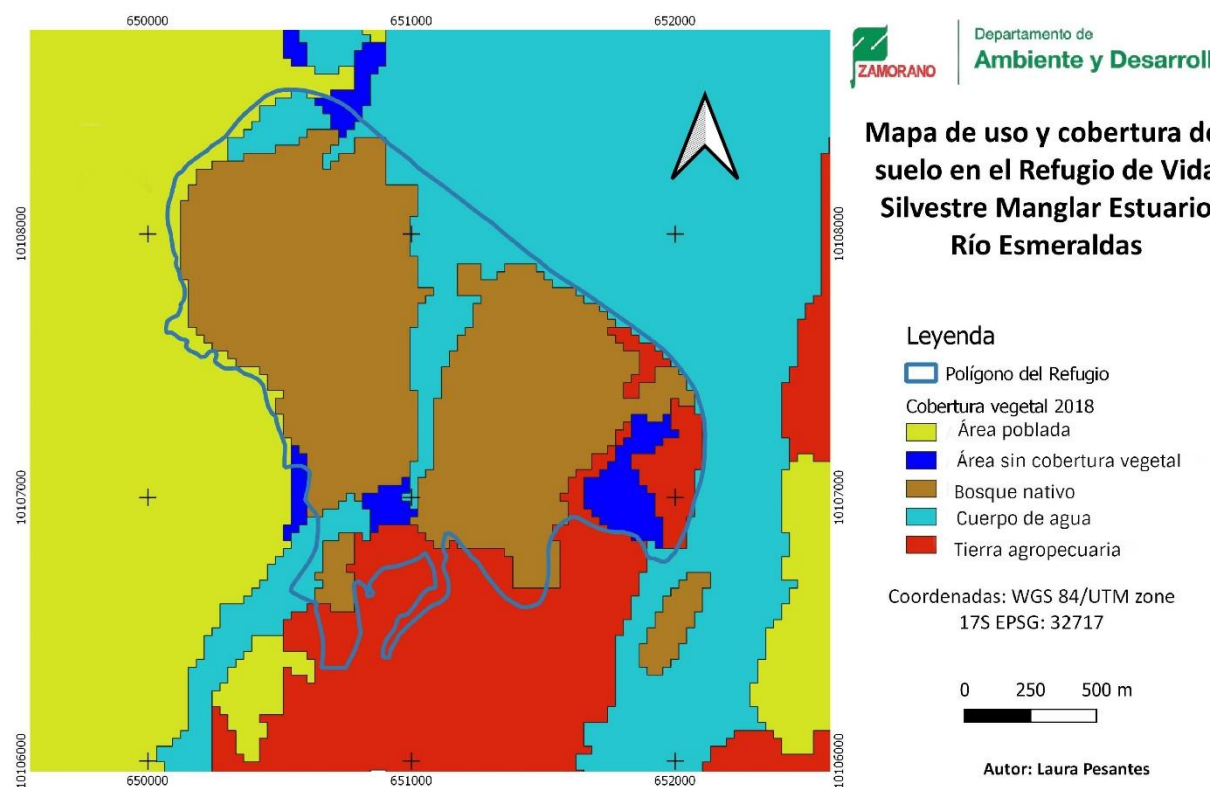
La cobertura vegetal del manglar brinda servicios ambientales muy importantes, por lo cual, representa un pilar fundamental para los ciclos de vida de la biodiversidad como: hábitats de las especies, zonas de reproducción y crecimiento. Por lo tanto, una especie al contar con todas las condiciones óptimas se reproducirá y habrá un aumento de las poblaciones y eso beneficia al hombre como un aprovisionamiento de alimento (Díaz, 2011). El uso cobertura y suelo del RVSMERE está comprendido en 242 ha, donde 170.1 ha son de bosque nativo de manglar y matorral seco tropical.

El área de uso para actividades agropecuarias es 25.30 ha al interior del Refugio, ya que, existen camaroneras privadas (Figura 2). Estas ejercen presiones al medio ambiente al utilizar productos químicos para equilibrar los niveles de oxígeno y acidez del agua de las piscinas de camarones (Córdova, 2019). Adicionalmente, los camarones en etapa de crecimiento producen desechos orgánicos los cuales se depositan en estanques vacíos para ser conducidos a esteros y finalmente al mar (Córdova, 2019). Por lo anterior, los suelos pierden sus propiedades naturales y esto trae la afectación de las especies de fauna y flora (Córdova, 2019).

Aunque no se evidencie presencia de asentamientos humanos dentro del área protegida, hay comunidades que se encuentran en la periferia del Refugio. Dichas comunidades generan presión en la zona de estudio, ya que según la Administración Técnica del Refugio estos asentamientos son considerados invasiones, además de no contar con alcantarillado.

Figura 2

Mapa de uso y cobertura del suelo en Refugio de Vida Silvestre Manglar Estuario Río Esmeraldas



Características Físicas del Río Esmeraldas

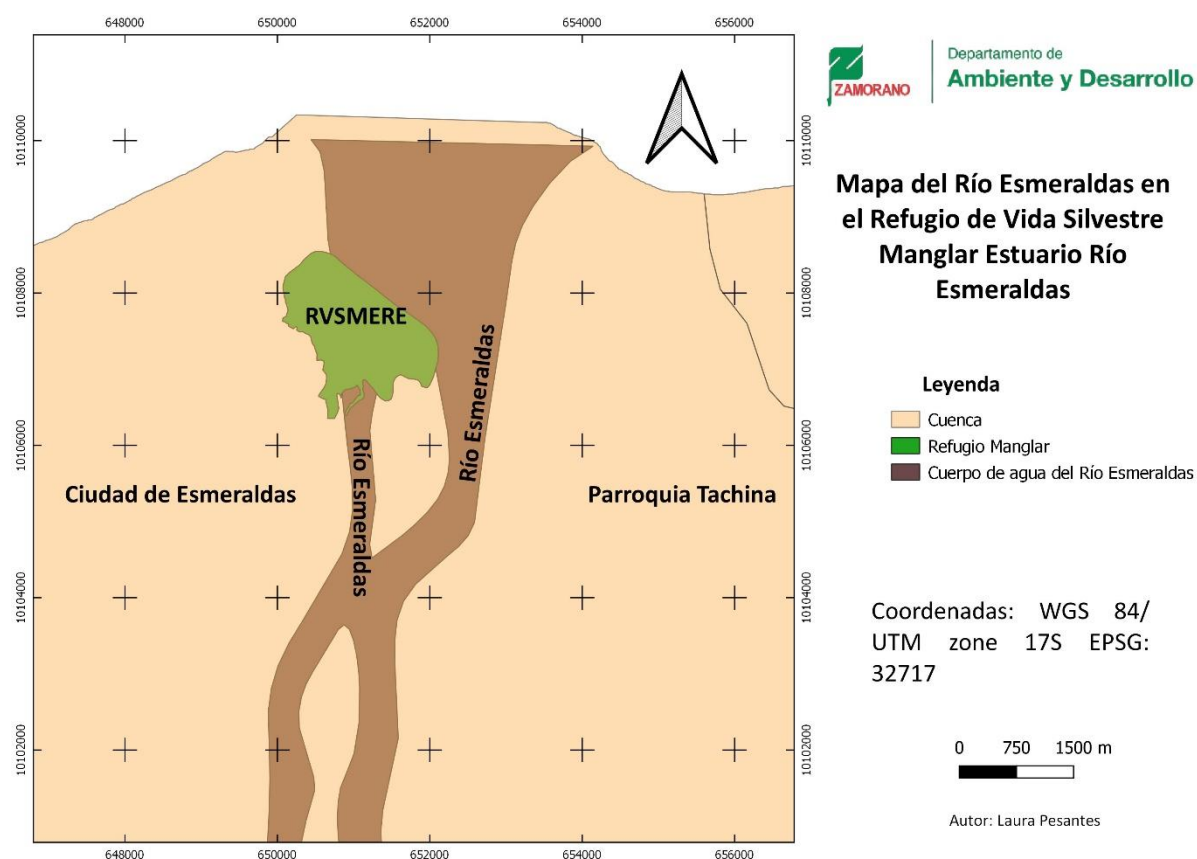
El Refugio de Vida Silvestre Estuario Río Esmeraldas, está rodeado por el Río Esmeraldas, de allí deriva el nombre de la provincia y ciudad (Ministerio de Ambiente, 2015). Éste río perteneciente a la vertiente del Pacífico, se forma por la unión de los afluentes principales como el río Blanco, Guayllabamba, Toachi y Quinindé y como afluente secundario el río Tachina (Ríos del Planeta, 2020). El río Esmeraldas recorre un aproximado de 320 km y en la parte baja recibe aportaciones del río Viche y Teaone (Figura 3).

Sus vertientes se encuentran en la Cordillera Andina ecuatoriana, a partir de los volcanes más populares como el Cayambe, el Cotopaxi, el Atacazo y el Pichincha, donde sus deshielos descienden

hacia el oeste convertidos en pequeños riachuelos (Ríos del Planeta, 2020). Su cuenca hidrográfica con todos sus tributarios, abarca 21,418 km² de territorio cubierto de vegetación boscosa, con un suelo rico en contenido de humus y materias nitrogenadas (Ministerio de Ambiente, 2015). Su descarga media en la desembocadura es de 680 m³/s, convirtiéndolo en uno de los ríos más caudalosos e importantes de Ecuador, ya que recorre localidades pobladas donde este recurso sirve para uso doméstico y agropecuario (Ríos del Planeta, 2020).

Figura 3

Mapa del Río Esmeraldas



Ficha Técnica del Refugio de Vida Silvestre Manglar Estuario Río Esmeraldas

Refugio de Vida Silvestre Manglar Estuario Río Esmeraldas fue registrado oficialmente en el SNAP como área protegida en el acuerdo N° 096 el 13 de junio del 2008 y con un registro oficial el 21 de junio del mismo año (Ministerio de Ambiente, 2015). El Refugio cuenta con un plan de manejo y su

respectiva ficha técnica, los cuales fueron aprobados en enero del año 2015. El Refugio de Vida Silvestre Manglares Estuario Río Esmeraldas se encuentra ubicado en el cantón Esmeraldas, de la provincia de Esmeraldas y es administrado por el Ministerio del Ambiente del Ecuador junto a la Administración Técnica del Refugio (Cuadro 3).

Cuadro 3

Ficha técnica del plan de manejo del Refugio de Vida Silvestre Manglar Estuario Río Esmeraldas

Nombre del Área Protegida	Refugio de Vida Silvestre Manglares Estuario Río Esmeraldas (RVSMERE)
Categoría de manejo	Refugio de Vida Silvestre
Declaratoria	Acuerdo Ministerial 096 del 12 de junio del 2008
Registro Oficial	No. 385 de 21 de junio del 2008
Fecha de aprobación del Plan de Manejo	Enero de 2015
Periodo de vigencia del Plan de Manejo	Cinco años
Localización del área	Cantón Esmeraldas, provincia de Esmeraldas
Institución Administradora	Ministerio del Ambiente del Ecuador
Eco-región	Eco-región Bahía de Panamá, que se extiende desde la Península Azuero en Panamá, hasta Bahía de Caráquez en Ecuador.
Provincia biogeografía	Eco-región Tumbes-Chocó-Magdalena
Superficie según Registro Oficial del MAE	Pacífico Tropical Oriental (área marina)
Cuenca	Ecuador Árido (área terrestre)
	242 ha
	320 km con aportaciones del río Viche y Teaone

Nota. Tomada de Ministerio de Ambiente (2015)

Geomorfología del Refugio de Vida Silvestre Manglares Estuario Río Esmeraldas

El área protegida se localiza en una franja de la costa ecuatoriana con características de alto riesgo geológico, ya que se encuentra ubicada en un levantamiento tectónico producido por la influencia de la pared interna de la fosa oceánica (Ministerio de Ambiente, 2015). Además, el sitio se encuentra en una elevación tectónica afectada por la dinámica externa del clima tropical ecuatorial y la desembocadura del Río Esmeraldas (Ministerio de Ambiente, 2015). El Refugio está sobre una terraza aluvial formada por los depósitos de sedimentación en el Río Esmeraldas, correspondiente a un delta (Maldonado Castillo, 2016).

Un delta consiste en un canal principal que se logra dividir en varios distributivos que trasladan agua y sedimento (Servicio Nacional de Estudios Territoriales, s.f.). El tipo de delta al cual pertenece el Refugio es delta plano deltaico, ya que se encuentra mayormente influenciado por el río Esmeraldas, los procesos que ocurren en su interior y los elementos característicos de un río de manglar que desemboca al mar (Servicio Nacional de Estudios Territoriales, s.f.). Por tanto, un río de manglar es propios de latitudes tropicales y subtropicales con especies de árboles tolerantes a la alta salinidad (Yáñez et al., 2021).

La zona de estudio presenta riesgos naturales relacionados a actividades sísmicas, deslizamientos, sedimentación y erosión (Ministerio de Ambiente, 2015). La ciudad de Esmeraldas está ubicada en una zona de alta actividad sísmica y al encontrarse en una estrecha franja plana es propensa a deslizamientos (Ministerio de Ambiente, 2015). También, tiene tendencias de sedimentación, ya que, después del fenómeno El Niño registrado en 1982- 1983 ocurrió el nacimiento de una nueva Isla actualmente llamada Luis Vargas Torres y otras islas como La Piedad que se encuentran cerca al puerto de la ciudad (Ministerio de Ambiente, 2015).

Especies de Mangle en el Refugio de Vida Silvestre Manglar Estuario Río Esmeraldas

Los árboles de manglar son parte del atractivo turístico para el área del Refugio formando túneles de forma natural (Erazo Álvarez, 2014). En las orillas del canal ubicado en la zona de protección estricta del Refugio se encuentra el mangle rojo, pero los más representativos son el mangle negro seguido del mangle blanco, los cuales se ubican en las periferias del Refugio y al interior de éstos (Erazo Álvarez, 2014). Por tanto, el mangle rojo (*Rizophora mangle*) "Es un árbol con corteza astringente, que alcanza una altura de 10 m o más depende de su eco geomorfología, forma matorrales impenetrables por medio de radículas del embrión grandemente alargadas y las numerosas raíces; tiene hojas opuestas, enteras, de 5 – 15 cm de largo, coriáceas, elípticas o ovadoelíptica, obtusas, estípulas alargadas, interpeciolares y caducas, con peciolo de 0.5 – 1.5 cm de

largo” (Regalado et al., 2016, p. 2). Mientras que el Mangle Blanco (*Laguncularia racemosa*) es una especie, la cual llega a formar densidades de comunidades en esteros permanentemente inundados, donde ha habido una mayor presencia de fango y menor influencia de las mareas (Zamora et al., 1999). Seguidamente, el mangle negro (*Avicennia germinans*) crece mayormente al interior del manglar y presenta mayor tolerancia a la salinidad como en concentraciones mayores de 40 por mil, hasta 100 por mil, debido a las glándulas secretoras de sal en sus hojas (González et al., 2016) “El mangle negro es un árbol o arbusto siempre verde nativo del estado de Florida, siendo monoico y mide de 2 a 8 metros de altura, dependiendo del ecotipo. El tallo de este árbol es grueso, de 20 a 60 cm de ancho, con corteza de color marrón oscuro, la cual tiene escamas irregulares, aplanadas y ásperas. El fruto es como de 1 centímetro (0.5 de pulgada) de tamaño y tiene una forma oblicua irregular” (Blanco, 2019, p. 6) .

Características Sociodemográficas

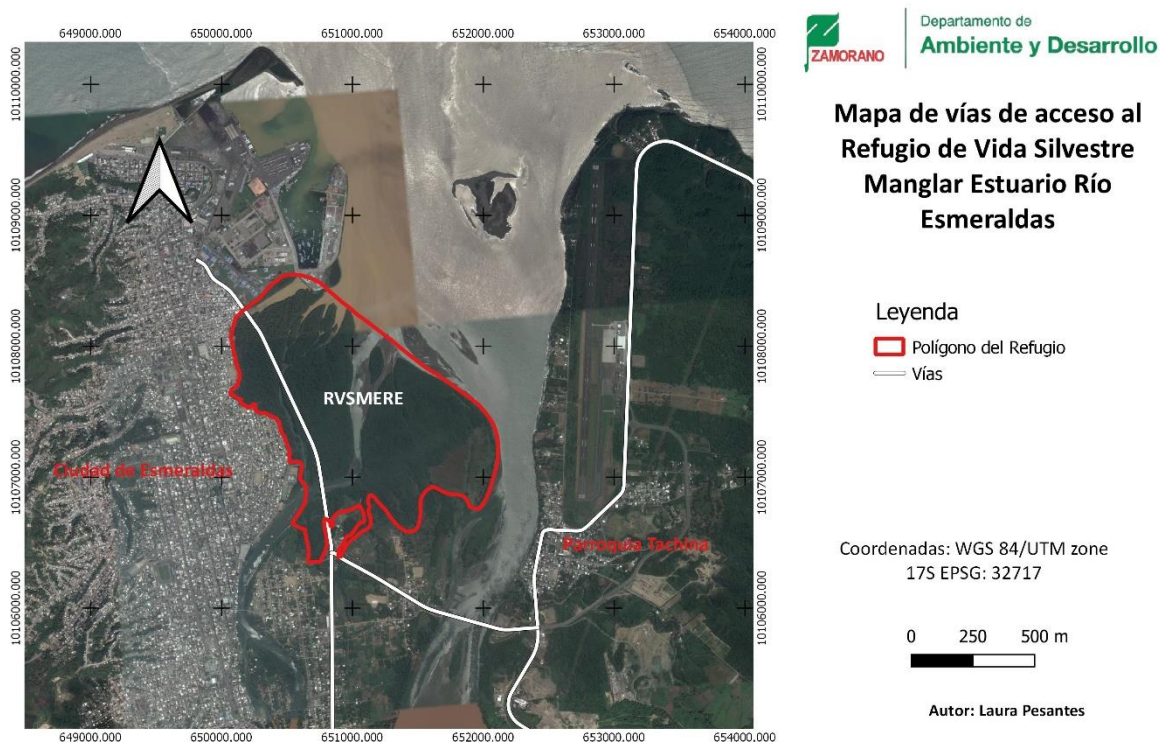
El Refugio de Vida Silvestre Manglar Estuario Río Esmeraldas, está rodeado por ocho comunidades aledañas: Nuevas Brisas del Mar, Santa Martha 2, 5 de junio, El Palmar 1, Puerto Limón, Bella Vista Norte, Nueva Esperanza Norte y Pianguapi. Algunos de los habitantes que forman las comunidades, pertenecen al país fronterizo colombiano. Las personas que habitan cerca de la zona de influencia del área protegida se dedican a variadas actividades como la pesca y marisquería, elaboración de cocadas y venta de pipas. Según el censo realizado en el 2018 por la Administración Técnica del Refugio, éste cuenta con una población de 152 personas (50 familias) que habitan en 253 casas distribuidas en las comunidades mencionadas.

El Refugio del Río Esmeraldas se encuentra ubicado en el sector norte de la ciudad de Esmeraldas y se puede llegar por las diferentes vías de acceso como son la vía de “Los Puentes” (Figura 4). Estos puentes fueron construidos con la finalidad de conectar la Parroquia Rural de Tachina y otras zonas rurales con la ciudad de Esmeraldas, ya que antes estaban a 30 minutos y la logística de

distribución de recursos pesqueros de toda la zona de Tachina hacia Esmeraldas era complicada (La Hora, 2010). Actualmente, esa distancia se redujo en 10 minutos y benefició el comercio de los recursos pesqueros y el comercio de transporte, mejorando así la calidad de vida de los habitantes y promoviendo su economía local (La Hora, 2010). Los puentes tienen una longitud total de 822 metros que fueron construidas en el año 2007. También, hay una entrada alterna en las calles Malecón y Juan Montalvo, hasta la calle Pichincha, Muriel, calle del Centro Comercial Multiplaza y Calle Plinio Palomino (La Hora, 2010).

Figura 4

Mapa de las diferentes vías de acceso al Refugio de Vida Silvestre Manglar Estuario Río Esmeraldas



Valoración Económica del Carbono Fijado y Recursos Pesqueros

Con el propósito de valorar económicamente el carbono fijado en la biomasa del bosque de mangle y cangrejo azul (*Cardisoma crassum*), se obtuvieron datos cuantitativos y cualitativos a través de estudios elaborados en el RVSMERE (Gámez Vallejo, 2019). Cabe señalar, que a través de la revisión de literatura no fue posible encontrar las cantidades extraídas y precio en el mercado de las especies

como el pez millonario (*Pseudopoecilia fría*), el campeche (*Chaetostomus fisheri*), los moluscos como la concha negra (*Anadara tuberculosa*) los cuales son condicionantes para poder determinar el valor económico. Adicionalmente, la concha negra (*Anadara tuberculosa*) fue de importancia económica hasta el año 2016, según comerciantes del Mercado Municipal de Mariscos de Esmeraldas (2021).

Valoración Económica del Cangrejo Azul

Entre las principales especies de crustáceos que se encuentran en el Refugio están: cangrejo azul (*Cardisoma crassum*), cangrejo violinista (*Uca rapax*), cangrejo caraña de mangle (*Goniopsis pulchra*) y cangrejo rojo (*Ucides occidentalis*) (Gámez Vallejo, 2019). El cangrejo azul es el único recurso marisquero que tiene importancia económica en la provincia de Esmeraldas y ciudad de Esmeraldas (Cuadro 4).

En esta provincia se registran 212 comerciantes mayoristas y minoristas del crustáceo azul, así como 180 recolectores de cangrejo azul en la ciudad de Esmeraldas. (Ministerio de Acuicultura y Pesca, s. f.). Según Gámez Vallejo (2019), el cálculo realizado en el estudio determinó que existen 4.5 meses buenos (15 de febrero - 15 de junio) de alta recolección (10 cangrejos/día/recolector) y existen 7.5 meses malos (15 de mayo -15 de diciembre) de recolección baja (3 cangrejos/día/recolector). El método de recolección para este recurso sigue siendo de la manera tradicional, donde los recolectores los extraen del fango con las manos y los colocan en canastas.

La primera veda para el crustáceo inicia el 15 de enero al 15 febrero y la segunda veda comprende del 15 de agosto al 15 de septiembre, por lo tanto, durante ese tiempo está prohibida la captura, transporte y comercialización de este recurso (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca, s. f.).

Cuadro 4

Estimación de la cantidad de cangrejos recolectadas al año en el Refugio de Vida Silvestre Manglar

Estuario Río Esmeraldas para el año 2021

Especies	Cantidad recolectada/persona/día	Cangrejo/meses altos (4.5 meses)	Cangrejo/meses bajos (7.5 meses)	Cantidad recolectada/ año
Cangrejo azul (<i>Cardisoma crassum</i>)	10 cangrejos/día 3 cangrejos/día	243,000	121,500	364,500

Nota. Adaptado de Gámez Vallejo (2019)

Según información recolectada en el Mercado Municipal de Esmeraldas, el precio de venta del cangrejo azul es de USD 1.00/Unidad. En el Cuadro 5, utilizando la estimación de la cantidad recolectada de cangrejo/año, se calcula el valor de USD 364,000 esta especie por año en el Refugio de Vida Silvestre Manglar Estuario Río Esmeraldas.

Cuadro 5

Estimación del valor del cangrejo azul en Refugio de Vida Silvestre Manglar Estuario Río Esmeraldas, 2021

Especies	Precio unitario USD	Estimación del número de cangrejos capturados por año.	Valor de cangrejo azul por año. USD
Cangrejo azul	1.00	364,500	364,500

Valoración Económica del Carbono Fijado: Mangle Rojo

Los servicios ambientales se han convertido en el intento de captación de renta forestal que ayuda a mantener a los bosques ante otros usos (Ruíz et al., 2007). Sin embargo, el pago por servicios ambientales de bosques de manglar no necesariamente tiene que estar relacionado directamente con la existencia de un mercado para éstos (Ruíz et al., 2007).

Bruno (2019) desarrolló en el Refugio de Vida Silvestre Manglar Estuario Río Esmeraldas una estimación sobre el potencial de captura de carbono/ha para la especie de mangle rojo mediante

ecuaciones alométricas, considerando la biomasa aérea de la especie. Es importante recalcar que estas ecuaciones se utilizan para describir la relación entre los parámetros medibles (altura, biomasa, diámetro a la altura del pecho, entre otras) (Centro para la Investigación Forestal Internacional, 2006). La investigación por Bruno (2019) fue la base para realizar el cálculo de valoración económica del carbono fijado en el Refugio. Para el cálculo de la estimación de hectáreas de manglar se consideró el área de bosque nativo de manglar (Cuadro 6).

Cuadro 6

Estimación del número de hectáreas de manglar en el Refugio de Vida Silvestre Manglar Estuario Río Esmeraldas, 2021

Especie	Ton CO ₂ /hectáreas	Hectáreas de manglar
Mangle rojo	446.96	170.1

Nota. Adaptada de Bruno (2019)

Mercado de Cumplimiento de carbono

Para calcular el valor económico del carbono fijado por el manglar, se utilizó la estimación de Bruno (2019) para carbono rojo, la cual fue proyectada al área de estas especies en el manglar (Cuadro 6). Para este caso, se utilizó un tipo de mercado de cumplimiento o mercado regulado, el cual es utilizado por empresas o gobiernos, porque tienen que dar cuentas de sus emisiones de gases de efecto invernadero (International Carbon Action Partnership [ICAP], 2018). Por ello, el Cuadro 7 indica el valor de pago por parte del Sistema Europeo de Negociación de CO₂ (SENDECO₂) y una referencia del valor de un Certificado de Reducción de Emisiones (CER) a julio del 2021.

Cuadro 7

Entidad de Mecanismo de Desarrollo Limpio y precio actual del CER

Entidad	País de origen	Año de cotización	Precio tonelada de CO ₂ (USD)	Fuente oficial
SENDECO ₂	España	2018	22.57	SENDECO2
Precio actual del mercado		2021	32.8	IKIWI

Bruno (2019) Mediante los resultados de la presente investigación, se determinó que la cantidad de CO₂ almacenado en *Rhizophora mangle* ubicado dentro del RVSMERE, fue de 446.94 ton/ha de CO₂, lo que equivale a 76,024.49 ton CO₂ en las 170.1 ha que comprende el manglar. A partir de la utilización de la Ecuación [1] Morales Sislema y Vázquez Vázquez (2019), se procedió al cálculo del valor económico del Co₂ del Refugio (Cuadro 8).

$$Ve = CO_2 \times \text{Precio de mercado} \quad [1]$$

Donde:

- Ve: Valoración económica en dólares de carbono.
- CO₂: Dióxido de carbono capturado en toneladas/hectáreas.

El valor económico del Refugio en el año 2021 comprende el valor del carbono fijado, considerando como referencia el mangle rojo el cual asciende a USD 2,493,603.40. Este valor se calcula considerando el precio de un Certificado de Reducción de Emisiones con la última cotización de mercado obtenida.

Cuadro 8

Valoración económica del CO₂ capturado en mangle rojo para Mecanismo de Desarrollo Limpio

Especie utilizada	Carbono fijado (Tn Co ₂ /ha)	Área del manglar (Hectáreas)	Valor de CER (USD)	Valor económico total de CO ₂ fijado (USD)
Mangle rojo	446.94	170.1	32.8	2,493,603.40

Nota. Adaptado de IKIWI (2021)

Conclusiones

El Refugio de Vida Silvestre Manglar Estuario Río Esmeraldas cuenta con 170.1 ha de bosque de mangle y matorrales. No se evidencia presencia de asentamientos humanos dentro del área protegida. Sin embargo, existe un área destinada a la industria de camarón y la comunidad de la periferia depende de las actividades pesqueras y marisqueras. Además, estas actividades representan una presión para el Refugio. Adicionalmente, el Plan de Manejo del Refugio está vigente desde el año 2015, por tanto, no existe información actualizada de los cambios en el RVSMERE.

La literatura evidenció que el cangrejo azul es la única especie procedente del Refugio con importancia económica en la ciudad y provincia de Esmeraldas; la concha negra ya no se extrae desde hace 5 años.

El precio de mercado para el cangrejo azul extraído del Refugio es de USD 364,500/año y el valor económico del carbono fijado en el manglar es de USD 2,493,603.40, considerando el mangle rojo como referencia.

Recomendaciones

Considerando que El Refugio de Vida Silvestre Manglar Estuario Río Esmeraldas es considerado una de las últimas áreas bajo protección de la ciudad de Esmeraldas y provee diversos servicios eco sistémicos, por ello, se recomienda realizar estudios que permitan la cuantificación del valor económico total del manglar a fin de lograr su protección.

Realizar un plan de trabajo para incentivar y asesorar a la Municipalidad de Esmeraldas para que junto a la Prefectura de la Provincia de Esmeraldas trabajen y destinen capital para investigaciones científicas dentro del Refugio de Vida Silvestre Manglares Estuario Río Esmeraldas y que mantengan comunicación con el Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica para que actualicen el Plan de Manejo del Refugio (2015).

Referencias

- Aquae Fundación. (2021). *¿Por qué los humedales son cruciales para la supervivencia de la humanidad?* La Fundación del Agua. <https://www.fundacionaquae.org/los-humedales-vitales-para-la-supervivencia-humana/>
- Código Orgánico del Ambiente (2017). <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/05/Codigo-Organico-del-Ambiente.pdf>
- Universidad de la Costa. (2019). *¿Qué son los servicios ecosistémicos?* [Comunicado de prensa]. Colombia. <https://www.cuc.edu.co/noticias/67-generales/4508-que-son-los-servicios-ecosistemicos>
- Batioja Charcopa, C. R. (2017). *Análisis de la gestión administrativa del Refugio de Vida Silvestre Manglares Estuario Río Esmeraldas* [Tesis]. Universidad Católica del Ecuador, Sede Esmeraldas, Esmeraldas, Ecuador. <https://repositorio.pucese.edu.ec/bitstream/123456789/997/1/BATIOJA%20CHARCOPA%20CLARA%20RAQUEL.pdf>
- Blanco, L. (2019). *Mangle negro: características, taxonomía, hábitat y usos*. Lifeder. <https://www.lifeder.com/mangle-negro/>
- Bosque Sendra, J. y García, R. (2000). El uso de los sistemas de información geográfica en la planificación territorial. *Anales De Geografía De La Universidad Complutense*(20), 49–67.
- Bruno, K. (2019). *Evaluación del potencial de captura de carbono por la especie (rhizophora mangle) mediante ecuaciones alométricas en el refugio de vida silvestre manglares del estuario río esmeraldas trabajo no experimental* [Tesis]. Universidad Agraria del Ecuador, Guayaquil, Ecuador. <https://cutt.ly/IQWnpWf>
- Carbon market watch. (2010). *Manual del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL): Un recurso para ciudadanos, activistas y ONGs*. Ministerio Federal de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza y Seguridad Nuclear de Alemania. https://carbonmarketwatch.org/wp-content/uploads/2012/03/CDM-Toolkit_Espanol.pdf
- Centro para la Investigación Forestal Internacional. (2006). *¿Qué son servicios ecosistémicos?* https://www2.cifor.org/pes/_ref/sp/sobre/ecosystem_services.htm
- Chami, R., Cosimano, T., Fullenkamp, C. y Oztosun, S. (2019). *La solución de la naturaleza al cambio climático: Carbono azul*. IFM. Finanzas y Desarrollo. <https://www.imf.org/external/pubs/ft/fandd/spa/2019/12/pdf/natures-solution-to-climate-change-chami.pdf>

- Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre, Lexis (2004).
<https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/06/Ley-Forestal-y-de-Conservacion-de-Areas-Naturales-y-Vida-Silvestre.pdf>
- Conservación Internacional Perú. (2019). *¿Qué es carbono azul?* CI.
<https://www.conservation.org/peru/novedades/2019/10/29/qu%C3%A9-es-carbono-azul>
- Contreras Araque, A. (2016). Valoración económica del servicio ecosistémico de soporte a la pesquería provisto por el ecosistema demanglar en la Ciénaga Grande de Santa Marta(18).
<https://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/divBiolMexEPais8.pdf>
- Coordinación Universitaria de Observatorios Metropolitanos. (2013). *Manual operativo para la utilización del sistema de información geográfica Quantum GIS 1.8*. Universidad Veracruzana.
<https://www.uv.mx/cuo/files/2013/05/Manual-QGIS-CUOM.pdf>
- Córdova, S. (2019). *Camaroneras y medio ambiente*. ESRI.
<https://www.arcgis.com/apps/Cascade/index.html?appid=3e684000e7994030aca13bb172752cf1>
- Díaz, J. (2011). Una revisión sobre los manglares: características, problemáticas y su marco jurídico. importancia de los manglares, el daño de los efectos antropogénicos y su marco jurídico: Caso sistema lagunar de Topolobampo. *Ra Ximhai*, 7(3), 355–369.
<https://www.redalyc.org/pdf/461/46121063005.pdf>
- Eguren, L. (2004). *El mercado de carbono en América Latina y el Caribe: balance y perspectivas*. *Medio ambiente y desarrollo: Vol. 83*. GTZ.
https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5620/1/S043136_es.pdf
- Erazo Álvarez, A. B. (2014). *Uso estratégico del mangle para el desarrollo turístico en el cantón San Lorenzo, provincia de Esmeraldas* [Tesis]. Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.
<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/2476/1/T-UCE-0004-16.pdf>
- Figuroa, J. (2005). Valoración económica de la biodiversidad: perspectiva de la economía ambiental y ecológica. *Interciencia*, 30(2).
http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442005000200011
- Fondo para el Manejo de las Áreas Protegidas y Vida Silvestre. (2014). *Aprendamos sobre el bosque manglar del Golfo de Fonseca*. CODDEFFAGOLF. <https://cutt.ly/BQWWqPW>
- Futura Carbono (2014). Mercados de carbono. Madrid. Futura Carbono S.L. <https://cutt.ly/XQWmnW8>
- Gámez Vallejo, L. S. (2019). *Cangrejos diurnos del Refugio de Vida Silvestre Manglares Estuario del Río Esmeraldas* [Tesis]. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Sede Esmeraldas, Esmeraldas, Ecuador.
<https://repositorio.pucese.edu.ec/bitstream/123456789/1970/1/GAMEZ%20VALLEJO%20LENIN%20STALIN.pdf>

- González, L., Sol, Á., Pérez, A. y Obrador, J. (2016). Sobrevivencia y crecimiento de mangle negro (*Avicennia germinans* L.) en plantaciones reforestadas y regeneración natural. *Revista Mexicana De Ciencias Agrícolas*(14), 2769–2782. <https://cutt.ly/JQWmU29>
- González Grández, P. G. (2013). *Valoración económica del secuestro de Co2 en plantaciones de Vochysia lomatophylla (Standl) "quillosa" de diferentes edades en el CIFOR Puerto Almendra, Iquitos -Perú* [Tesis]. Escuela de Formación Profesional de Ingeniería en Ecología de Bosques Tropicales, Perú. <https://cutt.ly/oQWmCXq>
- Hernández, L., Molina, D. y Agraz, C. (2017). Servicios ecosistémicos y estrategias de conservación en el manglar de Isla Arena. *Agricultura, Sociedad Y Desarrollo*, 14(3), 427–449. <http://www.scielo.org.mx/pdf/asd/v14n3/1870-5472-asd-14-03-00427.pdf>
- La Hora (2010). Mañana se inauguran cinco puentes en Esmeraldas. *La Hora, Lo Que Necesitas Saber*. <https://lahora.com.ec/noticia/1100997990/maana-se-inauguran-cinco-puentes-en-esmeraldas->
- IKIWI. (2021). *Coeficiente de Estabilización de Referencia (CER) Hoy*. <https://ikiwi.net.ar/coeficiente-de-estabilizacion-de-referencia-cer/>
- International Carbon Action Partnership. (2018). *Sistemas de comercio de emisiones (ETS) en todo el mundo*. Secretaría de la Asociación Internacional de Acción por el Carbono. <https://icapcarbonaction.com/en/component/jnews/mailling/view/listid-0/maillingid-93/listype-1/lang-en-GB>
- Landázuri Benítez, J. E. (2013). *El mercado de carbono en el Ecuador* [Disertación]. Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador. <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/5706/T-PUCE-5861.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Landgrave, R. y Moreno-Casasola, P. (2012). Evaluación cuantitativa de la pérdida de humedales en México. *Invetigación Ambiental*, 4(1), 19–35. <https://proyectopuente.com.mx/wp-content/uploads/2019/05/121-707-1-pb.pdf>
- Life Adaptamed. (2018). *Qué son los servicios ecosistémicos y cómo podemos beneficiarnos de ellos*. <https://www.lifeadaptamed.eu/?p=1113>
- Maldonado Castillo, D. S. (2016). *Análisis geomorfológico para determinar variabilidad costera desde punta súa hasta punta* [Tesis]. Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/11698>
- Marín Muñiz, J. L. y Hernández Alarcón, M. E. (2021). *Los humedales, sus funciones y su papel en el almacenamiento de carbono atmosférico*. INECOL. <https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/ct-menu-item-25/ct-menu-item-27/17-ciencia-hoy/172-los-humedales-sus-funciones-y-su-papel-en-el-almacenamiento-del-carbono>
- Ministerio de Acuicultura y Pesca (s. f.). Finaliza segundo período de veda de cangrejo rojo y azul en Ecuador. Manta, Ecuador. Ministerio de Acuicultura y Pesca.

<http://acuaculturaypesca.gob.ec/subpesca5358-finaliza-segundo-periodo-de-veda-de-cangrejo-rojo-y-azul-en-ecuador.html>

Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (s. f.). Cangrejo rojo y azul en veda. Quito, Ecuador. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. <https://www.agricultura.gob.ec/cangrejo-rojo-y-azul-en-veda/>

Ministerio de Ambiente. (2015). *Plan de manejo del Refugio de Vida Silvestre Manglares Estuario Río Esmeraldas*. MAE. Ficha técnica.

Ministerio de Ambiente y FAO. (2014). *Árboles y Arbustos de los Manglares del Ecuador*. Ministerio del Ambiente de Ecuador; Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/catalog/resGet.php?resId=55818>

Ministerio de Ambiente de Ecuador. (2021). *Áreas Protegidas*. MAE. <https://www.ambiente.gob.ec/areas-protegidas-3/>

Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica (s. f.). Sistema Nacional de Áreas Protegidas. Quito, Ecuador. Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica. <https://www.ambiente.gob.ec/sistema-nacional-de-areas-protegidas/>

Ministerio del Ambiente, Agua Transición Ecológica (2018). Refugio de Vida Silvestre Manglares Estuario Río Esmeraldas, celebró 10 años de creación con un colorido desfile. Esmeraldas. Ministerio del Ambiente, Agua Transición Ecológica. <https://www.ambiente.gob.ec/refugio-de-vida-silvestre-manglares-estuario-rio-esmeraldas-celebro-10-anos-de-creacion-con-un-colorido-desfile/>

Ministerio del Ambiente, Agua Transición Ecológica. (2021). *Usos y coberturas*. Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. <http://ide.ambiente.gob.ec/mapainteractivo/>

Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. (2018). *Shapefiles de de los límites de las Áreas Protegidas y de usos y coberturas del año 2018*. Quito, Ecuador. <http://ide.ambiente.gob.ec/mapainteractivo/>

Morales Sislema, M. P. y Vázquez Vázquez, M. P. (2019). *Valoración económica de la captura de carbono en las especies Podocarpus sprucei y oreocallis grandiflora en el bosque protector aguarongo* [Tesis]. Universidad Politécnica Salesiana, Sede Cuenca, Cuenca, Ecuador. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/16640/4/UPS-CT008067.pdf>

Moreno, P. y Infante, D. (2016). *Conociendo los manglares, las selvas inundables y los humedales herbáceos*. Instituto Literario de Veracruz, S.C.

Moreno-Casasola, P. (Ed.). (2016). *Manglares y selvas inundables*. (1ª ed.). Instituto Literario de Veracruz, S.C.

- Ordoñez, L. (2021). *Carbono azul: así frenamos el cambio climático en Honduras*. Fundación Ayuda en Acción. <https://ayudaenaccion.org/ong/proyectos/america/carbono-azul/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2021). Servicios ecosistémicos y biodiversidad: Servicio de abastecimiento. FAO. <http://www.fao.org/ecosystem-services-biodiversity/background/provisioningservices/es/>
- Otero, M. d. M. (Ed.). (2021). *Manual para la creación de proyectos de carbono azul en Europa y el Mediterráneo*. UICN, Centro de Cooperación del Mediterráneo. <https://cutt.ly/wQO1f6G>
- Palomino, L., Victoria, C., Vinasco, M., Montenegro, S., Forero, V., Valderrama, C. y Barrera, S. (Eds.). *Los servicios ecosistémicos culturales*.
- Parco, P., Pomaquero, D. y Lema, J. (2015). Parques Ecológicos de Ecuador. *Revista Educativa Parques Ecológicos De Ecuador País Pluricultural*. <https://es.calameo.com/read/006144565082918db4976>
- Quintero, D. (2021). El papel de los manglares en la captura y almacenamiento de dióxido de carbono CO₂. Fundación Omacha. <https://omacha.org/manglares-captura-almacenamiento-dioxido-carbono/>
- Regalado, A., Sánchez, L. y Mancebo, B. (2016). *Rhizophora mangle* L. (mangle rojo): Una especie con potencialidades de uso terapéutico. *Journal of Pharmacy & Pharmacognosy Research*, 4(1), 2–3. <https://www.redalyc.org/pdf/4960/496053933001.pdf>
- Ríos del Planeta. (2020). *Río Esmeraldas: todo lo que necesita conocer sobre él*. <https://riosdelplaneta.com/rio-esmeraldas/>
- Ruíz, M., García, C. y Sayer, J. (2007). Los servicios ambientales de los bosques. *Revista Científica Y Técnica De Ecología Y Medio Ambiente*, 16(3), 81–90. <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/95>
- Servicio Nacional de Estudios Territoriales. (s.f.). *Geoformas costeras: Deltas*. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. http://mapas.snet.gob.sv/oceanografia/geoCostera0909/3_Deltas.pdf
- Stiglitz, J. E. (2012). *El precio de la desigualdad: El 1 por ciento de la población tiene lo que el 99 por ciento necesita* (A. Pradera, Trad.). *Pensamiento*. Taurus. <http://repositorio.dle.es/epub.vm?id=0000019673.epub>
- Thomas, M., Ezcurra, P. y Aburto, O. (2015). Los manglares almacenan toneladas de carbono. DataMares. <https://datamares.org/stories/los-manglares-almacenan-toneladas-de-carbono/?lang=es>
- Unión Europea. (2009). *Bienes y servicios ecosistémicos: Servicio de regulación*. UE. https://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/Eco-systems%20goods%20and%20Services/Ecosystem_ES.pdf

Uribe, E. (2015). *El cambio climático y sus efectos en la biodiversidad en América Latina*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/39855/S1501295_en.pdf?sequence=1

Yáñez, A., Twilley, R. y Lara, A. (2021). Los ecosistemas de manglar frente al cambio climático global. *Madera Y Bosques*, 4, Artículo 2. <https://www.redalyc.org/pdf/617/61740202.pdf>

Zamora, N., González, J. y Poveda, L. (1999). *Árboles y Arbustos del Bosque Seco de Costa Rica*. Instituto Nacional de Biodiversidad. http://www.crbio.cr:8080/neoportallweb/species/Laguncularia%20racemosa?fbclid=IwAR2DnkPS3ucaVjh4ncpQoSqmbLvYAJpVzojo4WZ0t_kfFyBoKAq34rf_9I