

Actual ecosistema de manglar en Honduras

INVENTARIO NACIONAL FORESTAL

Autor
Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre (ICF)

Ministro de ICF
Mario Antonio Martínez Padilla

Responsables del Inventario Nacional Forestal
Fredy Amed Posas (Jefe ICF-DMDF)
Betina Elizabeth Salgado (Coordinadora INF)

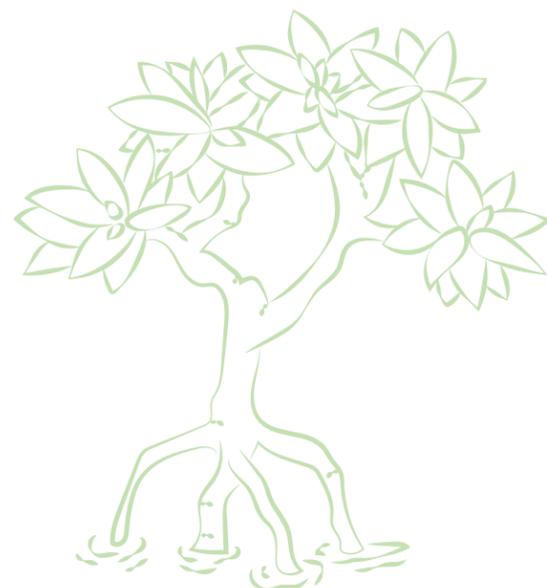
Equipo Asociación GOAL Internacional
Sayri Molina
Daniela Torrez
Mario Argeñal
Erik Casco

Redacción
Manuel Enrique Erazo
Fernando Padilla Duarte

Revisión
Marcela Olguín (USDAFS)
Charles "Chip" T. Scott (Consultor USDAFS – IP)
Richard MacKenzie (USDA-USFS)
Craig Wayson (SilvaCarbon)
Andrew Lister (USDAFS)
Alma Vázquez-Lule (Consultor)

Equipo de Campo INF
Wilson Morales (ICF – R.F. Nor-Occidente)
Germán Rodríguez (ICF – R.F. Atlántida)
Lilibeth del Cid (ICF – R.F. Atlántida)
Ismael Flores (ICF – R.F. Atlántida)
Jorge Romero (ICF – La Mosquitia)
Celso Pavón (ICF – La Mosquitia)
José Alemán (ICF – R.F. Biosfera Río Plátano)
Dilcia Hernández (ICF – R.F. Biosfera Río Plátano)
Oscar Miranda (ICF – R.F. Biosfera Río Plátano)
Melisa Juárez (ICF – R.F. Biosfera Río Plátano)
Yeare García (ICF – R.F. Biosfera Río Plátano)
Claudia Domínguez (ICF-NE de Olancho)
René Aguilera (ICF – Pacífico)
Olga Díaz (ICF – Pacífico)

Equipo de Apoyo
Juan Barahona (FAO/REDD+ Honduras)
Olga Pineda (Herbario – UNAH)
Federico Reconco (Herbario – UNAH)
Elsa Sánchez (UMA – Trujillo)
Michelle Fernández (ZOLITUR)
Santos Arriola (UMA-Juan Francisco Bulnes)
Yanick Wood (UMA-Brus Laguna)
Jesús Alexis Rodríguez (CURLA-UNAH)



Actual ecosistema de manglar en Honduras

INVENTARIO NACIONAL FORESTAL

Contenido

PRESENTACIÓN ICF/GOAL	7	ESTADO FITOSANITARIO	94
AGRADECIMIENTOS	8	CURVAS DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES	96
MARCO INTRODUCTORIO	9	ALMACENES Y DISTRIBUCIÓN DE CARBONO	101
SIGLAS Y ACRÓNIMOS	10	ESTIMACIONES DE CARBONO A NIVEL NACIONAL	102
RESUMEN EJECUTIVO	12	DISTRIBUCIÓN DE CARBONO EN LOS ECOSISTEMAS DE MANGLAR	112
INTRODUCCIÓN	14	AMENAZAS PARA LOS MANGLARES	120
ECOSISTEMAS DE MANGLAR Y SU IMPORTANCIA	17	AMENAZAS A NIVEL GLOBAL	121
DISTRIBUCIÓN DE LOS ECOSISTEMAS DE MANGLAR	18	AMENAZAS PARA LOS MANGLARES DE HONDURAS	124
TIPOS ECOLÓGICOS DE MANGLARES	20	DEFORESTACIÓN EN ECOSISTEMAS DE MANGLE	128
IMPORTANCIA DE LOS ECOSISTEMAS DE MANGLAR	24	ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE MEDICIONES 2017 Y 2021 EN LA ZONA DE LA MOSQUITIA	135
MANGLARES Y CARBONO AZUL	26	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	137
CONTEXTO NACIONAL	28	CONCLUSIONES	138
HUMEDALES DE HONDURAS	29	RECOMENDACIONES	141
CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES DE LAS COSTAS DE HONDURAS	31	BIBLIOGRAFÍAS	142
DISTRIBUCIÓN DE LOS ECOSISTEMAS DE MANGLAR EN HONDURAS	34		
ESPECIES DE MANGLARES EN HONDURAS	40		
COLECTA Y PROCESAMIENTO DE DATOS	50		
DISTRIBUCIÓN Y DISEÑO DE UNIDADES DE MUESTREO	51		
DISEÑO DE UNIDADES DE MUESTREO	53		
MEDICIÓN DE VARIABLES	54		
MUESTREO DE SUELOS	58		
COLECTA DE DATOS DE CAMPO	60		
PROCESAMIENTO DE DATOS DE CAMPO	63		
PROCESAMIENTO DE LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE CARBONO	68		
ANÁLISIS Y RESULTADOS	71		
CLASES DE USO DEL SUELO	72		
INFORMACIÓN DASOMÉTRICA DE LOS ECOSISTEMAS DE MANGLAR	76		
VOLUMEN DE MADERA	87		
REGENERACIÓN	91		



PRESENTACIÓN ICF/GOAL

El Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre (ICF) en coordinación con la Asociación GOAL Internacional, culminaron el proceso que constituyó la elaboración del presente documento “Estado Actual del Ecosistema de Manglar en Honduras”. Esta importante obra es fruto del convenio entre GOAL e ICF; quien a través del Departamento de Manejo y Desarrollo Forestal (DMDF) junto con diferentes actores multisectoriales y multiniveles hicieron posible el desarrollo satisfactorio del mismo.

Este documento representa una evaluación de las regiones costeras con ecosistema de manglar a nivel nacional, el cual se fundamenta en la medición de las variables que conforman los criterios e indicadores establecidos para las estimaciones del Inventario Nacional Forestal (INF). Los resultados generados con datos colectados entre los años 2017-2021, ilustran la actualidad de los manglares en el país, incluyendo la cuantificación de potenciales perturbaciones y amenazas. Este documento también atenderá las demandas de información del sector público, privado, academia, investigación, cooperación internacional y de la población en general.

Esta obra constituye un significativo aporte al Sector Forestal del país, de manera especial para los tomadores de decisiones en materia de políticas públicas orientadas al manejo sostenible y conservación del ecosistema de manglar. Por otra parte, representa una línea base para el desarrollo de futuros estudios relacionados con este ecosistema.

El gobierno de Honduras, a través del ICF, reafirma su compromiso de continuar generando estudios, que permitan tomar medidas y acciones fundamentadas en procesos de carácter científico, para fomentar el manejo sostenible de los ecosistemas de manglar en el país, así como garantizar una producción continua de bienes y servicios ambientales que contribuyan al desarrollo territorial, inclusivo y ambiental del País.



AGRADECIMIENTOS

El Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre (ICF), reconoce la importante participación de diferentes actores en la elaboración de la presente obra, a los cuales les agradece profundamente.

A la Asociación GOAL Internacional a través del Proyecto Resiliencia de la Economía Azul y del Ecosistema Costero del Norte de Honduras (MiPesca), por proporcionar el financiamiento para completar los levantamientos de campo de las unidades de muestreo (UM) en los ecosistemas de manglar, incluyendo el desarrollo de una metodología de muestreo de suelo para cuantificar los contenidos de carbono. Además, de su aporte en el proceso de redacción de la obra.

A la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), a través del “Proyecto Mejoramiento de Cuencas Costeras y Medios de Vida”, con fondos de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), por el financiamiento de los levantamientos de campo en los ecosistemas de manglar de la Región del Pacífico.

Al Banco Interamericano de Desarrollo (BID), a través del “Proyecto BID Manglares”, por el financiamiento de los levantamientos de campo en los ecosistemas de manglar de la Región de La Mosquitia.

Al Servicio Forestal de Los Estados Unidos de América a través de la Unidad de Programas Internacionales (USDAFS-IP) y al Programa SilvaCarbon por el asesoramiento técnico en los procesos de capacitación para el desarrollo de las actividades de campo, procesamiento y análisis de información.

A la Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente (MiAmbiente+) y a la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), a través del Proyecto REDD+ Honduras, por el apoyo técnico en los levantamientos de campo en las diferentes regiones de los ecosistemas de manglar del país.

A la Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH), a través del Herbario TEFH “Cyril Hardy Nelson Sutherland”, de la Escuela de Biología, por el apoyo técnico en el proceso de capacitación, recolección, identificación y almacenamiento de muestras botánicas.

Al Fondo Nórdico para el Desarrollo (NDF) y al Banco Interamericano de Desarrollo, a través de (BIDILAB), Laboratorio de Innovación del Grupo BID, financiadores del proyecto MiPesca.

A los demás actores que tuvieron una participación destacada en los diferentes levantamientos de campo; como son; la Comisión Administradora Zona Libre Turística de Islas de la Bahía (ZOLITUR), el Comité para la Defensa y Desarrollo de la Flora y Fauna del Golfo de Fonseca (CODDEFFAGOLF), el Centro Universitario Regional del Litoral Atlántico (CURLA), la Fuerza Naval de Honduras, la Municipalidad de Guanaja, Islas de la Bahía, la Municipalidad de Juan Francisco Bulnes, Gracias A Dios, la Municipalidad de Trujillo, Colón, los Concejos Territoriales Indígenas de La Mosquitia y los actores locales que participaron en el proceso.



MARCO INTRODUCTORIO

SIGLAS Y ACRÓNIMOS

RESUMEN EJECUTIVO

INTRODUCCIÓN

SIGLAS Y ACRÓNIMOS

AFE-COHDEFOR:	Asociación Forestal del Estado, Corporación Hondureña de Desarrollo Forestal
BID:	Banco Interamericano de Desarrollo
CBM:	Corredor Biológico Mesoamericano
CIPF:	Centro de Información y Patrimonio Forestal
CN:	Comunicaciones Nacionales
CO ₂ :	Dióxido de carbono
CODDEFFAGOLF:	Comité para la Defensa y Desarrollo de la Flora y Fauna del Golfo de Fonseca
CONABIO:	Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad
CURLA:	Centro Universitario Regional del Litoral Atlántico
DAP:	Diámetro a Altura del Pecho
DMDF:	Departamento de Manejo y Desarrollo Forestal
EMSA:	Estrategia Mesoamericana de Sustentabilidad Ambiental
ENF:	Evaluación Nacional Forestal de Honduras
ENFB:	Evaluación Nacional Forestal y Biodiversidad
FAO:	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
FORCUENCAS:	Proyecto Fortalecimiento de la Gestión Local de los Recursos Naturales en las Cuencas de los Ríos Patuca, Choluteca y Negro
FRA:	Evaluación de Recursos Forestales
GOAL:	Asociación GOAL Internacional
ha:	Hectáreas
IBA o BUR:	Informes Bienales de Actualización
ICF:	Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre
IDW:	Ponderación de Distancia Inversa
INF:	Inventario Nacional Forestal
INGEI:	Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero
IPCC:	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático
ITTO:	Organización Internacional de las Maderas Tropicales
kg:	Kilogramo
m ³ /ha:	Metros cúbicos por hectárea

MiAmbiente+:	Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente
MiPesca:	Proyecto Resiliencia de la Economía Azul y del Ecosistema Costero del Norte de Honduras
MOSEF:	Proyecto Modernización del Sector Forestal de Honduras
NDC:	Contribuciones Nacionales Determinadas
PAN:	Parcela Anidada
PNOT:	Plan Nacional de Ordenamiento Territorial
PNUMA:	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
PRONAFOR:	Programa Nacional Forestal
REDD+:	Reducción de las Emisiones por Deforestación y Degradación de los Bosques
SAG:	Secretaría de Agricultura y Ganadería
SIG:	Sistemas de Información Geográfica
t/ha:	Toneladas métricas por hectárea
tC/ha:	Toneladas métricas de carbono por hectárea
tCO ₂ /ha:	Toneladas métricas de dióxido de carbono por hectárea
TNC:	The Nature Conservancy
UICN:	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
UM:	Unidad de Muestreo
UNAH:	Universidad Nacional Autónoma de Honduras
USAID:	Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional
USDA/FS-IP:	Servicio Forestal de Los Estados Unidos – Programas Internacionales
ZOLITUR:	Comisión Administradora Zona Libre Turística de Islas de la Bahía

RESUMEN EJECUTIVO

Esta obra es un gran avance para la evaluación de los ecosistemas de manglar en Honduras, ya que es el primer reporte a nivel nacional sobre el estado actual de estos ecosistemas en el país. Con esta obra se atenderán las necesidades de información tanto en el ámbito nacional como para el cumplimiento de compromisos internacionales, y sus resultados podrán ser utilizados para la toma de decisiones relacionadas a la conservación y manejo sostenible de los manglares del país.

Los ecosistemas de manglar del país son muy importantes para las poblaciones costeras que en ellas habitan, como resultado de los múltiples bienes y servicios ecosistémicos que reciben de este ecosistema. Por ejemplo, los manglares en Honduras son una barrera contra mareas y huracanes, amortiguan la erosión costera y son la fuente principal para la generación de alimentos, obtención de recursos maderables y no maderables, actividades sociales, culturales y recreativas.

La evaluación de los manglares en Honduras se realizó en base a la metodología desarrollada por el Inventario Nacional Forestal de Honduras (INF), el cual refleja el estado actual de los ecosistemas forestales y de las áreas fuera de bosque del país, teniendo como base la información colectada en campo. Esta información es utilizada para la generación de cálculos y análisis de variables orientadas a la Ordenación Forestal Sostenible.

Los resultados de esta obra fueron generados con datos de campo de 56 unidades de muestreo (UM) establecidas en los ecosistemas de manglar durante el tercer período de muestreo del INF. A continuación, se describen algunos de los resultados más importantes.

Se calcularon y analizaron criterios, indicadores y variables que contempla el INF, los cuales permitieron evaluar las condiciones actuales de los ecosistemas de manglar, así como generar la línea base para futuras remediciones. El área de estudio fue la cobertura total del ecosistema de manglar en Honduras, la cual de acuerdo con cifras del Mapa Forestal y Cobertura de la Tierra (ICF, 2014) fue equivalente a 51,970.85 hectáreas (cerca del 1 % de la cobertura de bosque en Honduras).

Los manglares mostraron condiciones óptimas y un buen estado fitosanitario en las cuatro regiones evaluadas (Islas de la Bahía, Atlántico, La Mosquitia y el Pacífico). Los porcentajes de sanidad fueron equivalentes a: 92.4% en el Pacífico; 82.6% en La Mosquitia; 88% en el Atlántico; y 79.7% en Islas de la Bahía. El promedio ponderado por área de sanidad para los manglares de Honduras fue de 90.6%.

En promedio, el 53% de los manglares de Honduras presentaron un grado de desarrollo maduro, el 34% medio y el 13% joven. Las tasas de regeneración en estos ecosistemas

fueron de 2,370 plántulas/ha en la región del Atlántico, hasta las cifras más altas que superaron las 7,000 plántulas/ha en la región del Pacífico.

La densidad de árboles a nivel de hectárea mostraron diferencias en las regiones evaluadas, registrándose en promedio 404 árboles/ha en la región del Atlántico, 325 árboles/ha en Islas de la Bahía, 269 árboles/ha en la región del Pacífico y 133 árboles/ha en La Mosquitia. La mayoría de estos árboles fueron de la clase diamétrica de 10 cm a 20 cm.

A nivel nacional la especie con el Índice de Valor de Importancia (IVI) más alto, es decir de mayor importancia ecológica, fue *Rhizophora mangle* (mangle rojo), seguida de *Laguncularia racemosa* (mangle blanco), *Avicennia germinans* (mangle negro) y *Conocarpus erectus* (mangle botoncillo).

El volumen promedio a nivel de hectárea de los manglares fue diferente en las regiones evaluadas. Los valores de volumen maderable más altos se presentaron en la región del Atlántico (246.1 m³/ha), seguido de La Mosquitia con 165.2 m³/ha, después por la región del Pacífico con 96.3 m³/ha, y finalmente Islas de la Bahía con 80.4 m³/ha.

Los ecosistemas de manglar son soluciones basadas en la naturaleza para acciones de mitigación y adaptación frente al cambio climático global. Así, los ecosistemas de manglar de Honduras en promedio almacenaron 346.6 toneladas de carbono por hectárea (tC/ha) en sus diferentes depósitos (aéreo, subterráneo, necromasa, hojarasca y suelo). De este porcentaje el 80.3% se concentró en los suelos de estos ecosistemas.

Los manglares de Honduras mostraron diferencias en sus porcentajes de perturbaciones humanas. El mayor porcentaje de perturbación se presentó en la región del Pacífico con 54.5%, seguido de un 49.5% en Islas de la Bahía, un 28.4% en el Atlántico y un 24.3% en La Mosquitia. Las perturbaciones humanas fueron producto de la extracción de leña, productos no maderables, botaderos de basura y la expansión urbana.

En Honduras a nivel nacional en promedio se perdieron cerca de 68.0 ha de manglar, de acuerdo al Mapa de Pérdidas por Deforestación 2000-2018 del ICF. Esta pérdida representó cerca de 28,444.7 tC/año.

Aproximadamente el 95% de las superficies de manglar deforestadas en Honduras se localizaron en la región del Pacífico, donde la expansión de las industrias camaroneras y salinas han sido la causa principal de estas pérdidas.

Con las futuras remediciones en las unidades de muestreo establecidas durante los siguientes años, será posible evaluar la dinámica de cambios de las diferentes variables estimadas en los ecosistemas de manglar, y así obtener resultados que sigan contribuyendo al proceso de toma de decisiones informadas para un mejor manejo y conservación de los ecosistemas de manglar en el país.



INTRODUCCIÓN

Los manglares son ecosistemas costeros importantes a nivel mundial, ya que generan múltiples bienes y servicios ambientales aprovechados por las poblaciones humanas. Además, brindan numerosos impactos positivos en los procesos naturales del entorno y de otros ecosistemas, beneficiando de manera directa e indirecta a la flora y fauna terrestre y acuática.

Los manglares se desarrollan en la zona costera de países tropicales y subtropicales, en áreas donde se mezcla el agua de mar y el agua epicontinental de ríos, lagunas y subterránea. Las especies de flora y fauna que en ellos habitan presentan adaptaciones fisiológicas y estructurales especiales para desarrollarse en condiciones de salinidad, y en áreas constantemente inundadas y expuestas al efecto de mareas y vientos. Estas condiciones generan un frágil equilibrio que puede ser alterado por perturbaciones naturales o antropogénicas, como los huracanes y los cambios de uso de suelo.

Los ecosistemas de manglar cubren aproximadamente 135,882 km² distribuidos en más de 123 países (GMW, 2021; Bunting et al., 2018). Estos ecosistemas representan menos del 1% de los bosques tropicales del mundo, y menos del 0.4% de todos los bosques (Spalding, Kainuma, & Collins, 2010). Según estudios de la Organización Internacional de las Maderas Tropicales (ITTO), los manglares a nivel mundial se encuentran amenazados, dado que se estima que su superficie ha disminuido alrededor del 20% desde 1980. Así, al menos un 25% de los manglares presentan un nivel de degradación entre moderado y severo, debido a un manejo deficiente de estos recursos y a una creciente demanda del uso de zonas costeras para el desarrollo urbano, la acuicultura y agricultura (ITTO, 2017)(Goldberg et al., 2020).

Los ecosistemas de manglar son catalogados como recursos ecológicos y económicos invaluable que ofrecen protección contra la erosión de las costas. También son sitios de acumulación de nutrientes, carbono y contaminantes, y son fuente de materiales para la construcción (uso maderable). Los manglares son uno de los ecosistemas más productivos del planeta por la gran cantidad de CO₂ que capturan de la atmósfera y fijan en biomasa, el carbono orgánico autóctono (producido en el manglar) y alóctono (importado de otros ecosistemas) que almacenan en sus suelos, y el carbono que exportan hacia las zonas estuarinas y marinas aledañas (Sánchez-Páez, 2004).

Los manglares son el hábitat de una gran cantidad de especies de peces, crustáceos y moluscos, los cuales en muchos casos son la base de alimentación de las comunidades y pueblos que habitan en el manglar (ej. camarones,

jaibas, cangrejos, curil y casco de burro). Los ecosistemas de manglar alojan una gran riqueza y diversidad de mamíferos y reptiles, donde se produce una relación estrecha y frágil entre la vida terrestre y acuática. También son zonas de descanso y anidación para especies de aves que realizan largas migraciones. Además, en los manglares se colectan plantas medicinales de gran valor y utilidad para las poblaciones locales, como es el cedro macho (*Carapa guianensis*), del cual se extrae el aceite de "swa". Los canales de los manglares también son un medio de transporte y de comunicación para las comunidades, que usan canoas y lanchas para movilizar personas y productos sin alterar ni contaminar el entorno (WRM, 2014). Un mayor entendimiento de la dinámica natural y la influencia antropogénica en los ecosistemas de manglar requiere de información precisa, actualizada y de carácter científico, respaldada por la colecta de datos, procesamiento, análisis y reporte sobre el estado actual de estos ecosistemas. Esta información es fundamental para diseñar estrategias y tomar decisiones informadas sobre el manejo, conservación y aprovechamiento de los manglares.

No obstante, la investigación en ecosistemas de manglar es escasa en la mayor parte de los países, y Honduras no es la excepción. En Honduras se cuenta con poca información documentada a nivel nacional sobre el estado actual de los manglares, ya que los estudios han sido aislados o enfocados a áreas o regiones específicas. Varios de estos estudios han sido desarrollados por proyectos de corto plazo y por instituciones con fines educativos.

Existen varias metodologías para el estudio de las variables estructurales de los ecosistemas de manglar (ej. alturas, diámetros, áreas basales, biomasa). Estas variables pueden ser evaluadas mediante métodos directos en campo o de manera indirecta a través del análisis de imágenes o productos satelitales. El mejor de los escenarios es una combinación de ambas metodologías.

Honduras cuenta con el *Mapa Forestal y Cobertura de la Tierra de Honduras 2014*, elaborado mediante el uso de imágenes satelitales y herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG). Los resultados de este producto muestran una superficie de la cobertura forestal de 5,384,424.88 ha, representando un 48% de la superficie total de país. De la totalidad de cobertura forestal, los ecosistemas de manglar cubren 51,970.84 ha, representado el 1.0% de la cobertura forestal de Honduras (ICF, 2014).

También Honduras cuenta con el Inventario Nacional Forestal (INF), diseñado y establecido para evaluar el estado de los recursos forestales y áreas fuera de bosque, mediante la medición de variables asociadas a criterios e indicadores orientados a la ordenación forestal sostenible (FAO, ICF, 2017).

Esta obra tiene el objetivo de dar a conocer el estado actual de los ecosistemas

de manglar de Honduras, a partir de una evaluación cualitativa y cuantitativa de las variables estructurales y forestales de los manglares bajo el contexto de la metodología establecida por INF. Adicionalmente, incluye resultados de muestreo en suelos de manglar para la cuantificación del contenido de carbono orgánico almacenado a 1 m de profundidad, así como el reporte de las principales amenazas en este ecosistema.

En esta obra se muestran los resultados de la colecta de datos de campo en los ecosistemas de manglar de Honduras durante el tercer ciclo de medición del INF en el país. Estos datos fueron colectados durante 2017 a 2021, en 56 unidades de muestreo (UM) distribuidas aleatoriamente en los manglares del país. Brevemente, durante el primer ciclo de muestreo del INF en Honduras (2005-2006) solo se colectaron datos de campo en los manglares del país en una unidad muestreo. Para el segundo ciclo de medición (2011-2016) se colectó datos en la UM establecida durante el primer ciclo y se agregó una segunda UM. Para el tercer ciclo de medición (2017-2021), se identificó que la cobertura de manglares no estaba adecuadamente representada en las colectas de campo y se realizó el establecimiento y esfuerzo de colecta en 54 UM. Así durante este último ciclo se evaluó las primeras dos UM de los ciclos anteriores, más las 54 UM recientemente establecidas. Con este incremento de esfuerzo de campo es que se generan los resultados de esta obra.

Con los productos derivados de esta obra se genera una perspectiva actualizada de los ecosistemas de manglar y una línea base para su monitoreo. También se da a conocer su dinámica ecológica, su importancia socioeconómica para las poblaciones que en ellos habitan y se identifican las amenazas que alteran su equilibrio ecológico. Además, se atienden las demandas y necesidades de información nacional y se apoya al cumplimiento de los compromisos internacionales del país en materia de conservación y cambio climático (ej., Reporte del Nivel de Referencia de Emisiones Forestales ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC)).

La oportunidad de poder generar resultados a nivel nacional para los ecosistemas de manglar en Honduras representa un avance de gran importancia para el país, considerando que solo existen reportes a escalas locales y en ocasiones las estadísticas nacionales han sido tomadas de fuentes regionales a nivel Centroamérica.

La meta de este esfuerzo es ser una herramienta que permita la difusión del conocimiento actual de los ecosistemas de manglar en el país y el documento oficial que reporte la distribución, características forestales y el carbono almacenado en estos ecosistemas. También es ser un instrumento técnico de apoyo para la toma de decisiones informadas relacionadas a la conservación y sostenibilidad de los ecosistemas de manglar en Honduras.



ECOSISTEMAS DE MANGLAR Y SU IMPORTANCIA

*DISTRIBUCIÓN DE LOS ECOSISTEMAS DE MANGLAR
TIPOS ECOLÓGICOS DE MANGLARES
IMPORTANCIA DE LOS ECOSISTEMAS DE MANGLAR
MANGLARES Y CARBONO AZUL*



DISTRIBUCIÓN DE LOS ECOSISTEMAS DE MANGLAR

El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), define que los manglares se distribuyen en dos zonas geográficas: a) la subregión del “Indo Oeste Pacífico” (*Indo West Pacific*, en inglés) y b) la subregión “Atlántico Este Pacífico” (*Atlantic East Pacific*, en inglés). La subregión “Indo Oeste Pacífico” es el centro de origen y distribución de los manglares del mundo y cuenta con la mayor diversidad de especies. Esta región se extiende desde el Este de África, las costas del Océano Índico, la región de Indo-Malasia (complejo de islas de Indonesia, Malasia y países vecinos), hasta la región Australasia (zona costera de Oceanía y Asia). La subregión “Atlántico Este Pacífico” se extiende desde el Oeste de África, costas del Océano Atlántico en el Este de América hasta el Oeste de América en el Océano Pacífico (Ilustración 9).

El hábitat idóneo de los manglares se ubica en la franja central de nuestro planeta conocida como el Ecuador. En esta área se presentan las condiciones óptimas para el desarrollo de los manglares, como las corrientes oceánicas, mareas, nutrientes, temperatura del agua y del aire, entre otros factores (PNUMA-WCMC, 2014).

Cerca del 75% de los manglares del mundo se encuentra en 15 países: Indonesia, Brasil, Malasia, Papúa Nueva Guinea, Australia, México, Nigeria, Myanmar, Venezuela, Filipinas, Tailandia, Bangladesh, Colombia, Cuba y Estados Unidos, y solo cerca del 7% se encuentra protegido dentro de la red de áreas protegidas existentes. Así, estos ecosistemas tienen una mayor distribución en Asia (42%), seguido de África (20%), América del Norte y América Central (15%), Oceanía (12%) y América del Sur (11%). Los límites latitudinales de distribución de los manglares van desde los 31°22' N en Japón y 32°20' N en Bermuda, hasta los 38°45' S en Australia, 38°59' S en Nueva Zelandia y 32°59' S en la costa Este de Sudáfrica, con una mayor distribución entre las latitudes 5°N a 5°S (Giri, y otros, 2010).

En el mundo existen alrededor de 70 especies de manglar, distribuidas en 30 géneros y 17 familias (Polidoro et al., 2010). La distribución de las especies de manglar está condicionada por una serie de factores ambientales y físicos, como las corrientes oceánicas, la temperatura del agua de mar, las barreras de escala continental de África y la vasta extensión del Océano Pacífico Oriental. En consecuencia, solo los géneros de *Avicennia*, *Acrostichum* y *Rhizophora* se encuentran comúnmente distribuidas en todo el mundo.

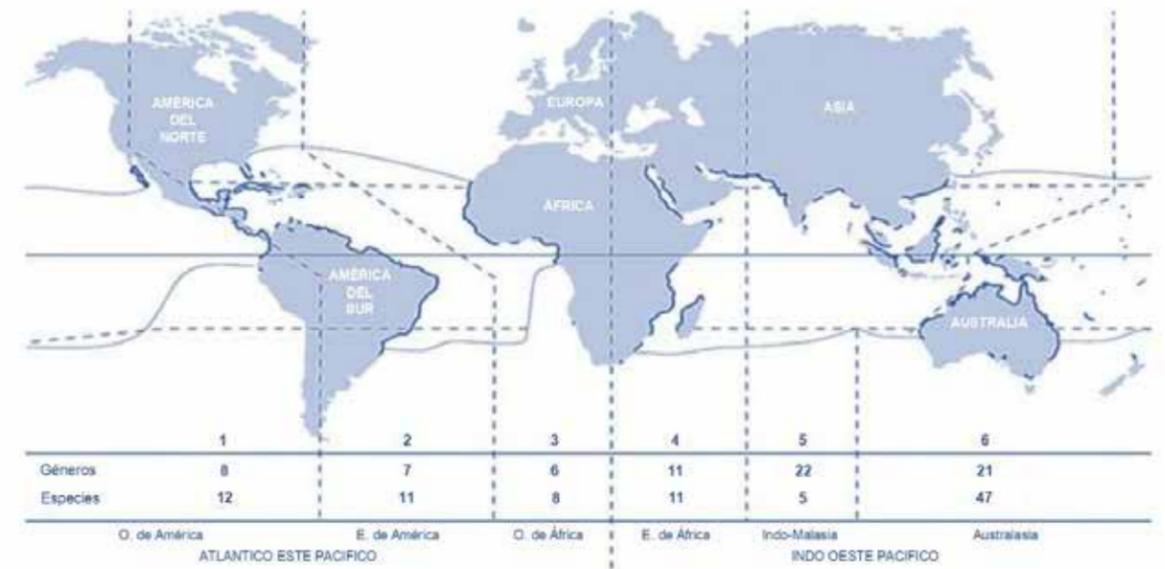
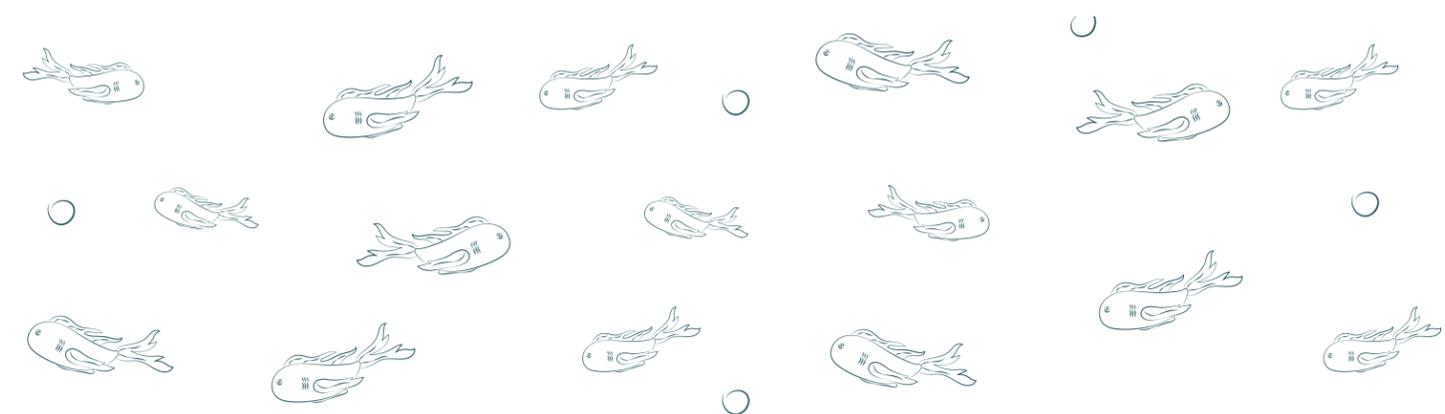


Ilustración 1. Subregiones geográficas de los manglares a nivel mundial
Fuente: Manglares (Alongi D.M., 2016)



TIPOS ECOLÓGICOS DE MANGLARES

Los manglares pueden diferenciarse en tipos ecológicos de acuerdo con las características geomorfológicas donde se distribuyen (ej., deltas, lagunas o estuarios), la microtopografía (i.e., cambios en la elevación del terreno), el intercambio mareal y los aportes superficiales y subterráneos de agua dulce (Twilley et al., 1999). En los diferentes tipos ecológicos de manglar es posible observar variaciones en el desarrollo estructural de las especies que componen el ecosistema, como lo es en sus alturas, densidades y especies dominantes (Maya Duque, Lago Cruz, & Barquero, 2008). Los tipos ecológicos de manglar son: ribereño, de borde, de barra, de cuenca, de islote y enano.



Ilustración 2. Manglares ribereños del Río San Juan, Refugio de Vida Silvestre Cuero y Salado. Departamento de Atlántida, Honduras. Foto: Equipo del INF

Manglares ribereños

Se encuentran a lo largo del cauce de los ríos. En Honduras usualmente estos manglares alcanzan alturas de más de 30 m, en respuesta a la cantidad de nutrientes disponibles para su desarrollo debido a una mayor exposición al intercambio mareal y el aporte de agua epicontinental.

Así, cuando la marea baja los nutrientes se sedimentan en las raíces y éstos son utilizados por los manglares. Para el caso de Honduras, *Rhizophora mangle* (mangle rojo) es la especie de manglar que se presenta en este tipo ecológico de manglar. *Avicennia germinans*, *A. bicolor* (mangle negro) y *Laguncularia racemosa* (mangle blanco) se presentan usualmente al interior de este tipo ecológico, en zonas de microtopografía más elevada

(Venemedia Comunicaciones, 2015). Un ejemplo de manglares ribereños en Honduras son los del río San Juan, en el departamento de Atlántida (Ilustración 12).

Manglares de borde

Los manglares de borde se ubican en bahías y lagunas con arrecifes protegidas por barreras. Los árboles de manglar no superan los 20 m de altura, y en Honduras tienen un alto riesgo de contaminación por derrames de petróleo, debido a su conexión con el mar (Venemedia Comunicaciones, 2015). Estos manglares están dominados por el mangle rojo (*R. mangle*), que ocupa la franja expuesta a las mareas y se desarrolla sobre sustratos inestables, mientras que la plataforma estable está ocupada por bosques mixtos de mangle negro (*A. germinans* o *A. bicolor*) y mangle blanco (*L. racemosa*) (Prahl, 1990) (Ilustración 13).

Manglares de barra

La principal característica de los manglares de barra es que están protegidos por una barra arenosa que al estar entre el manglar se convierte en una cuenca de sedimentos. Al subir la marea, se depositan los nutrientes del agua de mar, y al bajar son transportados al ecosistema. En estos manglares se observa el mangle rojo (*R. mangle*) y negro (*A. germinans* y *A. bicolor*). La barra está generalmente paralela a la costa, lo que permite la formación gradual de playones fangosos, relativamente protegidos del oleaje en zonas someras de la laguna. Esto favorece el alcance y desplazamiento de embriones y plántulas de manglar, especialmente los de mangle rojo (*R. mangle*) (Venemedia Comunicaciones, 2015) (Ilustración 14).



Ilustración 3. Manglar de borde en El Guapinol, Marcovia, Departamento de Choluteca, Honduras. Foto: Equipo del INF



Ilustración 4. Manglar de barra en Punta Ratón, Marcovia, Departamento de Choluteca, Honduras. Foto: Equipo del INF



Ilustración 5. Manglar de cuenca en West End, Utila, Departamento de Islas de la Bahía, Honduras. Foto: Equipo del INF

Manglar de cuenca

El manglar de cuenca se establece en las partes interiores del ecosistema, usualmente detrás de los manglares ribereños o de borde. Se desarrollan en zonas donde el intercambio mareal es menor y la renovación del agua es mucho más lenta, de manera que el oxígeno es limitado. Estas áreas se caracterizan por altas concentraciones de salinidad (>30 ppm). Aquí predomina el mangle negro (*A. germinans* y *A. bicolor*) provisto de neumatóforos (i.e, raíces con geotropismo negativo) que le permiten un mayor intercambio de oxígeno con la atmósfera. También se encuentra el mangle blanco (*L. racemosa*; zonas con mayor aporte de agua dulce), que en algunas ocasiones también puede desarrollar neumatóforos. En algunos lugares se puede establecer el mangle rojo (*R. mangle*) (Amador Lorenzo, 2010) (Ilustración 15).



Ilustración 6. Manglar de Islote en La Brea, Nacaome, Departamento de Valle, Honduras. Foto: Equipo del INF

Manglar de islote

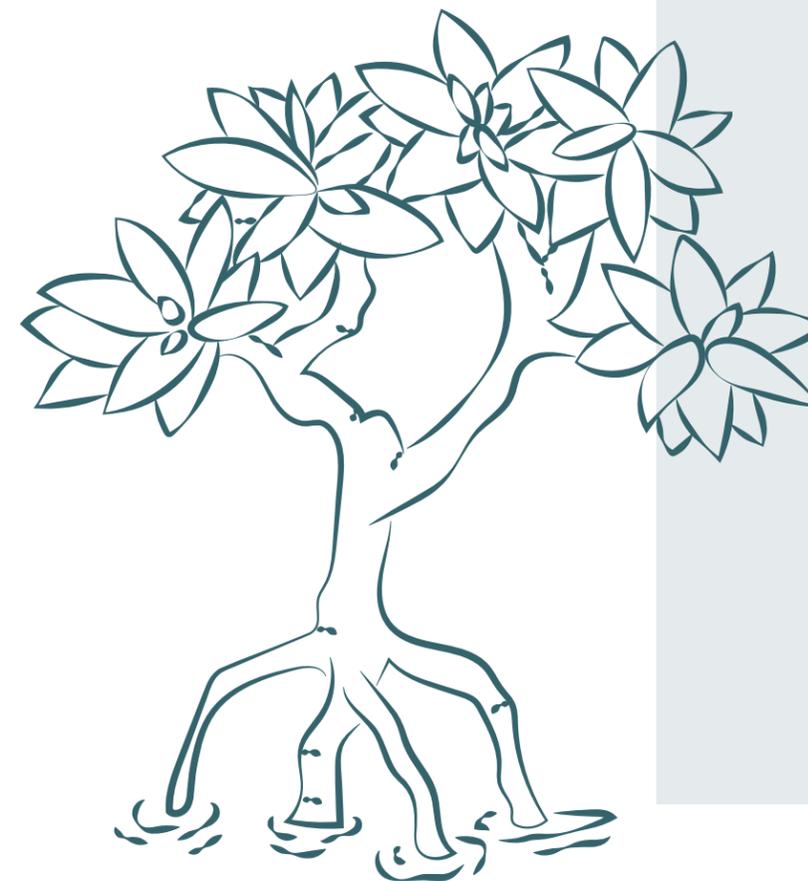
Los manglares de islote se caracterizan por estar en constante exposición al intercambio mareal, por presentar suelos más fangosos, y por la presencia de mangle rojo (*R. mangle*). En Honduras, las alturas de los árboles no son mayores a 10 m (Venemedia Comunicaciones, 2015). Estos manglares se desarrollan de manera aislada a la línea de costa (Ilustración 16).

Manglares Enanos

Los manglares enanos se pueden desarrollar sobre sustratos de roca caliza o de origen coralino. En áreas con poco aporte de nutrientes o regiones expuestas a condiciones ambientales como bajas temperaturas, altas salinidades o vientos muy fuertes. Estos manglares en Honduras no sobrepasan los 4 metros de altura, y presentan un desarrollo diferente al resto de los otros tipos ecológicos de manglar. Es decir, los manglares están ramificados en varias direcciones en sentido horizontal a la superficie (Prahl, 1990). Los manglares enanos se encuentran en la Isla de Utila en el departamento de Islas de la Bahía (Ilustración 17)



Ilustración 7. Manglar enano en La Laguna, Utila, Departamento de Islas de la Bahía, Honduras. Foto: Equipo del INF



IMPORTANCIA DE LOS ECOSISTEMAS DE MANGLAR

Los manglares constituyen uno de los hábitats más productivos y valiosos del mundo. Estos ecosistemas son vitales para las comunidades costeras que en ellos habitan. También los ecosistemas de manglar brindan una gran variedad de bienes y servicios ecosistémicos (Ilustración 8) entre los que destacan (Secretaría de la Convención de Ramsar, 2006):

- Regulación hídrica (recarga de acuíferos y filtro de agua).
- Protección contra tormentas y otros eventos meteorológicos.
- Mitigación al incremento del nivel del mar.
- Estabilización de la línea de costa y control de erosión costera.
- Retención, asimilación y transformación de nutrientes.
- Retención de sedimentos, carbono y contaminantes.
- Estabilización de las condiciones climáticas locales, particularmente precipitación y temperatura.
- Hábitat para una gran diversidad de especies de peces, crustáceos, moluscos, mamíferos, reptiles, anfibios y aves, algunos de ellos en peligro de extinción.

También los manglares tienen un valor social y económico relacionado a (Secretaría de la Convención de Ramsar, 2006):

- Abastecimiento de agua (cantidad y calidad).
- Mantenimiento de las pesquerías (ej., alrededor del 75% de especies de pesca comercial pasan parte de su ciclo de vida en los manglares o dependen de ellos para su alimentación (PNUMA, 2019)).
- Recursos maderables y no maderables (ej., recursos para la construcción, leña, carbón, forraje, miel y plantas medicinales).
- Recursos energéticos, como turba y materia vegetal.
- Recursos de vida silvestre.
- Transporte.
- Posibilidades de recreación y turismo

Más de 100 millones de personas en las zonas tropicales y subtropicales del mundo viven cerca de los ecosistemas de manglar, de éstas, cerca de 30

millones son de América Latina y el Caribe. Para estas poblaciones humanas los manglares constituyen el principal medio para la obtención de alimentos, recursos e ingresos.

Así mismo, el resto de la población se beneficia de los diferentes bienes y servicios ecosistémicos de los manglares (Ilustración 8) (Banco Mundial, 2019). Por ejemplo, sin la presencia de manglares en el mundo, cerca de 18 millones de personas podrían sufrir impactos por inundación. Dichos impactos causarían daños a la propiedad de alrededor de \$82,000 millones de dólares.

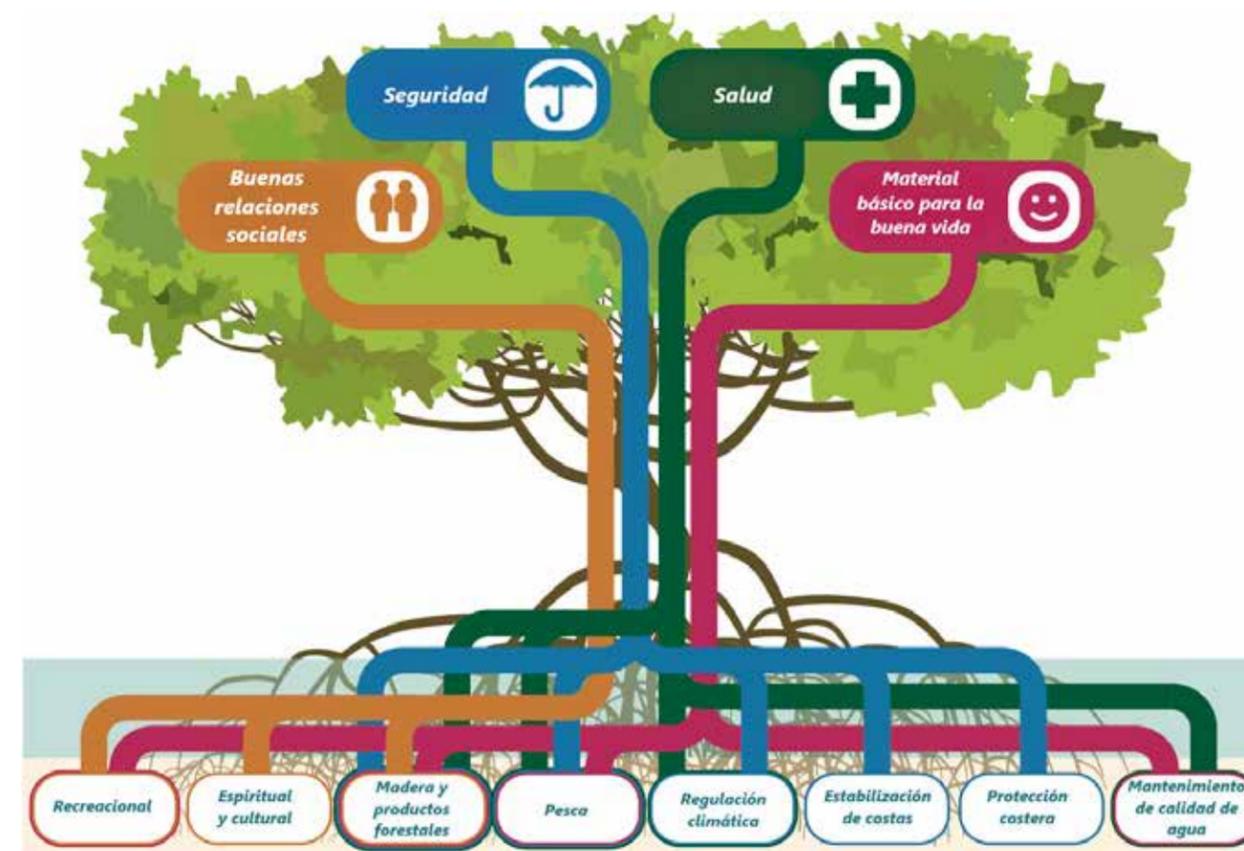


Ilustración 8. Servicios ecosistémicos de los manglares
Fuente: Adaptado de (PNUMA-WCMC, 2014)

MANGLARES Y CARBONO AZUL

Los manglares son uno de los ecosistemas más productivos del planeta con la capacidad de secuestrar y almacenar grandes cantidades de carbono en sus sedimentos y vegetación. En este sentido, los ecosistemas de manglar son considerados soluciones basadas en la naturaleza para la mitigación y adaptación al cambio climático global.

Los manglares capturan y almacenan grandes cantidades de carbono. Siendo sus principales reservorios el suelo, la madera muerta, la hojarasca, los tocones y los árboles en pie. A este carbono se le denomina "Carbono azul" (ITTO, 2017). El carbono azul capturado por la vegetación se almacena en los manglares por períodos relativamente cortos, desde un par de años hasta decenas. Sin embargo, el carbono almacenado en los suelos de los manglares puede permanecer desde decenas hasta miles de años, debido principalmente a la lenta descomposición de la materia orgánica por la constante saturación de los suelos y los bajos niveles de oxígeno (Duarte, Middelburg, & Caraco, 2005), (Chmura, Anisfeld, Cahoon, & Lynch, 2003).

Así, el carbono almacenado en los manglares puede ser de origen autóctono, es decir producido *in situ* (vía fotosíntesis), o alóctono, es decir importado de otros ecosistemas por el intercambio mareal y del agua epicontinental. El carbono en los manglares es retenido en sus suelos, otro parte es exportado a ecosistemas aledaños y la plataforma costera, y otra parte retorna hacia la atmósfera debido a la respiración de la vegetación y la actividad microbiana en el agua y sedimentos (Ilustración 54).

La cifras globales manejadas por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), describen valores aproximados de de 386 toneladas¹ de carbono azul por hectárea (t/ha) como promedio mundial, con un rango que oscila entre las 55 t/ha – 1,376 t/ha. De esta manera, los manglares son capaces de absorber y almacenar entre 5 y 10 veces más carbono que los ecosistemas terrestres (PNUMA, 2019). Los procesos de degradación y cambio de uso de suelo en los manglares son un factor de riesgo para la pérdida y emisión de carbono hacia la atmósfera

En este sentido es necesario identificar la variación espacial de los diversos almacenes de carbono en los manglares a escalas locales, regionales y nacionales, con la finalidad de generar estrategias específicas de conservación y manejo.

¹ Tonelada métrica equivalente a 1000 kilogramos (kg)

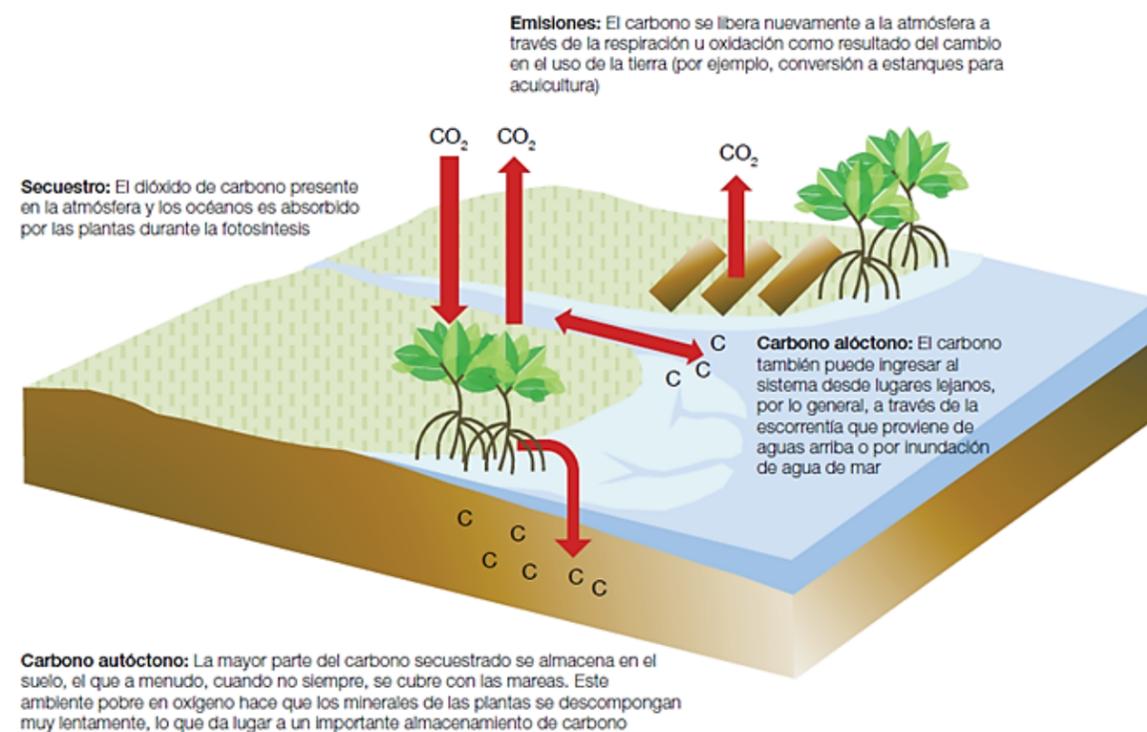
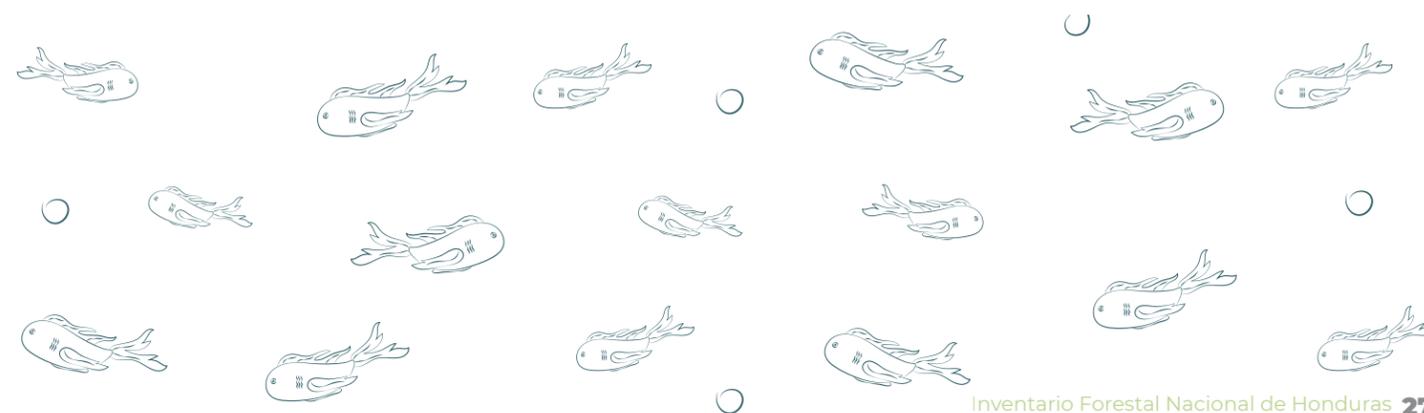


Ilustración 9. Dinámica del CO₂ en los ecosistemas de manglar





CONTEXTO NACIONAL

HUMEDALES DE HONDURAS

CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES DE LAS COSTAS DE HONDURAS

DISTRIBUCIÓN DE LOS ECOSISTEMAS DE MANGLAR EN HONDURAS

ESPECIES DE MANGLARES EN HONDURAS

Fotografía: D. Torrez / Proyecto MiPesca GOAL

HUMEDALES DE HONDURAS

Se estima que en Honduras hay un total de 1.2 millones de hectáreas de humedales, que representan el 10.5% del territorio nacional. Un 69% de estos humedales están distribuidos en La Mosquitia, departamento de Gracias a Dios; un 15% en la costa norte, entre los departamentos de Atlántida, Cortés y Colón; un 3% en el departamento de Islas de la Bahía, un 4% en tierras interiores y un 9 % en el Golfo de Fonseca, en los departamentos de Choluteca y Valle.

Según la definición de humedales de la Convención Internacional Ramsar, en Honduras existe el 85% de las tipologías definidas (Carrasco & Flores, 2009). Estos humedales abarcan extensas zonas del país y varios de ellos han sido declarados Humedales de Importancia Internacional Ramsar. Estos humedales son:

- No. 619: Refugio de Vida Silvestre Barras de Cuero y Salado.
- No. 722: Parque Nacional Blanca Jeannette Kawas Fernández.
- No. 812: Parque Nacional Punta Izopo.
- No. 1000: Sistema de Humedal de la Zona Sur.
- No. 1467: Subcuenca del Lago de Yojoa.
- No. 1254: Laguna de Bacalar.
- No. 2133: Sistema de Humedal de Cuyamel-Omoa.
- No. 2134: Sistema de Humedal de Isla de Utila.
- No. 2189: Sistema de Humedal de Laguna de Zambuco.
- No. 2334: Sistema de Humedal de Santa Elena
- No. 2418: Sistema de Humedal Laguna de Alvarado (Secretaría de la Convención de Ramsar, 2020),(Mi Ambiente + 17).

Los humedales de Honduras también forman parte del Corredor Biológico Mesoamericano, que corresponde al territorio conformado por áreas, paisajes y zonas de conectividad terrestre, costera o marina, con alto valor de diversidad geográfica, climática, biológica y cultural, así como de provisión de servicios ecosistémicos. Este corredor tiene una extensión aproximada de 769,000 km² y se extiende desde el Sur de México hasta Panamá (CONABIO, 2013).



El 24% de los humedales de Honduras actualmente se encuentran declaradas áreas protegidas (297,433.70 hectáreas). Sin embargo, aún es necesario ampliar estas categorías de protección para los humedales del país. Los humedales más extensos, diversos y mejor conservados de Honduras se encuentran en el gran Sistema de Humedales de La Mosquitia, mientras que el resto de los humedales del país usualmente se encuentran fragmentados y rodeados de hábitats transformados (Carrasco & Flores, 2009).

CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES DE LAS COSTAS DE HONDURAS

Los manglares de Honduras se distribuyen en la Costa del Océano Atlántico y la Costa del Océano Pacífico. Cada uno de estos litorales presenta características ambientales que favorecen el desarrollo de los ecosistemas de manglar. A continuación, se presentan dichas características generales para ambos litorales.

Litorales

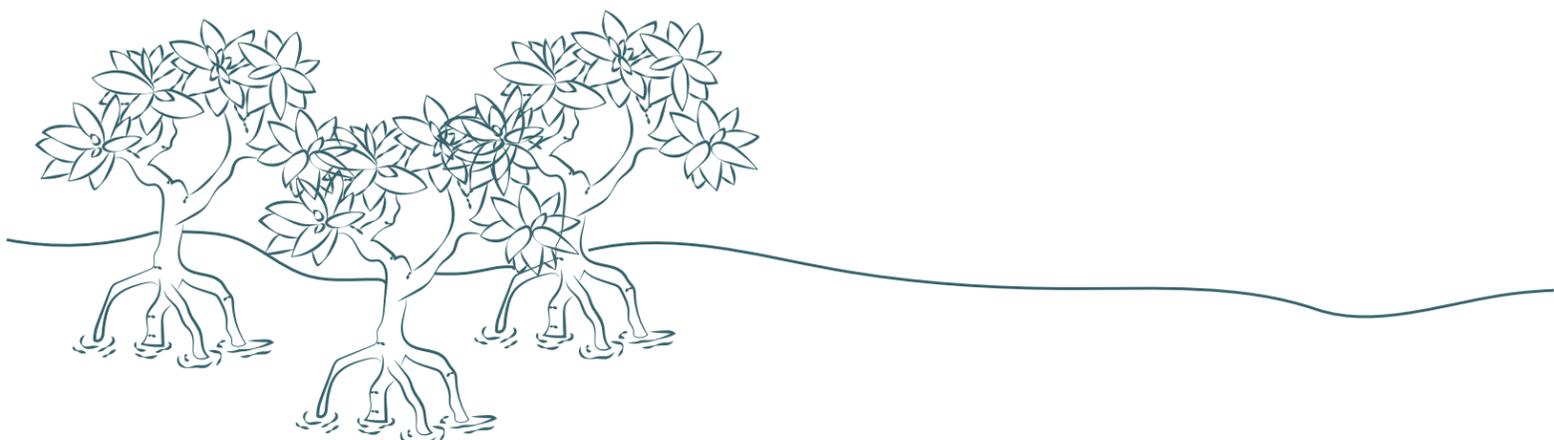
El país cuenta con aproximadamente 1,189 km de longitud de frente litoral (1,083 km de playas), distribuidos de la siguiente forma:

- 682 km de litoral en el Atlántico continental,
- 220 km de litoral en el Caribe insular (8 islas y 25 cayos, de estos 206 km en las Islas de la Bahía y Cayos Cochinos, y 14 km en Islas del Cisne),
- 212 km de litoral continental en el Pacífico (160 km de playa), y
- 75 km entre las 4 islas del Golfo de Fonseca.

Las planicies costeras del Atlántico representan el 16% de territorio nacional, mientras que las planicies costeras del Pacífico el 2% (SERNA, 2001).

Hidrodinámica

La hidrodinámica de las costas de Honduras es diferente en cada litoral. En el litoral del Atlántico, la hidrodinámica está influenciada por sistemas fluviales y por micro-mareas (<1 m) semidiurnas, es decir, dos mareas altas y dos mareas bajas en un período de 24 horas. En el litoral del Pacífico, los manglares son influenciados por meso-mareas, las cuales presentan una altura promedio de 2.3 m (Carrasco & Caviedes, 2014), así como por mareas semidiurnas (Lizano, 2006).



Precipitación

La precipitación promedio en los litorales de Honduras es variable a lo largo del año. Para el litoral del Pacífico la precipitación promedio es de 1,944 mm/año, y para el litoral del Atlántico de 2,411 mm/año (Tabla 1; Gráfico 2). Siendo los meses de septiembre, octubre y noviembre los más lluviosos para ambas costas (MiAmbiente+/CIAT, 2017).

Tabla 1. Precipitación promedio trimestral y anual en los ecosistemas de manglar

Región	Precipitación media trimestral (mm)				Precipitación media anual (mm/año)
	Dic-Ene-Feb	Mar-Abr-May	Jun-Jul-Ago	Sep-Oct-Nov	Año
Atlántico	563	282	636	930	2,411
Pacífico	14	352	765	813	1,944

Fuente: Datos de Plataforma Agua de Honduras (MiAmbiente+/CIAT, 2017)

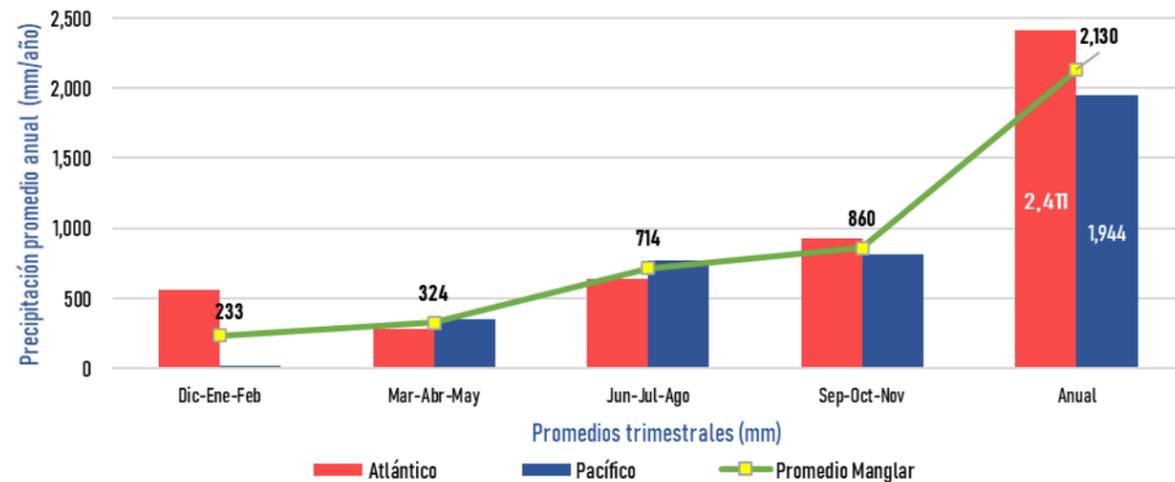


Gráfico 1. Distribución de la precipitación promedio anual en los litorales de Honduras
Fuente: Datos de Plataforma Agua de Honduras (MiAmbiente+/CIAT, 2017)

Temperatura

La temperatura promedio anual para el litoral del Pacífico es de 28.6 °C, y para el del Atlántico de 26.2 °C. A nivel trimestral para el litoral del Pacífico, los meses de marzo, abril y mayo son los más calurosos, mientras que para el litoral del Atlántico, junio, julio y agosto son los más calurosos. En general, el litoral del Pacífico registra las temperaturas medias anuales más altas (Tabla 2; Gráfico 3).

Tabla 2. Temperatura promedio trimestral y anual en los ecosistemas de manglar

Región	Temperatura media trimestral (°C)				Temperatura media anual (°C)
	Dic-Ene-Feb	Mar-Abr-May	Jun-Jul-Ago	Sep-Oct-Nov	Año
Atlántico	24.4	26.5	27.4	26.4	26.2
Pacífico	28.1	29.8	28.8	27.8	28.6

Fuente: Datos de Plataforma Agua de Honduras (MiAmbiente+/CIAT, 2017)

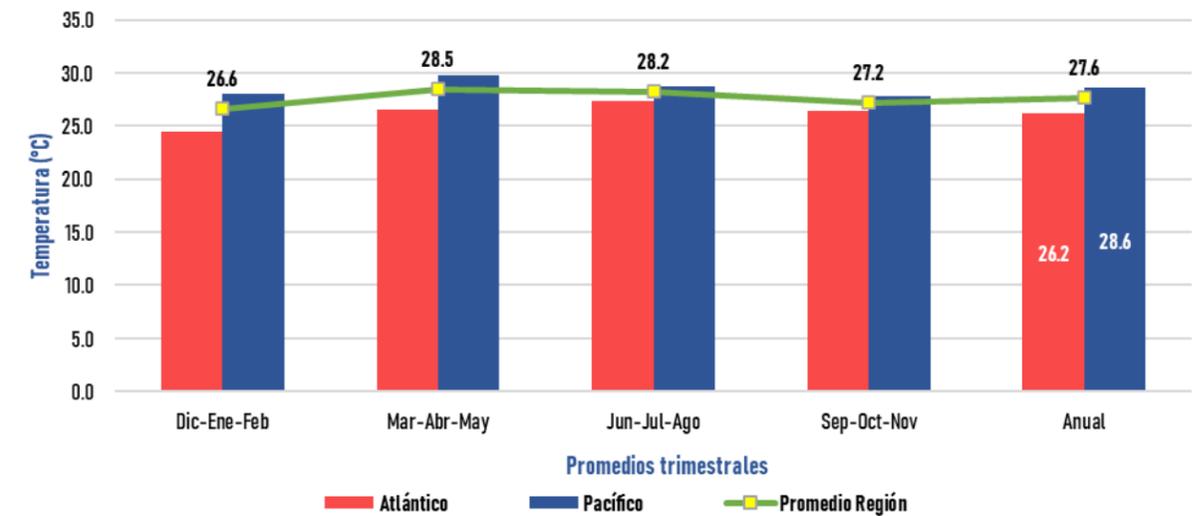


Gráfico 2. Distribución de la temperatura promedio en los litorales de Honduras
Fuente: Datos de Plataforma Agua de Honduras (MiAmbiente+/CIAT, 2017)

DISTRIBUCIÓN DE LOS ECOSISTEMAS DE MANGLAR EN HONDURAS

De acuerdo con datos de la FAO las regiones de América del Norte, Central y el Caribe han sufrido una pérdida del 23% del área de manglar desde 1980 al 2005 (cerca de 700,000 ha). En Honduras, las industrias de producción de camarones y sal han sido la causa principal de pérdida de manglar (~85,000 ha), aunado al pastoreo de ganado y el desarrollo urbano y turístico. En Honduras aún no se cuenta con elementos de legislación adecuada para la conservación de los manglares, sin embargo, se realizan esfuerzos para la rehabilitación de áreas degradadas (FAO, 2007).

De acuerdo al *Mapa Forestal y Cobertura de la Tierra de Honduras* para el año 2014 (cita), los ecosistemas de manglar cubrían 51,970.84 ha y representaban el 1% de la superficie de bosque del país. En este mismo año la extensión de los manglares del litoral del Pacífico (departamentos de Choluteca y Valle) era de 40,156.33 ha (77% de la cobertura de manglar), y del Atlántico (departamentos de Cortés, Atlántida, Colón, Islas de la Bahía y Gracias a Dios) de 11,814.51 ha (23% de manglar) (Ilustración 20).

Es importante mencionar que actualmente se cuenta con la versión actualizada al año 2018 del *Mapa Forestal y Cobertura de la Tierra de Honduras* (cita). En este subapartado se reporta la distribución de manglares en Honduras considerando los mapas del 2014 y 2018. Sin embargo, para el resto de la obra solo se utilizan las superficies del producto del 2014, ya que al momento de definir las zonas de muestreo solamente se contaba con esta versión.

De acuerdo el *Mapa Forestal y Cobertura de la Tierra del 2018*, el área del bosque de mangle era de 50,279.3 ha como se muestra en la Tabla 3. Así, para el año 2018 los manglares del país perdieron cerca del 3% de su cobertura, en comparación con la cobertura del 2014, principalmente en el departamento de Valle (Tabla 3) (ICF, 2021).

Los manglares en Honduras se localizan en los siete departamentos distribuidos en ambos litorales del país. El litoral del Pacífico presenta grandes extensiones continuas de manglar, en contraste con el litoral del Atlántico que presenta extensiones aisladas de manglar ubicadas en franjas sobre los bordes de los cuerpos de agua. Además, en el litoral del Atlántico los manglares se encuentran asociados con otros tipos de uso de suelo y vegetación. El mayor porcentaje de manglares se localiza en los Departamentos de Choluteca y Valle en el litoral del Pacífico, esta es la zona conocida como el Golfo de Fonseca (77% del manglar del país) (Tabla 3).

Tabla 3. Superficies de ecosistemas de manglar de Honduras en el 2014 y 2018

Departamento	Superficie (ha) 2014	Superficie (%) 2014	Superficie (ha) 2018	Superficie (%) 2018
Atlántida	2,012.60	3.9%	2,147.61	4.3%
Choluteca	18,139.80	34.9%	17,194.33	34.2%
Colón	3,212.70	6.2%	3,216.71	6.4%
Cortés	98.6	0.2%	291.53	0.6%
Gracias a Dios	4,027.80	7.8%	5,490.89	10.9%
Islas de la Bahía	2,462.80	4.7%	2,123.52	4.2%
Valle	22,016.50	42.4%	19,814.68	39.4%
TOTAL	51,970.80	100.0%	50,279.27	100.0%

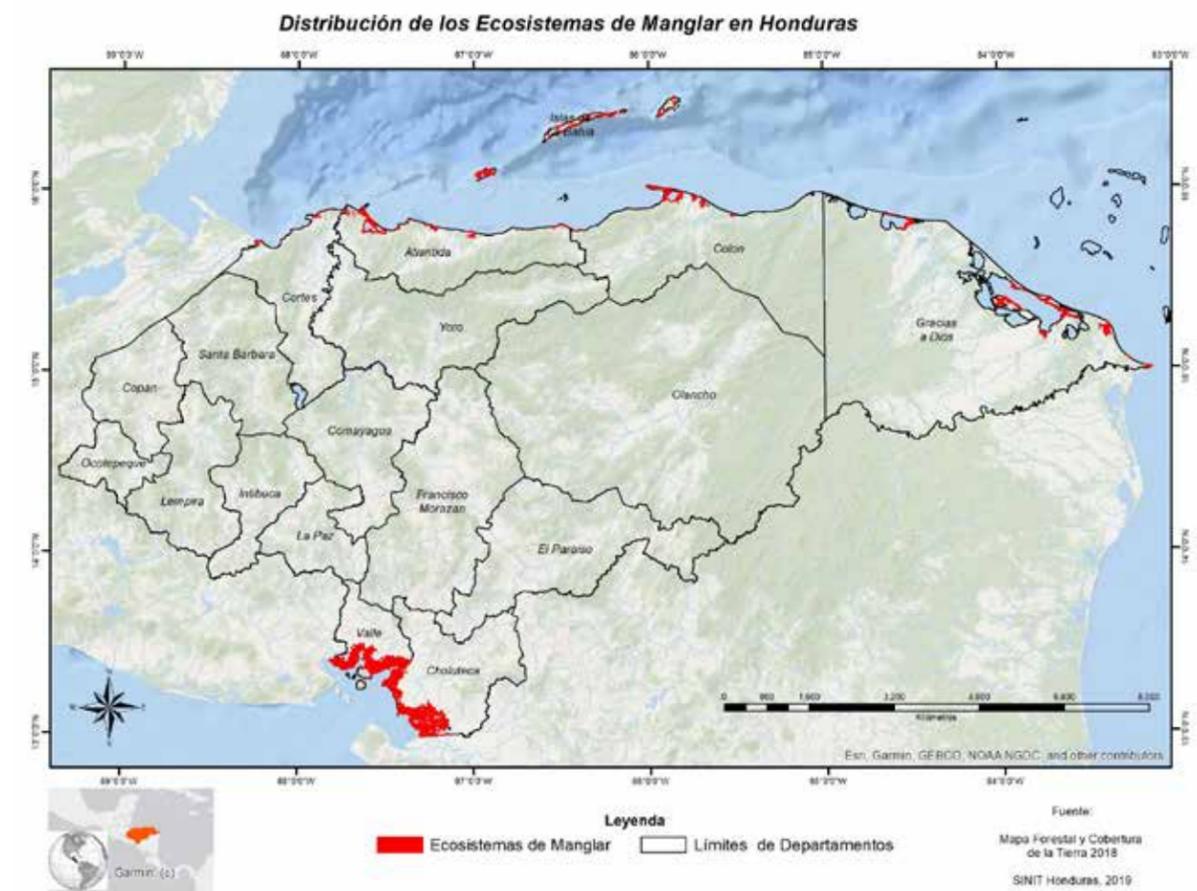


Ilustración 10. Distribución de los ecosistemas de manglar en Honduras
Fuente: Mapa Forestal y Cobertura de la Tierra 2018 (ICF, 2021)

En el Gráfico 5 se presenta la superficie de los ecosistemas de manglar por departamento en los años 2014 y 2018. En el siguiente subapartado las cifras que se muestran por departamento corresponden a la superficie de los manglares de Honduras en el año 2014.

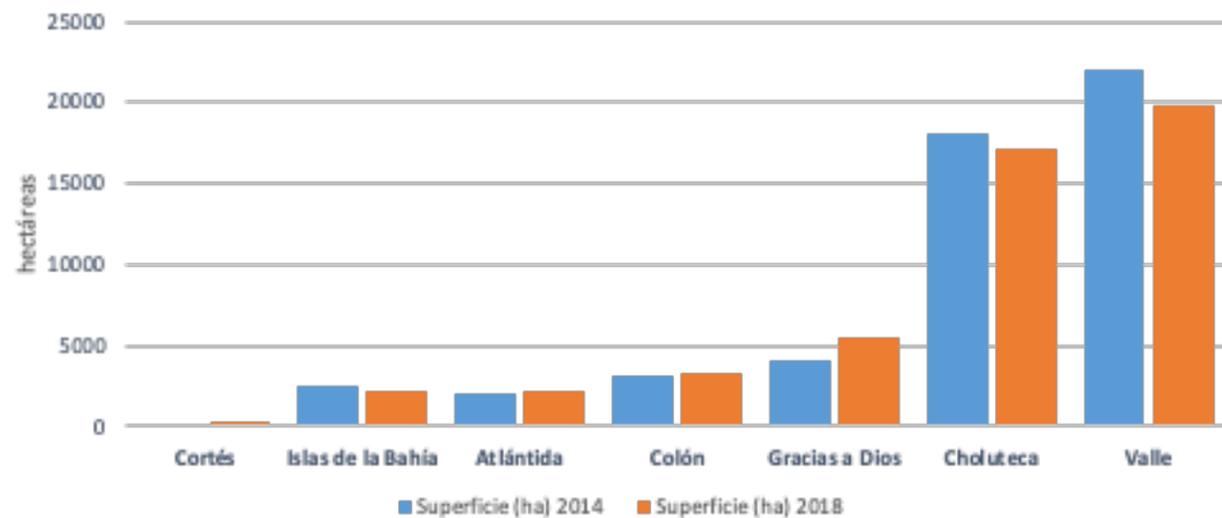


Gráfico 3. Superficie y cambios en los ecosistemas de manglar por departamento de 2014 a 2018
Fuente: Mapa Forestal y Cobertura de la Tierra (ICF, 2021)

Superficie de manglares en el litoral del Pacífico de Honduras

En el litoral del Pacífico todos los municipios costeros presentan ecosistemas de manglar. Así, a pesar de las amenazas y afectaciones, los manglares han logrado mantenerse y extenderse. De los ocho municipios con manglares, cinco de ellos presentan las mayores superficies registradas a nivel de departamento. Estos manglares pocas veces se encuentran asociados con otras especies terrestres o de otros humedales (Tabla 4; Gráfico 4).

Tabla 4. Superficie de ecosistemas de manglar por municipio en el litoral del Pacífico. Fuente: Mapa Forestal y Cobertura de la Tierra 2014 (ICF, 2021)

Litoral del Pacífico	Departamento	Municipio	Superficie (ha)	Superficie (%)
	Choluteca	Choluteca	8,990.10	22.4%
	Choluteca	Marcovia	9,096.20	22.7%
	Choluteca	Namasigüe	53.5	<0.5%
	Valle	Alianza	9,023.30	22.5%
	Valle	Amapala	1,522.20	3.8%
	Valle	Goascorán	68.2	<0.5%
	Valle	Nacaome	6,417.60	16.0%
	Valle	San Lorenzo	4,985.30	12.4%
	TOTAL		40,156.40	100%

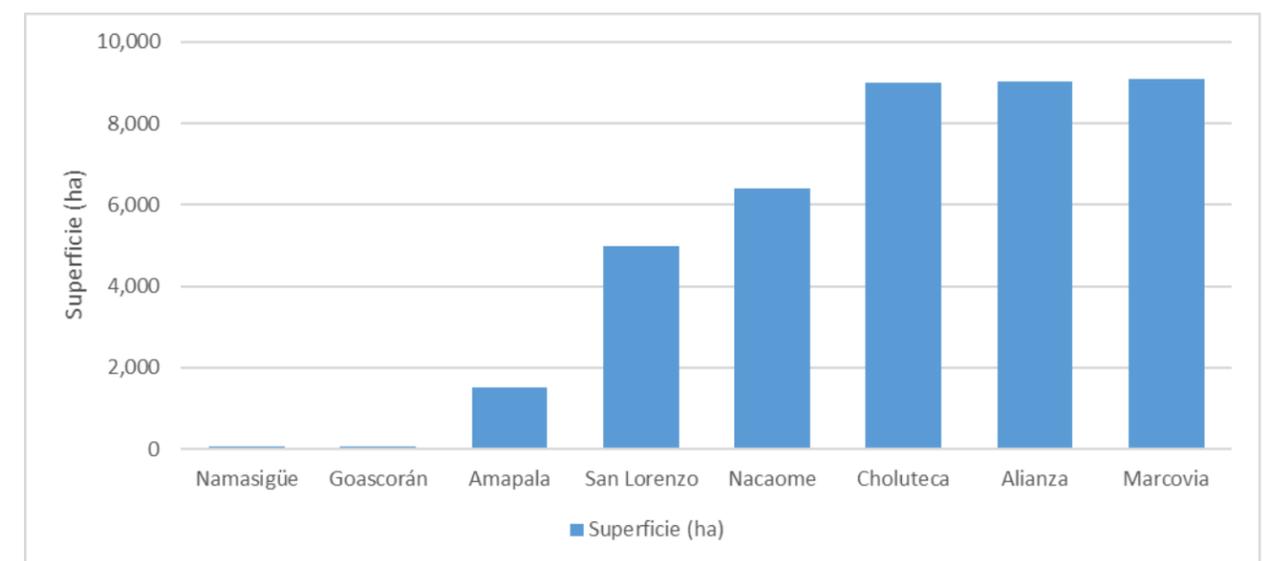


Gráfico 4. Superficie de ecosistemas de manglar a nivel de municipios en el litoral del Pacífico.
Fuente: Mapa Forestal y Cobertura de la Tierra 2014 (ICF, 2021)

Superficie de manglares en el litoral del Atlántico

El litoral del Atlántico presenta el 23% de los ecosistemas de manglar del país en los cinco departamentos costeros que lo conforman. En esta región los manglares se caracterizan por desarrollarse en asociación con el bosque latifoliado húmedo, en franjas poco extensas sin adentrarse en las zonas elevadas. A nivel de municipios se estima que Trujillo, Puerto Lempira, Utila y Ramón Villeda Morales presentan las mayores superficies de manglar, mientras que en los municipios restantes las superficies de manglar no superan las 500 ha (Tabla 5; Gráfico 5).

Tabla 5. Superficie de ecosistemas de manglar por municipio en el litoral del Atlántico. Fuente: Mapa Forestal y Cobertura de la Tierra 2014 (ICF, 2021)

Litoral del Atlántico	Departamento	Municipio	Superficie (ha)	Superficie (%)
	Atlántida	Esparta	97.1	0.8%
	Atlántida	Jutiapa	350	3.0%
	Atlántida	Tela	1,565.50	13.3%
	Colón	Balfate	91.9	0.8%
	Colón	Santa Rosa de Aguán	60.1	0.5%
	Colón	Trujillo	3,060.80	25.9%
	Cortés	Omoa	6	0.1%
	Cortés	Puerto Cortés	92.6	0.8%
	Gracias a Dios	Brus Laguna	284.1	2.4%
	Gracias a Dios	Puerto Lempira	2,967.50	25.1%
	Gracias a Dios	Ramón Villeda Morales	776.1	6.6%
	Islas de la Bahía	Guanaja	300.9	2.5%
	Islas de la Bahía	José Santos Guardiola	470.4	4.0%
	Islas de la Bahía	Roatán	137.6	1.2%
	Islas de la Bahía	Utila	1,553.90	13.2%
	TOTAL			11,814.50

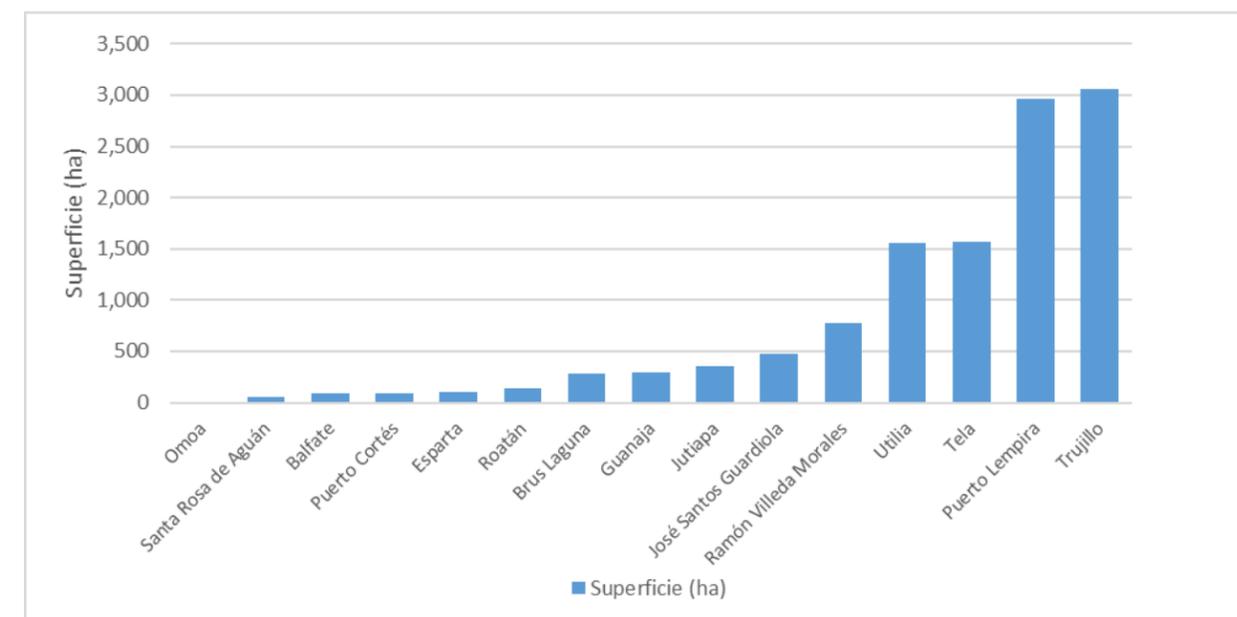


Gráfico 5. Superficie de ecosistemas de manglar a nivel de municipios en el litoral del Atlántico. Fuente: Mapa Forestal y Cobertura de la Tierra 2014 (ICF, 2021)



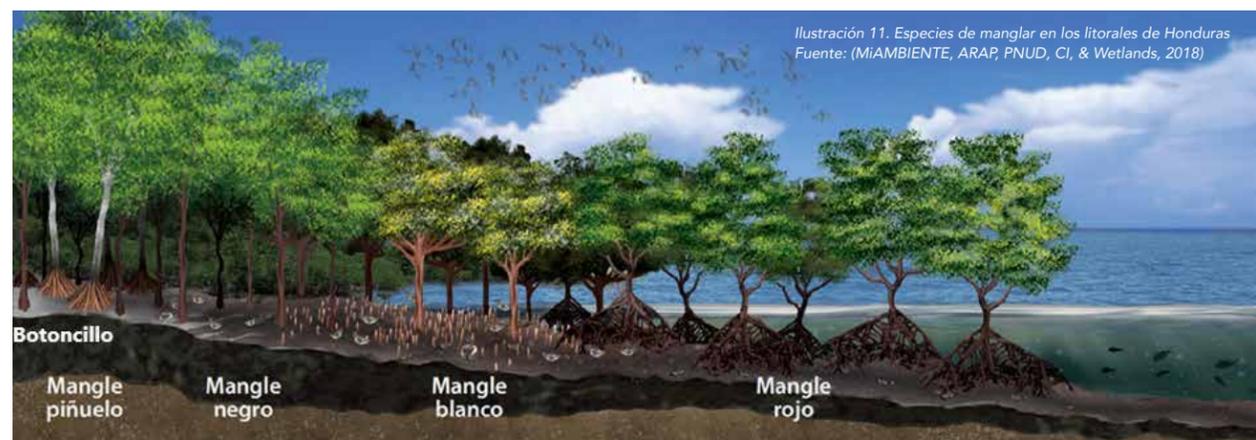
ESPECIES DE MANGLARES EN HONDURAS

Los ecosistemas de manglar pueden estar dominados por una o más especies de mangle. Los litorales de Honduras presentan seis especies arbóreas: *Rhizophora mangle* (mangle rojo), *Laguncularia racemosa* (mangle blanco), *Avicennia germinans* y *Avicennia bicolor* (mangle negro), *Conocarpus erectus* (mangle botoncillo), y *Pelliciera rhizophorae* (mangle piñuelo o laulu como se conoce en la lengua miskitu) (Ilustración 21). Esta última especie se ha identificado y registrado en una zona específica de La Mosquitia hondureña, por el Departamento de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH). El género *Pelliciera* se distribuye desde Honduras hasta Ecuador (Nelson & Pérez, 2018)

En ambos litorales de Honduras se presentan rodales de árboles de mangle con óptimas condiciones (ej. sanidad, calidad de fuste, etc.) y buen estado de desarrollo, alcanzando alturas de 25 a 30 m. Así mismo se localizan zonas con manglares de tamaños reducidos, denominados “mangle enano, chaparro o bajillales”, caracterizados por árboles que no superan los 5 m de altura. Este fenómeno puede ocurrir debido a los altos niveles de salinidad y deficiencia de nutrientes en el suelo.

Los manglares también presentan zonas de asociación y transición con especies arbóreas del bosque latifoliado húmedo, especialmente en el litoral del Atlántico, donde se han identificado asociaciones con *Paquira aquatica* (Zapotón), *Virola koschnyi* (Sangre Real), *Grias cauliflora*, *Calophyllum brasiliense* (Santa María), *Myrcia splendens*, *Helicarpus sp*, *Chrysobalanus icaco* (Icaco), *Terminalia catappa* y *Pterocarpus officinalis* (Sangre).

En el caso de los manglares del Pacífico, se encuentran rodales homogéneos de mangle rojo, mangle blanco y mangle negro, con muy poca o casi nula presencia de otras especies. Además, las superficies son extensas, donde solamente se ven interrumpidas por cuerpos de agua, cambios de uso de suelo y la proximidad a tierras altas.



Mangle rojo (*Rhizophora mangle*)

Rhizophora mangle pertenece a la familia Rhizophoraceae, la cual cuenta con alrededor de 120 especies distribuidas en 16 géneros, siendo *Rhizophora* el más conocido. Este género se caracteriza por dominar las partes más anegadas de los ecosistemas de manglar. Esta especie tiene múltiples usos, desde maderable, medicinal, cortiente, para construcción y melífero (CONABIO, 2008).

R. mangle es un árbol de entre 2 a 25 m de altura, que en algunos casos alcanza los 35 m o más. Se caracteriza por sus raíces aéreas en forma de zancos, con pequeños poros llamados lenticelas. (CONABIO, 2013).

El mangle rojo presenta una corteza de color olivo pálido con manchas grises, pero si se raspa adquiere un color rojo. La corteza es amarga, dura, de textura lisa a rugosa y apariencia fibrosa que se desprende fácilmente en escamas. Presenta frutos de tipo baya de color pardo, coriácea, duros, piriformes, farinosos, de 2 a 3 cm de largo por 1.5 cm de ancho en la base y con cáliz persistente (CONABIO-CONANP, 2009).

El fruto es ovoide de color café oscuro con una sola semilla que germina dentro del fruto, cuando aún está unido al árbol nodriza, y donde el tallo embrionario (hipocótilo) comienza a crecer. Es frecuente ver estas plántulas ancladas y colgando de los árboles de manglar. Los hipocótilos se desprenden una vez que alcanzan unos 20-40 cm de largo (Moreno-Casasola, Patricia; Infante Mata, Dulce María, 2016).

Las flores son pequeñas, de 2.5 cm de diámetro, con cuatro sépalos lanceados, gruesos y coriáceos, también cuatro pétalos blancos amarillentos. Las hojas son simples, opuestas,



Ilustración 12. Bosque de *Rhizophora mangle*
Foto: Equipo INF, Punta Ratón, Marcovia, Choluteca



Ilustración 13. Flores y frutos de *Rhizophora mangle*
Foto: tomada de Wikimedia Commons (Thomas, 2009)



Ilustración 14. Hojas y fruto de *Rhizophora mangle*
Foto: (Hong, 2013)

pecioladas, redondeadas, elípticas a oblongas, éstas se aglomeran en las puntas de las ramas, su color es verde oscuro en el haz y amarillentas en el envés (CONABIO, 2008).

En Honduras, el mangle rojo es la especie de mangle más abundante, encontrándose en los siete departamentos costeros, y ubicándose en la primera línea o borde de los cuerpos de agua. El mangle rojo se presenta en diferentes condiciones y grados de desarrollo, sus rodales más vigorosos y con mayor desarrollo se encuentran en la comunidad costera de Saraguayna, del municipio de Puerto Cortés, litoral del Atlántico.

Mangle blanco (*Laguncularia racemosa*)

Laguncularia racemosa (mangle blanco) es una especie de la familia Combretaceae. *L. racemosa* puede alcanzar hasta 20 metros de altura, su corteza es fisurada o agrietada de color café oscuro. Su sistema de raíces es poco profundo, algunas veces sobresalen del suelo y se ubican cerca del tronco. Normalmente crecen en las orillas de las lagunas salobres o en desembocaduras de ríos con influencia de la marea (CONABIO, 2008).

El mangle blanco forma raíces de gran tamaño, extendidas y horizontales, a partir de ellas se desarrolla un subsistema en forma de clavija arriba y debajo de la superficie, llamados neumatóforos. Estas raíces tienen forma de maza, y en sus cabezas terminales tienen un tejido especial para la ventilación (Moreno-Casasola, Patricia; Infante Mata, Dulce María, 2016).



Ilustración 15. Bosque de *Laguncularia racemosa*
Foto: Equipo INF, Tornabé, Tela, Atlántida

Sus frutos son sedosos y carnosos, tienen forma de botella aplanada, miden entre 1 a 2.5 cm de largo y tienen varios surcos longitudinales. La semilla generalmente empieza a germinar dentro del fruto cuando este se encuentra adherido al árbol (Mejía Quiñones, Molina, San Juan Muñoz, Grijalba Bendeck, & Niño Martínez, 2014).

Las hojas son opuestas, elípticas y redondeadas tanto en la base como en el ápice, llegan a medir desde 4 a 10 cm de largo por 2 a 4 cm de ancho; la parte superior de la hoja (haz) es verde oscuro brillante y la parte inferior (envés) es verde amarillento. La base de las hojas (pecíolo) mide de 4 a 15 mm y posee un par de glándulas cerca de la base de la lámina, las cuales ayudan a expulsar el exceso de sal (CONABIO-CONANP, 2009).

En Honduras, el mangle blanco se localiza en ambos litorales (Pacífico y Atlántico). Los rodales con mayor desarrollo y en mejores condiciones de sanidad y calidad de fuste, se localizan en el litoral del Atlántico, en Tornabé, Municipio de Tela; en Lis Lis, Balfate en el Departamento de Colón; en Cayos Cochinos Municipio de Roatán y en Cauquira, Municipio de Puerto Lempira.

Mangle negro (*Avicennia germinans*)

Avicennia germinans es una especie arbórea de la familia Acanthaceae, que puede llegar a alcanzar una altura entre 10 y 20 m (en mejores condiciones hasta 30 m). Tiene una corteza externa negra, con fisuras que forman pequeñas placas rectangulares (CONABIO-CONANP, 2009).



Ilustración 16. Inflorescencias de *Laguncularia racemosa*
Foto: Equipo INF, Punta Ratón, Marcovia, Choluteca



Ilustración 17. Frutos y hojas de *Laguncularia racemosa*
Foto: Equipo INF, Punta Ratón, Marcovia, Choluteca



Ilustración 18. Bosque de *Avicennia germinans*
Foto: Equipo INF, La Brea, Nacaome, Valle

Esta especie rebrota bien al ser cortada. Alrededor del árbol se forma una gran cantidad de raíces que emergen en pequeños tubos erectos, alargados, cubriendo el suelo alrededor del individuo (neumatóforos). Los neumatóforos son fundamentales para que el árbol pueda obtener oxígeno cuando incrementa el intercambio mareal (Moreno-Casasola, Patricia; Infante Mata, Dulce María, 2016).

Las hojas son opuestas, coriáceas y persistentes, de color verde amarillento, a menudo con vellos y cristales de sal en la parte posterior, presenta glándulas de secreción salina, ubicadas en la epidermis superior e inferior de la hoja. Estas son las encargadas de liberar importantes cantidades de sal (Núñez Ravelo & Ugas Pérez, 2018).

Dichas hojas miden entre 8 y 15 cm de largo, y 2 a 4 cm de ancho. Son hojas lanceoladas, con la punta o ápice no muy agudo, bordes lisos y base aguda. El pecíolo o tallito que sostiene la hoja es corto y ligeramente acanalado por arriba (Moreno-Casasola, Patricia; Infante Mata, Dulce María, 2016)

Esta especie presenta inflorescencia en pedúnculos terminales y dicotomearios, ternados y multiflorales; las flores son pequeñas de corola casi coriácea, de color blanco, mientras que el fruto es ovalado, achatado y veloso. Las semillas germinan frecuentemente dentro del fruto, cuando éste aún se encuentra adherido al árbol. Además, las semillas son recalcitrantes, por ello no pueden ser deshidratadas ni almacenadas a bajas temperaturas, ya que pierden la viabilidad rápidamente, razón por la cual deben ser sembradas inmediatamente en caso de manejo (Núñez Ravelo & Ugas Pérez, 2018).

En Honduras esta especie puede encontrarse en el litoral del Atlántico y del Pacífico, los rodales con mayor desarrollo fueron localizados en la comunidad de Chachaguala, Omoa y Cortés en el Atlántico (Tabla 6).



Ilustración 19. Hojas y frutos de *Avicennia germinans*
Foto: Equipo INF, San Lorenzo, Valle



Ilustración 20. Hojas y flores de *Avicennia germinans*
Foto: Equipo INF, Punta Ratón, Marcovia, Choluteca

Mangle negro (*Avicennia bicolor*)

Avicennia bicolor es una especie de manglar perteneciente a la familia Acanthaceae, encontrándose solamente en el litoral del Pacífico. Mide de 5 a 20 m de alto y presenta neumatóforos alrededor de la base. (Moreno-Casasola, Patricia; Infante Mata, Dulce María, 2016) .

Habita desde Chiapas en México hasta Colombia. Se encuentra en el Golfo de Fonseca (El Salvador, Honduras y Nicaragua) y se desarrolla a la orilla de esteros, en suelos estables y elevados. Su corteza es blanquecina o café-grisáceo claro y lisa (en contraste con la café-grisáceo oscura y en placas de *Avicennia germinans*) (CATIE, 2003).

Las hojas son simples y opuestas, de 8 a 12 cm de largo y de 3 a 8 cm de ancho, ovaladas, ovado-oblongas, con un fuerte contraste de colores entre el haz y envés, siendo el haz mucho más oscuro.

Son de haz brillante y totalmente sin vellosidades, característica con la cual se puede diferenciar de *Avicennia germinans*, (ya que esta tiene cristales en el haz y el envés). El envés es ligeramente veloso y generalmente está cubierto por cristales de sal. Su madera es empleada para la construcción de muebles, soleras, horcones, postes de cercas y leña para carbón (CATIE, 2003).

La especie presenta inflorescencia sin vellosidad en forma de panícula de espigas 2–3 compuestas, de 10 cm de largo y 10–20 cm de ancho, flores casi siempre en pares bien separados en el raquis, bráctea floral oblonga. El fruto es una cápsula redondeada y lisa de 1 a 2 cm de largo (CONABIO-CONANP, 2009).



Ilustración 21. *A. germinans* (gris oscuro) y *A. bicolor* (gris claro)
Foto: Equipo INF, El Cubulero, Alianza, Valle



Ilustración 22. Hojas de *Avicennia bicolor*
Foto: Equipo INF, El Cubulero, Alianza, Valle



Ilustración 23. Hojas y flores de *Avicennia bicolor*
Foto: (Pérez, 2014)



Ilustración 24. Árboles de *Conocarpus erectus*
Foto: Equipo INF, Punta Ratón, Marcovia, Choluteca

En Honduras, esta especie solo se ha sido registrado en el Golfo de Fonseca, en las comunidades costeras de Choluteca y Valle, ubicándose en áreas de mayor elevación y asociado con *Avicennia germinans*. En ocasiones se presenta en forma de mangle chaparro, con crecimiento y tallas reducidas (Tabla 6).

Botoncillo (*Conocarpus erectus*)

Conocarpus erectus es una especie de la familia Combretaceae que crece en las costas, de las regiones tropicales y subtropicales del mundo, incluyendo el Caribe y Centroamérica. La especie se distribuye desde México hasta Brasil en la Costa Atlántica, y de México a Ecuador en la Costa del Pacífico. El mangle botoncillo es un árbol o arbusto con alturas de entre 5 a 7 m, de corteza fisurada, gruesa y amplias placas delgadas, con una coloración en escala de color gris a castaño (CONABIO-CONANP, 2009).

Es la especie de manglar que se desarrolla en áreas más elevadas, en las partes más altas y arenosas. A veces también se localiza en las playas (Moreno-Casasola, Patricia; Infante Mata, Dulce María, 2016). Por su ubicación en zonas más elevadas, en Honduras es la especie que más se ha cortado para extender los terrenos ganaderos.

Es un arbusto endémico de América, suele tener múltiples troncos tortuosos, con corteza estriada de color gris oscuro. Puede encontrarse con dos variantes distinguibles entre sí por sus hojas con presencia o no de una cubierta de tricomas. Este género también presenta glándulas secretoras de sal en ambas epidermis (Núñez Ravelo & Ugas Pérez, 2018).



Ilustración 25. Inflorescencias de *Conocarpus erectus*
Foto: (Duggan, 2016)

Las hojas son alternas, simples y oblongas, de 2 a 7 cm de longitud (raramente de 10 cm de largo) y de 1 a 3 cm de ancho, con una disminución en la punta; son de color verde oscuro y brillante en el haz, y de tono pálido, con pelos finos y sedosos por el envés; la base de cada hoja tiene dos glándulas (CONABIO, 2009).

La especie presenta inflorescencias que se convierten en fruta agregada, redonda y de color castaño. Los frutos tienen forma de glóbulo y contienen una gran cantidad de semillas. Son árboles dioicos, es decir que las flores femeninas y masculinas están en árboles distintos (CONABIO, 2009).

Las flores están agrupadas sobre estructuras en forma de cabezas redondeadas al final de las ramas y son olorosas. Se producen muchas semillas que se llaman nuececillas y son aladas, ya que tienen forma de escamas. Las flores son muy pequeñas y miden 1 – 3 mm de largo. Florecen casi todo el año, aunque durante las lluvias es más aparente (Moreno-Casasola, Patricia; Infante Mata, Dulce María, 2016).

Mangle piñuelo (*Pelliciera rhizophorae*)

Esta especie de mangle pertenece a la familia Tetrameristaceae, y hasta hace un tiempo se desconocía de su existencia en el territorio hondureño. Según diversos estudios solamente se había localizado desde Nicaragua hasta Ecuador en el litoral del Atlántico, sin embargo, una investigación realizada en el año 2017 evidenció la presencia de esta especie en Honduras.

La población de mangle piñuelo o laulu (en la lengua Miskitu), es muy reducida y cubre apenas un área de 0.03 ha, con una población estimada de 900 individuos. Fue localizada en



Ilustración 26. Hojas y frutos *Conocarpus erectus*
Foto: Equipo INF, Punta Ratón, Marcovia, Choluteca



Ilustración 27. A. Árboles de *Pelliciera rhizophorae*
Foto: (Nelson & Pérez, 2018)



Ilustración 28. Hojas de *Pelliciera rhizophorae*
Foto: (Nelson & Pérez, 2018)

Katski Almuk, barra de la laguna de Caratasca, 15°21'36" N 083°44'22" W. (Nelson & Pérez, 2018), en el Departamento de Gracias a Dios (La Mosquitia)

La altura de los árboles encontrados fue de 15 m, con una densidad de 3.5 plántulas por metro cuadrado. Las flores son de color blanco. Los frutos tienen forma de nabo con ranuras longitudinales. (Nelson & Pérez, 2018).

Se reconoce fácilmente cuando baja la marea por sus gambas (raíces triangulares que se originan en la base de algunos árboles), y que son de hasta 60 cm de altura en forma de cohete. Sus hojas son de 5.5 a 18.5 cm de largo por 1.6 a 5 cm de ancho, sésiles, de ovado-elípticas a obovado-elípticas, glabras, coriáceas, a menudo glandular-aserradas a lo largo del lado más ancho de la lámina en hojas jóvenes. Ápice de agudo a obtuso. Margen entero a lo largo del lado más estrecho de la lámina, venación poco visible excepto el nervio central que es prominente por el envés (Jiménez & Murillo, 2011).

Sus flores son blancas (en algunos casos rosadas pálidas), sésiles, envueltas por 2 brácteas, de 7 por 2 cm. Sépalos de oblongo-elípticos a obovados, cóncavos, glandular y punteados en el centro. Pétalos usualmente blancos, ocasionalmente rosados y ovados. Estambres con los filamentos hasta de 3.5 cm.

La especie presenta frutos leñosos, en forma de cabeza, irregularmente surcados, con el ápice acuminado o picudo, de 7 a 10 cm (incluido el ápice), por 6 a 8 cm de ancho y 2 a 3 cm de grueso, pardos verduzcos cuando están jóvenes, se tornan pardo rojizo cuando están viejos. Semillas con el cotiledón de aproximadamente 8 cm (Jiménez & Murillo, 2011).



Ilustración 29. Hojas y flores de *Pelliciera rhizophorae*
Foto: (Nelson & Pérez, 2018)

Tabla 6. Características principales de las especies de mangle de Honduras. Fuente: (MAP & CORALINA, 2001)

Tipo	Mangle rojo (<i>R. mangle</i>)	Mangle negro (<i>A. germinans/A. bicolor</i>)	Mangle blanco (<i>L. racemosa</i>)	Botoncillo (<i>C. erectus</i>)	Piñuelo (<i>P. rhizophorae</i>)
Hábitat	Bordes costeros, ríos, lagunas, con mayor exposición al intercambio mareal	Usualmente en áreas más elevadas, detrás del mangle rojo, en áreas con menor exposición al intercambio mareal	Usualmente en áreas más elevadas, detrás o en combinación con el mangle negro, en áreas con menor exposición al intercambio mareal	Cerca del mar en áreas de piedras, playas y bermas	Usualmente en áreas más elevadas, detrás del mangle negro y rojo.
Raíces	Zancos gruesos o raíces de apoyo, con presencia de raíces aéreas delgadas	Rodeado de raíces de tipo neumatóforos (raíces que sobresalen de la superficie y que facilitan el intercambio de gases)	Raíces gruesas y protuberantes, no tiene raíces de apoyo y en algunos casos puede desarrollar neumatóforos	No tiene raíces de apoyo, ni aéreas	Raíces de apoyo en forma de cohete, usualmente de talla menor que las del mangle rojo
Aspecto de Hojas	Grandes, redondeadas y opuestas	Largas y delgadas, con cristales de sal en la parte posterior y opuestas	Redondeadas, a veces con ramas rosáceas y opuestas, con presencia de glándulas en la base	Largas, delgadas y alternas, con presencia de glándulas en la base	Agrupadas al final de las ramas, opuestas con glándulas en los bordes
Flores	Amarillo cremoso, con cuatro pétalos puntiagudos	Blancas, con cinco pétalos	Blancas y muy pequeñas	Muy pequeñas, en racimos	Grandes blancas, sésiles y solitarias, tienen cinco sépalos.
Frutos	Plántulas en forma de torpedo, usualmente ancladas al árbol nodriza	De una pulgada de largo y aplanados	Verdes y nervudos, en racimos	En racimos, con semillas redondas	Con pericarpio, color marrón rojizo y un espolón terminal.



COLECTA Y PROCESAMIENTO DE DATOS

DISTRIBUCIÓN Y DISEÑO DE UNIDADES DE MUESTREO

COLECTA DE DATOS DE CAMPO

PROCESAMIENTO DE DATOS DE CAMPO

PROCESAMIENTO DE LA DISTRIBUCIÓN ESPA-

Fotografía: D. Torrez / Proyecto MiPesca GOAL

DISTRIBUCIÓN Y DISEÑO DE UNIDADES DE MUESTREO

El diseño y distribución de unidades de muestreo para la evaluación del estado de los ecosistemas de manglar se realizó en el marco del Inventario Nacional Forestal (INF) (ICF, 2017). El INF es un instrumento de evaluación del funcionamiento de políticas públicas enfocadas al manejo y conservación del sector forestal de Honduras. El INF está orientado al servicio de tomadores de decisiones, como planificadores, gerentes, legisladores, directores de proyectos, organizaciones gubernamentales y no gubernamentales, además, indirectamente a municipalidades y dirigentes locales (ICF, 2017).

En el marco de las categorías identificadas en el INF la cobertura de manglar forma parte de:

- Nivel 1 (Bosque u otras coberturas): Bosque
- Nivel 2 (Tipo de bosque): Manglar
- Nivel 3: (Estado de sucesión): Maduro (BOGMa; Bosque de Manglar Maduro), Medio (BOGMe; Bosque de Manglar Medio) y Joven (BOGJo; Bosque de Manglar Joven).

La distribución de las unidades de muestro en los ecosistemas de manglar se realizó de acuerdo con el protocolo desarrollado por el INF, el cual se basa en la separación del territorio en más de 6000 polígonos, donde cada polígono representa cerca del 0.015% del país. En cada uno de estos polígonos aleatoriamente se identificó un punto en el espacio, donde se estableció una unidad de muestreo (UM).

Para el caso del manglar durante el primer ciclo de muestreo en el 2005 se estableció una UM, para el segundo ciclo de medición en el 2015, la UM del primer ciclo fue reevaluada y se estableció una segunda UM. En el tercer ciclo de medición (2017) se volvieron a evaluar las dos primeras UM y se agregaron 54 UM para los ecosistemas de manglar en el país. Los resultados que se muestran en esta obra corresponden a un total de 56 UM evaluadas durante el tercer ciclo de medición del INF.

Con la intensificación de la muestra en los manglares de Honduras se buscó representar la variabilidad de cerca del 0.022% de esta cobertura. Así, en cada UM se realizó la colecta cualitativa y cuantitativa del estado de los ecosistemas de manglar en el país. Las 56 UM en los ecosistemas de manglar fueron establecidas en las cuatro regiones costeras del país y en sus siete departamentos (Tabla 7; Ilustración 30).

Tabla 7. Regiones evaluadas a través del INF en los manglares de Honduras

Regiones	Departamentos	Área (ha)	UM
Islas de la Bahía	Islas de la Bahía	2,462.8	14
Atlántico	Cortés, Atlántida, Colón	5,323.9	19
La Mosquitia	Gracias a Dios	4,027.8	12
Pacífico	Choluteca, Valle	40,156.3	11
Total		51,970.84	56

DISEÑO DE UNIDADES DE MUESTREO

El diseño de las UM está basado en el INF. Cada UM está conformada por 3 parcelas circulares de estructura anidada, orientadas de sur a norte y separadas por una distancia de 50 metros entre los centros de cada parcela (Ilustración 31).

Cada una de las parcelas que conforman las UM se separa en 3 subparcelas circulares denominadas parcelas anidadas (PAN), con dimensiones y tipos de medición específicas. La PAN1 consiste en un radio de 15 metros, la PAN2 presenta un radio de 6 metros y la PAN 3 un radio de 3 metros (Ilustración 31).

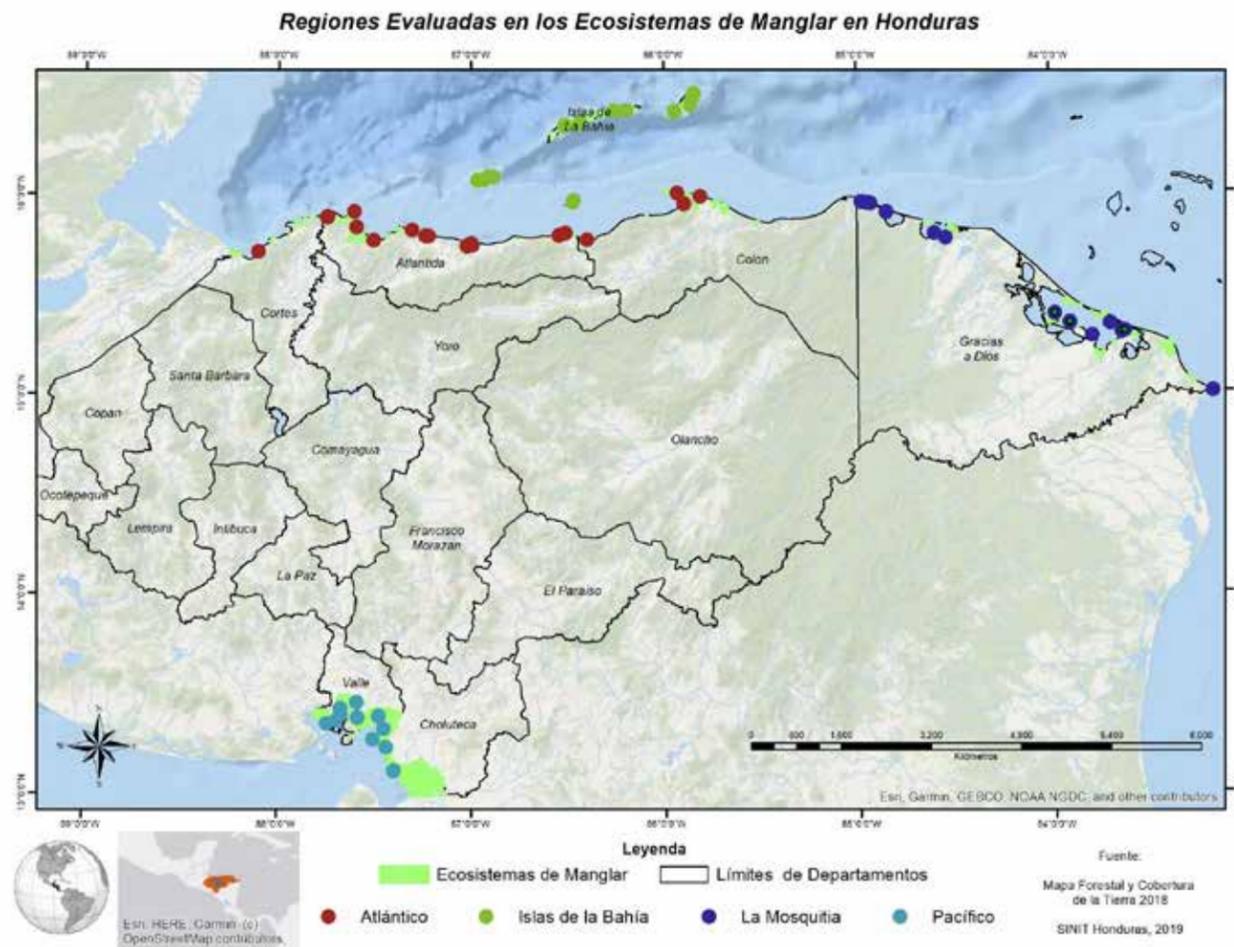


Ilustración 30. Distribución de las UM en las regiones evaluadas en los manglares de Honduras

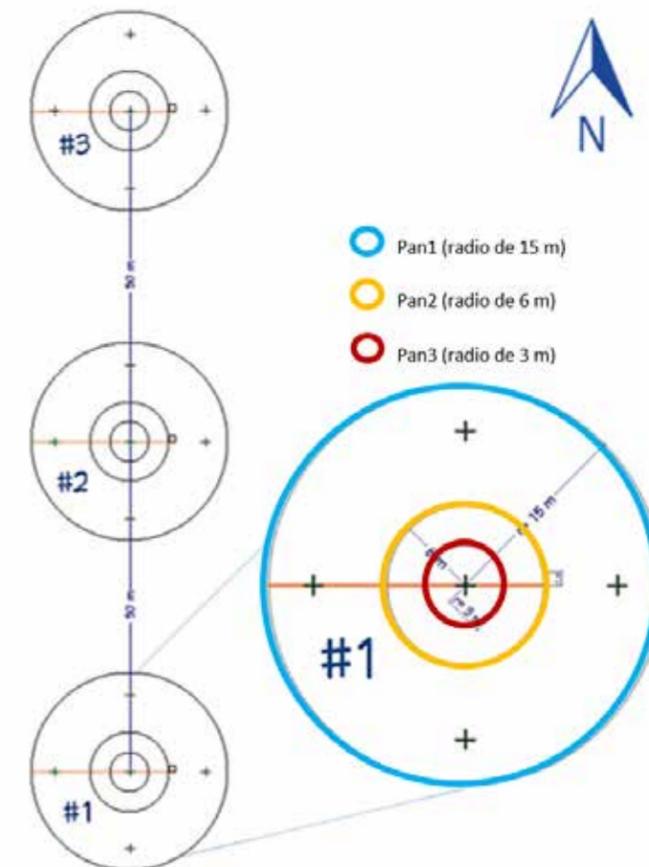


Ilustración 31: Diseño de las UM del tercer ciclo del INF

MEDICIÓN DE VARIABLES

La metodología de muestreo del INF contempló la colecta de diversas variables para estimaciones del estado de los ecosistemas de manglar. Los formatos para la colecta de datos fueron estandarizados, de manera que los datos colectados fueran comparables entre las UM y las diferentes coberturas de bosque en Honduras. Las categorías de información que se colectó en las UM se enlistan en la Tabla 8 y las variables en la Tabla 9. Cabe mencionar que también se realizó la colecta de muestras botánicas de las especies arbóreas de mangle. Estas muestras fueron identificadas y registradas por expertos del Herbario del Departamento de Biología de la Universidad Autónoma de Honduras, UNAH.

Tabla 8. Categorías de información cualitativas y cuantitativas colectadas en campo en las UM del INF. Fuente: (ICF, 2017)

Elementos	Variables
Información general de la UM	Ubicación, cuadrilla de campo y descripción de acceso
Aspectos socioeconómicos del poblado	Nombre, grupo étnico, población, actividades productivas, dinámica poblacional, historial y servicios disponibles.
Datos de las parcelas	Fechas, tiempos, coordenadas, croquis, relación con UM anteriores y puntos de referencia.
Clase de uso de la tierra (CUT)	Tipo de cobertura, origen del bosque, tenencia, presencia de incendios y plagas forestales.
Datos relevantes	Cobertura de copas, cobertura arbustiva, perturbaciones antropogénicas, perturbaciones naturales, relación con áreas protegidas, relación con microcuenca, relación con planes de manejo forestal y designación de uso.
Arboles (PAN1 y PAN2)	Nombre común y científico, colecta de muestra botánica, azimut (desde el centro de parcela), diámetro a la altura del pecho (DAP), altura al DAP, altura total del árbol, altura de fuste o quebradura, distancia (desde el centro de parcela), calidad de fuste, condición fitosanitaria, estatus del árbol y número de tallos.

Tocones (PAN2)	Nombre común, nombre científico, azimut, distancia, diámetro a la base, diámetro superior, altura de tocón, años del tocón, condición.
Datos de suelo	Pendiente, exposición, profundidad, materia orgánica, fisiografía, textura y drenaje.
Regeneración (PAN3)	Nombre común y científico, número de individuos.
Madera muerta caída (transecto)	Diámetro, distancia, estado de descomposición y pendiente del transecto.
Hojarasca	Peso húmedo, grado de humedad y estado de descomposición.

Tabla 9. Variables a medir en las parcelas que conforman las UM. Fuente: (ICF, 2017)

Registro de Variables	Forma y Tamaño de Subparcela	Cantidad	Área UM (m2)
PAN1: Árboles con DAP \geq 20 cm	Circular de 15 m de radio	3 por UM	2,120.58
PAN2: Árboles con DAP \geq 10 cm y DAP $<$ 20 cm y tocones con diámetro \geq 10 cm en la base.	Circular de 6 m de radio	3 por UM	339.29
PAN3: Regeneración, árboles con DAP $<$ 10 cm y altura \geq 1.3 m.	Circular de 3 m de radio	3 por UM	84.82
Uso o cobertura del suelo	Cinco puntos dentro del PAN1, uno en el centro y los cuatro restantes a 11.6 metros del punto central en dirección a los cuatro puntos cardinales (N, E, S y O)	15 por UM	Cada punto representa 141.37 m2
Hojarasca	Parcelas cuadradas de 1 m2	3 por UM	3
Carbono orgánico y densidad aparente en suelo	Centro de subparcela cuadrada de 1 m2 donde se tomó la muestra de hojarasca. La muestra es de 1 m de profundidad.	4 (carbono) y 1 (densidad aparente) por UM	

Madera muerta caída ≥ 10 cm de diámetro	Transectos de 21 metros en dirección E-O. El transecto inicia a 6 metros del punto central de la PAN1 con azimut de 90 grados y pasando por el centro de la PAN1.	3 por UM	
Madera muerta caída ≤ 10 cm de diámetro y ≥ 5 cm de diámetro.	Primeros 6 metros del transecto de 21 metros de la PAN1 en dirección al centro de la parcela.	3 por UM	
Fuego y plaga	Estimación del porcentaje de la parcela que está afectada		

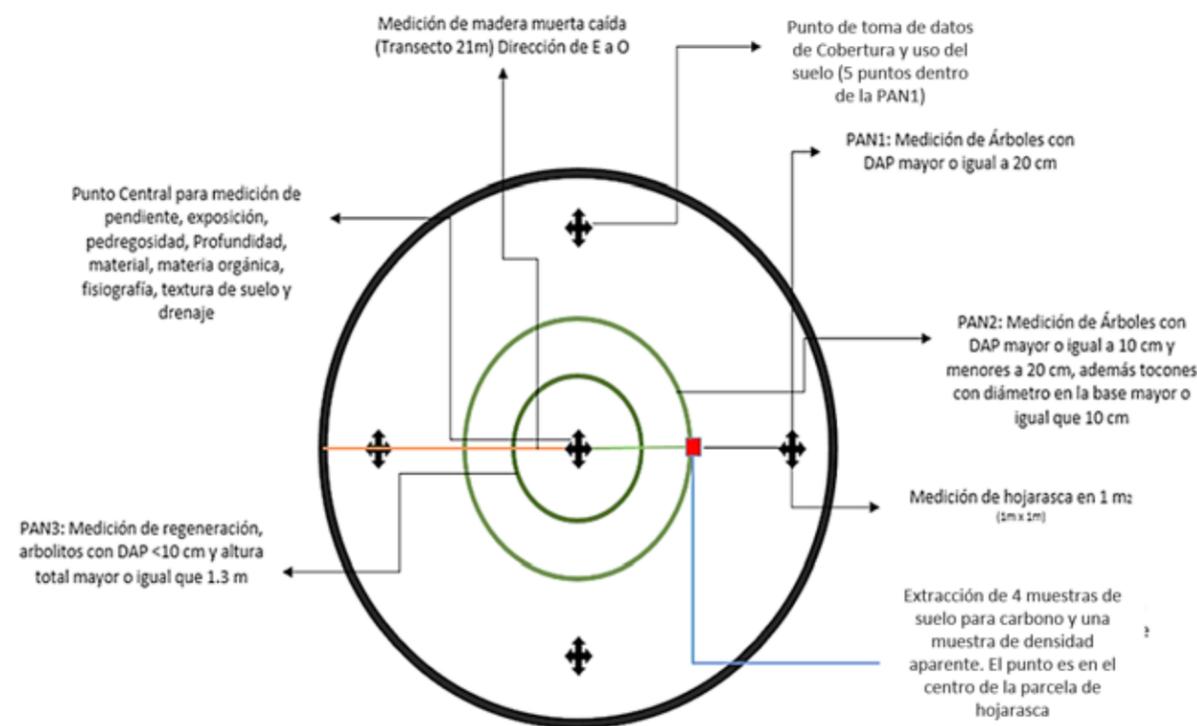


Ilustración 32. Diseño de las parcelas que conforman las UM y sus elementos por medir

Las variables evaluadas mediante el INF son categorizadas según los tipos de depósitos de carbono (Tabla 4). Estas categorías fueron usadas para estimaciones de biomasa, volumen maderable, contenidos de carbono en suelo y sus equivalentes en CO_2 .

Tabla 10. Depósitos evaluados a través del INF. Fuente: (ICF, 2017) y (FAO, 2020)

Depósito (sumidero)		Descripción
Aéreo	Árboles	Vegetación arbórea viva en sus diferentes estados de desarrollo $DAP \geq 10$ cm.
Subterráneo	Raíces	Toda la biomasa de las raíces vivas. A menudo, las raíces finas, de menos de 2 mm de diámetro, se excluyen porque no se les puede distinguir de la materia orgánica del suelo o de la hojarasca.
Necromasa	Árboles muertos	Árboles muertos en pie con $DAP \geq 10$ cm y con altura superior a los 3 m
	Madera muerta caída	Incluye toda la biomasa leñosa no viva que no está contenida en la hojarasca, ya sea en pie, tendida en el suelo o enterrada. La madera muerta incluye la madera sobre la superficie y raíces muertas. Para Honduras se sugieren diámetros ≥ 5 cm
	Tocones	Parte del tronco de un árbol que permanece unida a las raíces después de un aprovechamiento o extracción ($DAP \geq 10$ cm). En caso de que sea un tronco quebrado por viento se considerara tocón si es menor a 3 m de altura desde el suelo.
	Hojarasca	Incluye toda la biomasa no viva con un tamaño mayor que el límite establecido para la materia orgánica del suelo (sugerido 2 mm) y menor que el diámetro mínimo elegido para la madera muerta (p. e. 5 cm), en diversos estados de descomposición por encima del suelo mineral u orgánico. Incluye la capa de hojarasca como se define habitualmente en las tipologías de suelos.
Suelo	Muestras (carbono)	Carbono orgánico en suelos minerales y orgánicos (incluyendo turba). Muestras tomadas hasta a una profundidad de 1 m.

MUESTREO DE SUELOS

Debido a la relevancia del carbono almacenado en los suelos de los ecosistemas de manglar, este informe incluyó el muestreo de suelos para determinar los contenidos de carbono en este depósito. En este apartado se describe el procedimiento para la extracción, colecta, almacenamiento, transporte y análisis en laboratorio de las muestras de suelos.

El muestreo en suelos consiste en la extracción de núcleos de suelo en el centro de la subparcela donde se colecta la hojarasca (ver ilustración 4), a una profundidad de 100 centímetros (1 m), y tomando cuatro muestras a distintas profundidades para cuantificar los porcentajes de carbono. También se colectó una muestra para determinar la densidad aparente. Con estos datos se obtuvieron valores de volumen (cm^3) y de masa (g), que fueron usados para estimar a nivel de hectárea los contenidos de carbono almacenados en el suelo.

El muestreo de suelo en ecosistemas de manglar se realizó con un nucleador a las siguientes profundidades (Ilustración 33):

- Primera muestra: 0 a 15cm (carbono orgánico y densidad aparente)
- Segunda muestra: 15 a 30cm (carbono orgánico)
- Tercera muestra: 30 a 50cm (carbono orgánico)
- Cuarta muestra: 50 a 100cm (carbono orgánico)

Las muestras de suelos colectadas fueron almacenadas por 3 días y transportadas a una temperatura de 10°C . Estas muestras fueron enviadas al laboratorio de suelos del Centro Universitario Regional del Litoral Atlántico de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras para su análisis. Los análisis de laboratorio incluyeron el tamizado y secado de las muestras (temperatura promedio de secado 40°C), así como su peso húmedo, peso seco y la densidad aparente. La determinación de los porcentajes de carbono se realizó en el Laboratorio WHAL de la Standard Fruit de Honduras S.A. Estos resultados fueron usados para realizar las estimaciones de carbono en suelos a nivel de hectárea y por región.

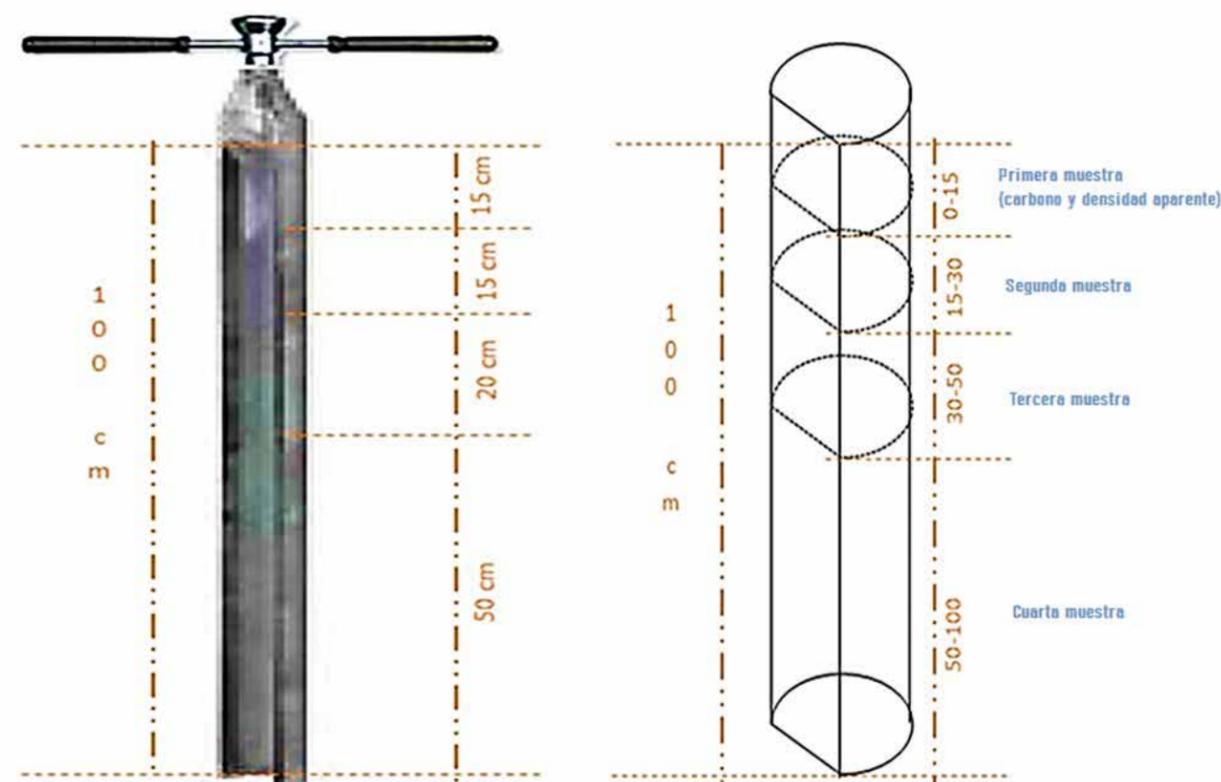
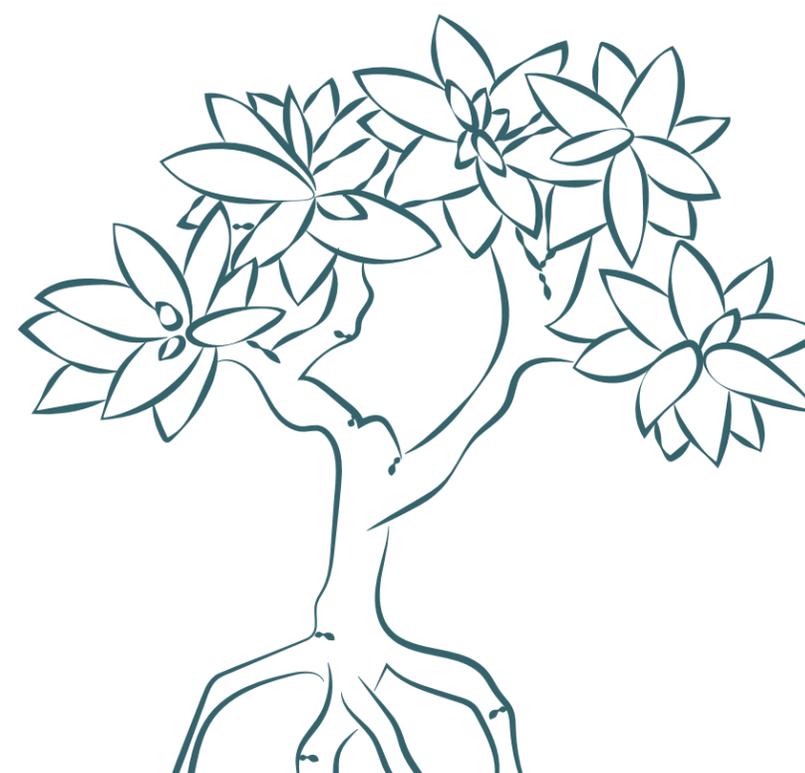


Ilustración 33. Instrumento para la extracción de núcleos de suelo para muestras de carbono y densidad aparente



COLECTA DE DATOS DE CAMPO

La colecta de datos de campo para este informe fue de 2017 a 2019. Durante este periodo de estudio se evaluaron las diferentes regiones costeras de Honduras para obtener información representativa, que permitiera generar análisis a nivel regional y nacional. Se realizaron aproximadamente 11 visitas de campo a los ecosistemas de manglar del país, durante estas visitas se involucró diferentes organizaciones, proyectos, actores locales y colaboradores internacionales.

Las actividades incluyeron la socialización de los productos y actividades del INF con diversos grupos locales. Estos grupos fueron un componente fundamental del éxito de la colecta de datos en campo, ya que con sus conocimientos y experiencias facilitaron las jornadas de trabajo, así como el acceso, ubicación y levantamiento de las UM. Además estos grupos serán de apoyo para futuras mediciones (Ilustraciones 5 a 8).



Ilustración 34. Socialización en comunidad de Batalla, Juan Francisco Bulnes, Gracias a Dios, Honduras



Ilustración 35. Levantamiento de campo en comunidad El Cubulero, Alianza, Valle, Honduras



Ilustración 36. Mediciones en manglares de Roatán, Islas de la Bahía, Honduras



Ilustración 37. Colecta de datos en comunidad de Saraguayna, Puerto Cortés, Cortés, Honduras

Uso de dispositivos móviles para colecta de datos

La colecta de información en campo se realizó con dispositivos móviles (tabletas/celulares) mediante la implementación y uso del software Silva Metricus² (Visual FoxPro, versión Android, 2017), donde se adaptaron diferentes formatos (plantillas) diseñados en el manual de campo del INF. Silva Metricus ha sido desarrollado para la colecta (versión móvil) y estimaciones (versión escritorio) de datos de inventarios forestales, y se ha sido utilizado desde al año 2017 por técnicos del INF de las Oficinas Regionales de ICF. Con el uso de este software se evita la transcripción de información, además permite el almacenamiento de fotografías de las UM y de las variables medidas, todas ellas relacionadas a una ubicación espacial específica. También es posible detallar el acceso las UM, facilitando los futuros procesos de control de calidad y de remediación (Ilustración 9).

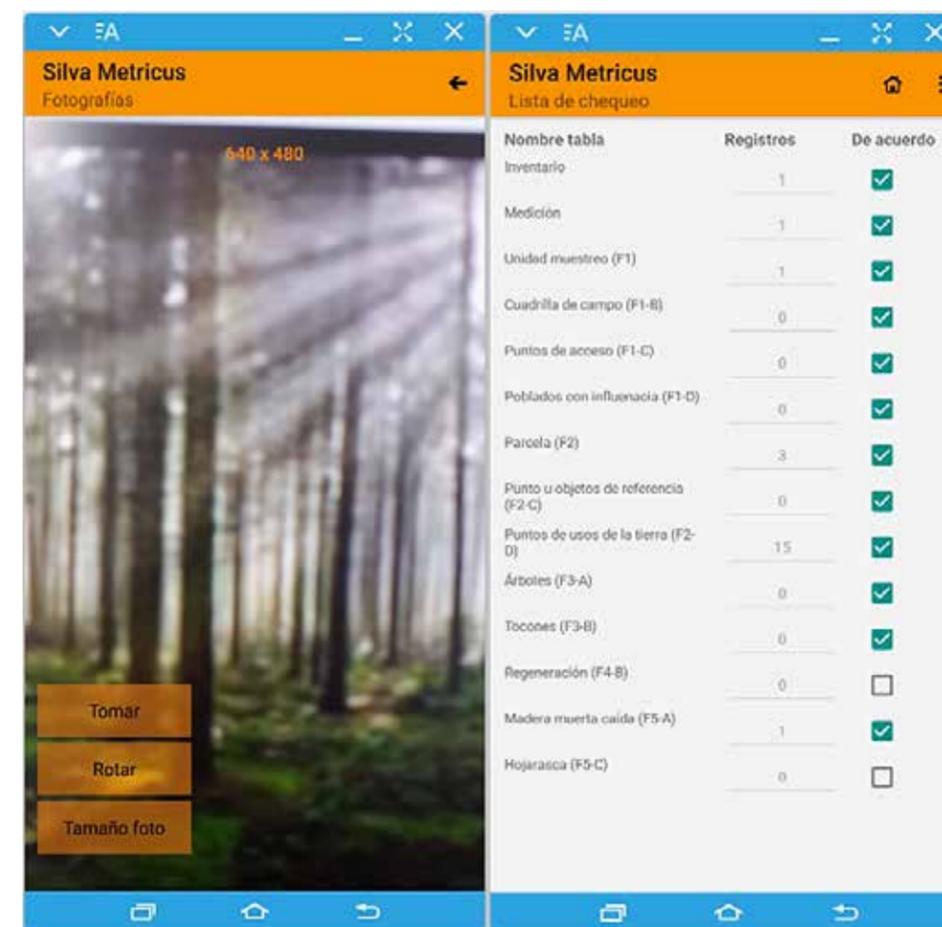


Ilustración 38. Interfaz del software Silva Metricus utilizado para colecta de datos del INF
Fuente: (Calderón & Scott, 2017)

2 Disponible en: <http://silvahn.com/>

Materiales y equipo

Para la colecta de datos de campo se utilizaron una serie de equipos y materiales. Estos materiales y equipo fueron:

- Tablet/Celular
- GPS (geoposicionador) con la mayor precisión posible.
- Brújulas
- Cinta métrica (50 m)
- Cinta diamétrica (10m)
- Clinómetro
- Cámara fotográfica digital
- Reloj
- Machete y lima
- Piocha
- Jalones con medida conocida
- Cinta vinílica fluorescente
- Bolsas plásticas para colectas de herbario
- Libreta de campo
- Tablero para portar formularios
- Balanza para pesar hojarasca.
- Lápices de carbón y de tinta
- Botiquín de primeros auxilios
- Bolsas plásticas para los instrumentos de medición y formularios
- Baterías alcalinas para GPS
- Binoculares (deseable)
- Mapas con la ubicación de la UM y parcelas
- Manual de campo
- Formularios de campo digitales e impresos en caso de falla de la Tablet o celular
- Marcas permanentes (Tubos galvanizados de 1/2" y 50 cm de largo para marcaje de parcelas)
- Base de datos para ingreso de información
- Nota de identificación de las cuadrillas de campo

PROCESAMIENTO DE DATOS DE CAMPO

Una vez finalizadas la colecta de datos de campo y el análisis de las muestras de suelo, se realizó el procesamiento de datos. Previo a la estimación de las variables evaluadas, todos los datos fueron sometidos a una serie de revisiones y control de calidad. Todas las variables estimadas fueron reportadas en unidades de la variable por hectárea, por región costera de Honduras y por departamento. Algunas de ellas también se detallan por especie de mangle.

Integración, Control de calidad de datos y Estimaciones

Una de las etapas del control de calidad es la integración de las todas las bases de datos que contienen la información de las UM. Este proceso se realizó con la finalidad de generar un archivo unificado con todas las UM establecidas en los ecosistemas de manglar de las diferentes regiones del país.

Toda la información colectada y unificada fue sometida a un proceso de depuración. En esta etapa se realizó una revisión exhaustiva de las bases de datos a fin de identificar y corregir inconsistencias o vacíos en los valores registrados. Este proceso se realizó en la versión de escritorio del software Silva Metricus³, y de manera conjunta con los grupos de trabajo para contar con las aclaraciones respectivas en caso de ser necesarias.

En la versión de escritorio del software Silva Metricus⁴, también se realizaron los cálculos de los estratos de manglar evaluados. Estos cálculos consistieron en determinar las proporciones de área por tipo de bosque, volumen, biomasa, carbono (en unidades de masa), dióxido de carbono (CO₂), estado fitosanitario, distribución de diámetros, perturbaciones (naturales y antropogénicas), frecuencia de especies, entre otros. La información referente a carbono, CO₂, biomasa y volumen se calculó por tipo de depósito de carbono por hectárea, es decir biomasa aérea, subterránea (raíces), hojarasca, madera muerta caída, tocones y carbono en suelos. A partir de los datos a nivel de hectárea se realizaron las estimaciones del área total de estudio considerando el grado de desarrollo del manglar, clasificándolo en bosque joven, medio y maduro.

³ Disponible en: <http://silvahn.com/>
⁴ Disponible en: <http://silvahn.com/>

Ecuaciones alométricas

Desde el punto de vista forestal, la alometría permite estimar una variable de un árbol (biomasa, volumen, etc.) en función de otra variable medida (por ejemplo, su diámetro). Una ecuación alométrica formaliza cuantitativamente dicha relación, que puede o no ser lineal (Picard, Saint-André, & Henry, 2012). Para la estimación de biomasa y volumen para cada variable e individuo medido en los ecosistemas de manglar (árbol, tocón, madera muerta, etc.), se utilizaron las ecuaciones alométricas de la Tabla 11. Con esta información se generaron sumatorias y promedios para categorías específicas, totales y por área.

Tabla 11. Ecuaciones alométricas utilizadas en el proceso de cálculos del INF

APLICACIÓN	ECUACIÓN O FACTOR	REFERENCIA
Biomasa aérea	$(2) ba = (0.0673 * \rho * dap^2 * H) 0.976 / 1000$	Chave et al., 2014 (latifoliados)
Biomasa subterránea	$bs = e^{-1.0587 + 0.8836 * \ln(ba)}$	Cairns, Brown, Helmer, & Baumgardner, 1997
Volumen de tocones		Smalian citado por Ferreira, 2005
Volumen madera muerta caída	$V = 1.2337 / L * D^2$	(Calderón & Scott, 2017)
Biomasa de hojarasca	$B = PS / 1000000 * 10000 / (0.33 * 3)$	(Calderón & Scott, 2017)

ba = biomasa aérea; ρ = densidad; dap = diámetro a la altura del pecho; H = altura total; bs = biomasa subterránea; v_{toc} = volumen del tocón; d₁ = diámetro a la base del tocón; d₂ = diámetro a la parte superior del tocón; L = largo del transepto; D = diámetro de la pieza de madera muerta; B = Biomasa de hojarasca; PS = Peso seco de la hojarasca

Generación de Información Dasométrica, Volumen de Madera, Regeneración y Estado Fitosanitario

Con los datos depurados se generó la información dasométrica que se presenta en esta obra. Este proceso consistió en la presentación de los resultados por regiones, considerando diámetros a la altura del pecho (DAP) y alturas promedio, así como sus rangos. Además, se realizó el cálculo promedio de áreas basales por región, es decir el valor que define el espacio que cubre el tronco de un árbol.

También se realizó la estimación de frecuencia, densidad y dominancia de las especies de mangle. Brevemente, la frecuencia se define como el número de veces que individuos de una especie se presentan por unidad de área; la densidad como el número de árboles por unidad de área, y se expresa en términos de individuos por hectárea, y la dominancia como la proporción del área basal de una especie considerando la proporción del área basal de todas las especies (Mueller-Dombois y Ellenberg 1974).

Con la finalidad de identificar el estado de desarrollo de los ecosistemas de manglar, en esta obra se muestra la frecuencia de árboles por hectárea considerado clases diamétricas (Clases de DAP). Estas clases fueron definidas en intervalos de 5 cm desde 10 cm hasta 90 cm, también se definieron las clases de: 120 a 125 cm, 140 a 145 cm y de 208 a 285 cm. La estimación del volumen de madera se realizó por especie de manglar por región del país y para cada uno de sus departamentos. También el volumen de madera se estimó en relación a su distribución en las áreas protegidas del país, considerando el volumen maderable fuera de las áreas protegidas, en las zonas de amortiguamiento y en las zonas núcleo. Toda esta información es reportada en metros cúbicos por hectárea (m³/ha).

En esta obra se reporta la regeneración de las especies de mangle por regiones considerando la frecuencia de plántulas por hectárea. Esta misma información también es presentada por departamento. Respecto al estado fitosanitario, éste se reporta en porcentaje por región, considerando si los manglares se encuentran sanos o presentan afectaciones por plagas de insectos, hongos, fuego, entre otros. De manera más detallada para los árboles de mangle por región, se presenta el número de árboles y su porcentaje de afectación que presentan, es decir de leve, severo o muerto.

Estimación de Curvas de Acumulación de Especie

Se analizaron tres índices para determinar la riqueza y diversidad de especies de mangle. Estos índices se encuentran disponibles para su uso y estimación en el software de SilvaMetricus.

Índice de Valor de Importancia

La importancia ecológica de las especies dentro del ecosistema se determinó considerando la densidad, frecuencia y dominancia de cada especie. La suma relativa de estos tres valores genera el Índice de Valor de Importancia (IVI):

$$IVI = Fr + DEr + DOr$$

Donde:

- IVI = Índice de Valor de Importancia de las especies
- Fr = Frecuencia relativa en porcentaje
- DEr = Densidad relativa en porcentaje
- DOr = Dominancia relativa en porcentaje

Índice de Riqueza Específica de Margalef

La riqueza específica se relaciona con el número de especies presentes en la comunidad (S). El índice de Margalef es uno de los propuestos para medir riqueza de especies de manera independiente al tamaño de la muestra, basándose en la relación entre S y el número total de individuos observados (N).

$$D_{Mg} = \frac{S - 1}{\ln N}$$

Dónde:

D = Índice de Riqueza Específica de Margalef

S = número de especies

N = número total de individuos

Según Moreno (2001), la riqueza específica es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de éstas.

Índice de Abundancia Proporcional de Simpson

El Índice de Abundancia Proporcional de Simpson muestra la probabilidad de que dos individuos tomados al azar en una muestra sean de la misma especie. El índice de Simpson toma en cuenta la importancia de las especies más dominantes.

$$\lambda = \sum p_i^2$$

Dónde:

p_i = abundancia proporcional de la especie i, es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

A medida que aumenta, la diversidad disminuye. toma valores entre cero y uno y se acerca a uno en el límite de un monocultivo.

Índice de Abundancia Proporcional de Shannon-Wiener

El Índice de Shannon-Weiner es una estimación balanceada de la diversidad. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar en una muestra. Los valores típicos son generalmente entre 1.5 y 3.5 en la mayoría de los estudios ecológicos, el índice rara vez es mayor que 4.

$$H' = - \sum p_i \ln p_i$$

Dónde:

H' = Índice de Abundancia Proporcional de Shannon-Wiener

p_i = frecuencias relativas de cada especie.

PROCESAMIENTO DE LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE CARBONO

Como parte de los resultados de la presente obra, se encuentra la estimación de los contenidos de carbono almacenados en los ecosistemas de manglar a nivel regional y nacional. Para ello se utilizaron Sistemas de Información Geográfica (SIG), que permitieron la asociación de información colectada en campo y la información espacial de la cobertura del manglar.

La información de campo se basó en las coordenadas centrales de las parcelas en las UM, así como en sus respectivos valores de carbono, es decir la sumatoria de sus depósitos (aéreo, subterráneo, necromasa, hojarasca y suelo). Como referente espacial se utilizó archivos en formato ráster con información de la cobertura de manglar a nivel nacional. Estos productos ráster fueron obtenidos del Mapa Forestal y Cobertura de la Tierra 2014.

Para la estimación de la distribución de carbono se utilizó el software comercial ArcGIS (Esri., Redlands, CA.), específicamente la herramienta de Interpolación Ponderación de Distancia Inversa (IDW, por sus siglas en inglés). Esta herramienta utiliza un método de interpolación que estima los valores de los píxeles mediante el cálculo de los valores promedio de los puntos derivados de una muestra de campo, y que son utilizados como base para darle un valor al píxel más cercano. Así, cuanto más cerca está un punto del centro del píxel que se está estimando, más influencia o peso tendrá en el proceso de estimación de la variable (ESRI, 2016).

En la Tabla 12 se describen los parámetros tomados en cuenta para generar las interpolaciones. Los productos principales de este proceso fueron archivos raster de los depósitos de carbono en los ecosistemas de manglar de Honduras.

Tabla 12. Procedimiento de uso de interpolación IDW. Fuente: (ESRI, 2016)

Nombre del parámetro	Explicación	Tipo de datos
In_Point_Features	Entidades de puntos de entrada que contienen los valores "z" (es decir valores promedios de todos los depósitos de carbono) necesarios para interpolarse en un formato ráster que representara la superficie de los ecosistemas de manglar. Uso del archivo en formato vector de tipo puntos, el cual contenía las coordenadas centrales de cada parcela de las UM.	Vector
Z_Field	Campo que contiene un valor o magnitud para cada punto. Los valores de "z" consistieron en los valores promedios de todos los depósitos de carbono (aéreo, subterráneo, necromasa, hojarasca y suelo), expresados en toneladas por hectárea	Vector
Cell_Size (Opcional)	El tamaño de celda con el que se creó el ráster de salida (producto). Este fue el valor del entorno y se estableció de 5 metros, tomando en cuenta el valor de los píxeles de los archivos ráster utilizados para generar la interpolación (originalmente son de 5 X 5 metros).	Ráster
Power	Exponente de distancia. Este factor controló la significancia de los puntos circundantes sobre el valor de la celda interpolada. Una potencia mayor tiene como resultado una influencia menor en los puntos más alejados. Puede ser cualquier número real mayor a 0, pero los resultados más razonables se obtuvieron con valores de 0,5 a 3. El valor predeterminado fue 2.	Números fraccionarios
Search_Radius (Opcional)	La clase "Radius" (radio) define el número de puntos de entrada que se utilizaron para interpolar el valor para cada celda en el ráster de salida (producto). Se basó en el número de puntos y la distancia máxima de búsqueda. Estos valores pueden ser predeterminados o definidos por el usuario. Para esta obra se utilizó el valor predeterminado.	Radius (radio)
In_Barrier_Polyline_Features (Opcional)	Entidades de tipo vector polilínea que se utilizaron como corte o límite en la búsqueda de puntos de muestra de entrada.	Vector

Finalmente se realizó la comparación de medias entre la información colectada en campo y valores de los píxeles generados con el proceso de interpolación. Este proceso se realizó para identificar diferencias y similitudes entre la información de campo y los valores en los píxeles, con la finalidad de determinar el nivel de precisión del proceso de interpolación.

Para este proceso se identificó puntos de muestreo aleatorio. Este número de puntos se definió de acuerdo con la cantidad de parcelas y estratos de manglar evaluados (es decir, maduro, medio y joven).

Se usaron un total de 154 puntos de muestreo dentro de los límites del ráster resultante. Los puntos fueron identificados con a la herramienta "Create Random Raster" (creación aleatoria de ráster) en ArcGIS. Esta función generó un archivo vector de tipo punto con la cantidad de muestras definidas, distribuidas de manera aleatoria y dentro de los límites de la cobertura de manglar. Posteriormente se utilizó la herramienta "Extract Values to Points" (extracción de valores a puntos) para extraer los valores por depósito y compararlos con la información colectada en campo.



ANÁLISIS Y RESULTADOS

Fotografía: D. Torrez / Proyecto MiPesca GOAL



Análisis de resultados

En este capítulo se presentarán los resultados dasométricos y taxonómicos, considerando la superficie de los ecosistemas de manglar en el país. De acuerdo al Mapa Forestal y Cobertura de la Tierra 2014 (ICF, 2014), el ecosistema de manglar en Honduras tiene una extensión de 51,970.8 ha. En este informe se reporta la cobertura de manglar para las cuatro regiones costeras del país, así como el número de UM distribuidas aleatoriamente (Tabla 13).

Tabla 13. Población y estratos del área de estudio

Nombre de población	Nombre de la Región	Área (ha)	Unidades de Muestreo
Bosques de Mangle de Honduras	Islas de la Bahía	2,462.8	14
	Atlántico	5,323.9	19
	La Mosquitia	4,027.8	12
	Pacífico	40,156.3	11
	Total	51,970.8	56

CLASES DE USO DEL SUELO

El área de estudio (51,970.85 ha) se consideró inicialmente ser completamente bosque de mangle. Dentro de esta área se recopiló información de la cobertura de la tierra, haciendo la medición en 15 puntos dentro de cada unidad de muestreo levantada. Las 56 UM dentro del área de estudio presentan cobertura de bosque de mangle ya sea parcial o totalmente. Ciertas unidades de muestreo presentaron otras coberturas en algunos de los puntos de observación dentro de la unidad, ya que existen zonas de transición de tipos de bosques y también existen zonas que presentan una asociación permanente entre las especies de mangle y las de bosque inundable, así como de latifoliado húmedo. Se identificaron también diferentes tipos de perturbaciones que en muchas ocasiones limitan la continuidad de las coberturas forestales y que se definieron como áreas fuera de bosque.

Entre las coberturas de suelo encontradas dentro de las unidades de muestreo en asociación con el ecosistema de mangle están Bosque Latifoliado (en 5 unidades de muestreo), Bosque Mixto (en 2 unidades de muestreo) y Bosque de Conífera (en 1 unidad de muestreo).

Según el análisis de cobertura de la tierra basado en los datos de campo se concluyó que de los 51,970.8 ha que se consideraron como bosque de mangle, según el Mapa de Cobertura del 2014, un 97% es bosque de mangle, mientras que un 3% de esta área posee otras coberturas, desde estratos de bosque y áreas fuera de bosque, hasta zonas donde no fue posible el acceso para realizar las evaluaciones.

Dado el nivel de coincidencia entre la cobertura del suelo descrita en la información geográfica oficial del país, y los datos colectados en campo dentro del área de estudio, se utilizará la cifra oficial de 51,970.8 ha derivada del Mapa Forestal y Cobertura de la Tierra (2014), para el resto de los cálculos en este documento

Grado de desarrollo de los manglares a nivel regional

Parte de las variables evaluadas a través de la metodología del INF es determinar el grado de desarrollo de los ecosistemas evaluados, lo que permite identificar los estados de sucesión de los estratos boscosos mediante una categorización de acuerdo con los rangos de edad definidos en campo.

De manera que, considerando la información colectada en campo, se estima que a nivel nacional el 53% del manglar presentan un grado de desarrollo maduro, un 34% un desarrollo medio y un 13% un desarrollo joven.

Tabla 14. Cobertura según estado de madurez del bosque de mangle en el área de estudio

Cobertura (Nivel 3)	Superficies por regiones (ha)				
	Islas de la Bahía	Atlántico	La Mosquitia	Pacífico	Nacional
Manglar maduro	275.1	2,101.0	1,951.9	23,022.9	27,558.8
Manglar medio	157.2	1,978.6	929.5	4,015.6	6,908.1
Manglar joven	2,030.5	1,244.3	1,146.4	13,117.7	17,503.9
Total	2,462.8	5,323.9	4,027.8	40,156.3	51,970.8

■ Manglar joven ■ Manglar maduro ■ Manglar medio

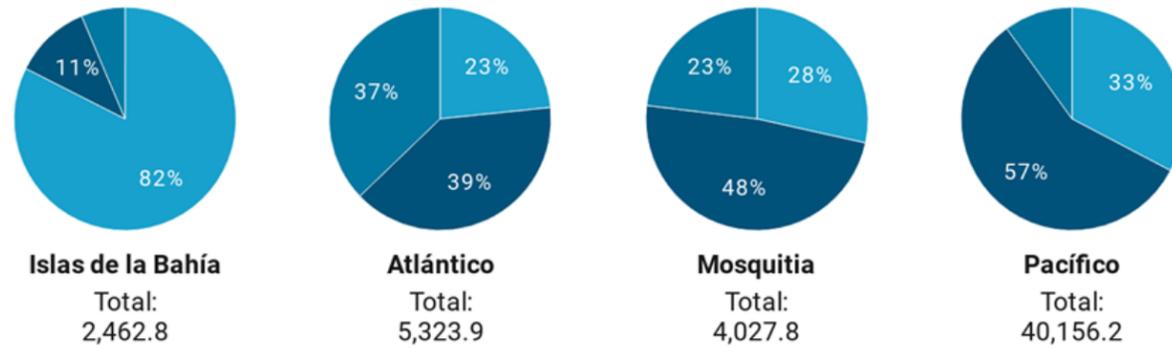


Gráfico 6. Porcentaje de cobertura por regiones dentro del área de estudio

Se observa que la zona de Islas de la Bahía difiere de las demás zonas de bosque de mangle en cuanto a la distribución de la cobertura según el grado de desarrollo del bosque. A nivel nacional se observa que en su mayoría las zonas están compuestas en su mayoría de bosque maduro y bosque medio, mientras que en la zona Islas de la Bahía el bosque de mangle es predominado por bosques jóvenes. En este punto se debe considerar que muchas zonas han tenido un proceso lento de recuperación después de las pérdidas de manglar producto del huracán Mitch de 1998.

Grado de desarrollo de los manglares a nivel departamental

Las cifras estimadas a nivel de departamental muestran diferentes comportamientos de la distribución de los estratos en cuanto a su grado de desarrollo, para el caso de Atlántida, Cortés, Gracias a Dios y Valle se estima que presentan predominancia de manglares maduros, para el caso de Colón presenta predominancia de manglares medios, para las áreas de Islas de la Bahía la predominancia consiste en manglares jóvenes y en la zona de Choluteca se presenta una predominancia balanceada entre manglares jóvenes y maduros.

De manera más específica y con sus respectivas superficies puede visualizarse los valores en la siguiente tabla y grafica de distribución, donde se presentan los grados de desarrollo para cada departamento del país que presenta ecosistemas de manglares.

Tabla 15. Cobertura de bosque de mangle por departamento

Departamento	Superficies (ha)			Total (ha)
	Mangle maduro	Manglar medio	Manglar joven	
Islas de la Bahía	275.1	157.2	2,030.5	2,462.8
Atlántida	832.8	485.8	694.0	2,012.6
Colón	-	2,668.2	544.5	3,212.7
Cortés	74.4	22.5	1.7	98.6
Gracias a Dios	1,927.6	863.1	1,237.1	4,027.8
Choluteca	7,860.6	1,511.7	8,767.6	18,139.9
Valle	12,580.9	2,096.8	7,338.8	22,016.5
Total	23,551.3	7,805.3	20,614.2	51,970.8

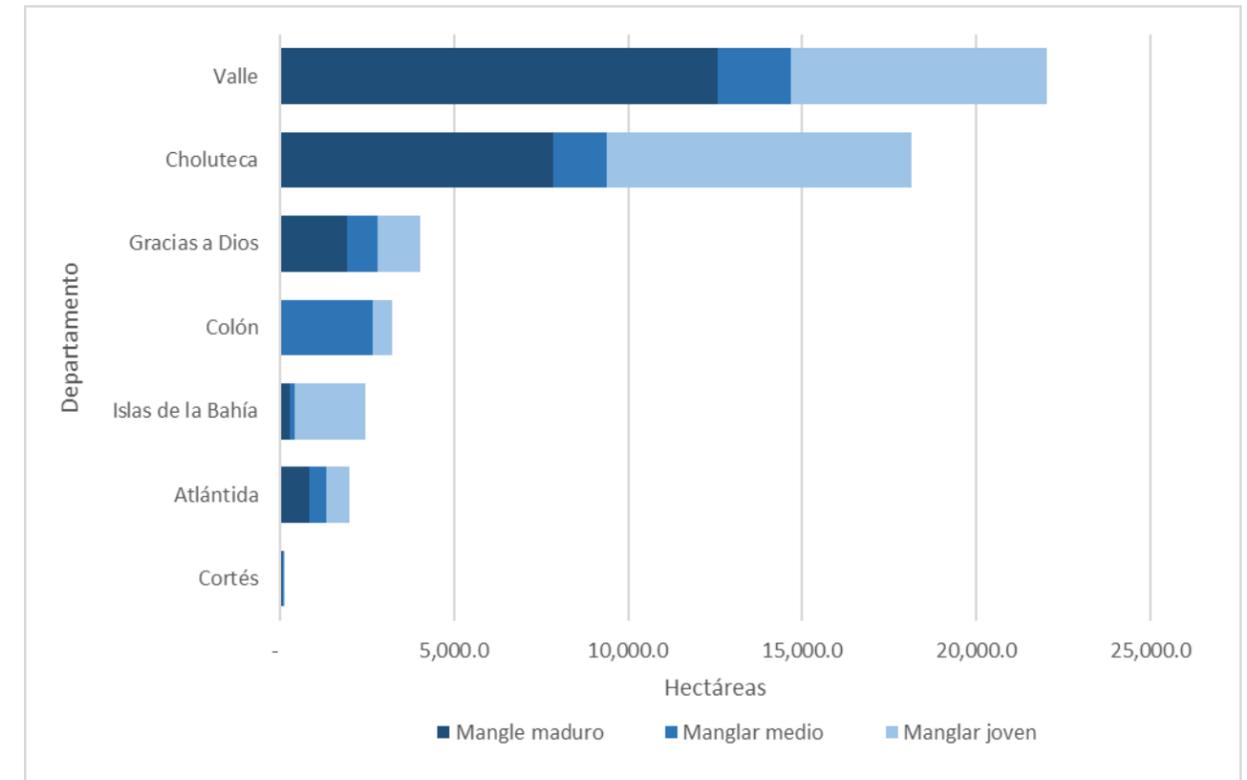


Gráfico 7. Grado de desarrollo de los manglares por departamentos

INFORMACIÓN DASOMÉTRICA DE LOS ECOSISTEMAS DE MANGLAR

De acuerdo a la información dasométrica colectada en los ecosistemas de manglar de Honduras, el DAP promedio nacional de los árboles de mangle es de 28,0 cm, con rangos que oscilan de 10 cm a 280 cm. La altura promedio de los árboles de mangle a nivel nacional es de 15.3 m con rangos que oscilan entre los 3.0 a 38 m. El área basal promedio es de 10.29 m²/ha (Tabla 19).

De las cuatro regiones analizadas, La Mosquitia presentó los mayores DAP (DAP promedio: 30.7 cm), los mayores rangos de DAP (10 a 280 cm) y la mayor área basal (16.02 m²/ha). Las mayores alturas promedio fueron registradas en las regiones del Atlántico y La Mosquitia. En contraste los manglares de la región Islas de la Bahía presentaron en promedio los menores DAP, áreas basales y alturas promedio (Tabla 16; Gráfico 8).

Tabla 16. Características dasométricas de los ecosistemas de manglar en Honduras

Regiones	DAP promedio (cm)	Rango de DAP (cm)	Altura total promedio (m)	Rango de alturas (m)	Área basal (m ² /ha)
Islas de la Bahía	16.5	10.0 - 53.4	9.7	3.5 - 21.5	1.99
Atlántico	29.6	10.0 - 147.0	16.2	3.0 - 38.0	13.36
La Mosquitia	38.2	10.0 - 280.0	16.2	4.2 - 32.0	16.02
Pacífico	17.9	10.0 - 53.0	15.2	4.5 - 23.3	2.06
Mangle (Nivel Nacional)	28.0	10.0 - 280.0	15.3	3.0 - 38.0	10.29

Existen diferentes características y procesos naturales que condicionan el desarrollo de los manglares, siendo el tipo de suelo una de las principales características a tomar en cuenta. En este sentido, históricamente se han registrado mejores condiciones en los suelos (e.j., la influencia de los sistemas de lagunas) de las regiones del Atlántico y La Mosquitia, que podrían favorecer un mejor desarrollo de los manglares en estas regiones.

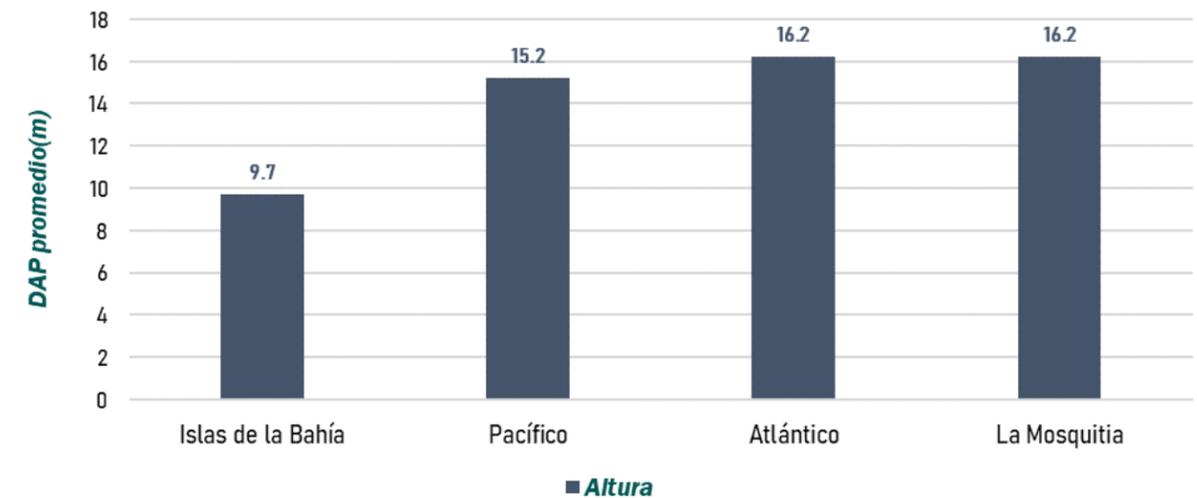


Gráfico 8. Distribución de los valores promedio de DAP por regiones

Frecuencia y distribución de especies de mangle

Las especies de mangle identificadas en los manglares de Honduras fueron el mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle negro (*Avicennia germinans*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y botoncillo (*Conocarpus erectus*). Sin embargo, es importante mencionar que otros estudios realizados en el país han descrito la existencia de otras especies como *Avicennia bicolor*, *Pelliciera rhizophorae*, *Rhizophora harrissanii*, *Rhizophora racemosa*.

Rhizophora mangle es la especie que se encuentra con mayor frecuencia en los ecosistemas de manglar de Honduras. Esto se debe a que es la especie más común en la región del Pacífico, que representa la mayor extensión del país. Sin embargo, al analizar las regiones individualmente se observa una alta frecuencia de la presencia de *Laguncularia racemosa* en la región del Atlántico y La Mosquitia siendo la más común en estas zonas. En la región de Islas de la Bahía, *Rhizophora mangle* es la especie más común, y *Avicennia germinans* se presenta con frecuencia (Tabla 20).

A continuación, se describen las frecuencias de las especies por hectárea (Tabla 17), así como sus porcentajes registrados por región (Gráfico 9).

Tabla 17. Frecuencia de especies de mangle registradas por regiones de estudio

Especies	Nombre común	Frecuencia por regiones (árboles/ha)			
		Islas de la Bahía	Atlántico	Mosquitia	Pacífico
Avicennia germinans	Mangle negro	125.2	39.6	6.3	8.9
Conocarpus erectus	Botoncillo	13.9	0.0	3.5	0.0
Laguncularia racemosa	Mangle blanco	43.6	224.1	62.2	11.1
Rhizophora mangle	Mangle rojo	142.5	140.2	60.6	248.6
Total		325.2	403.9	132.6	268.7

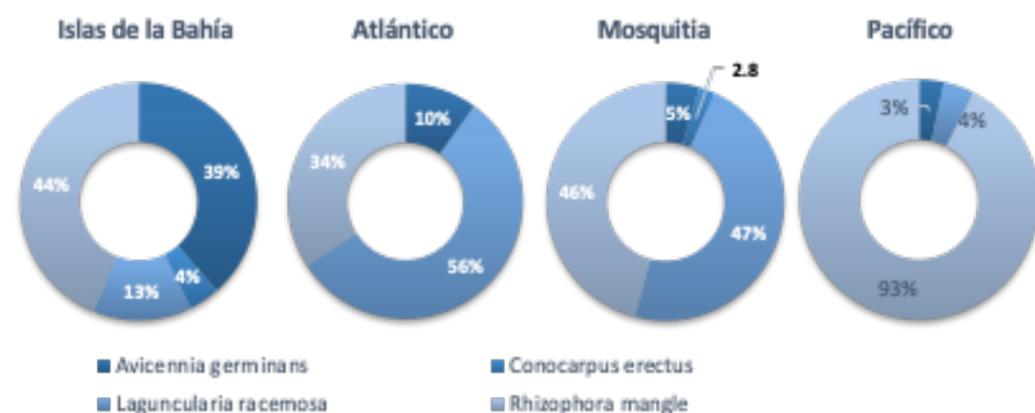


Gráfico 9. Distribución porcentual de especies de mangle en las regiones de estudio

En general, independientemente de la especie de mangle encontrada, los bosques de mangle del Atlántico y de las Islas de la Bahía son los bosques más densos (mayor cantidad de árboles por hectárea). Esto está relacionado con el hecho que ambas zonas presentan menor cantidad de bosque maduro, que tiende a ser menos denso. En la tabla 17 y en el gráfico 10 se visualizan los valores de frecuencia de especies y densidad de árboles (árboles/ha) en las 4 regiones.

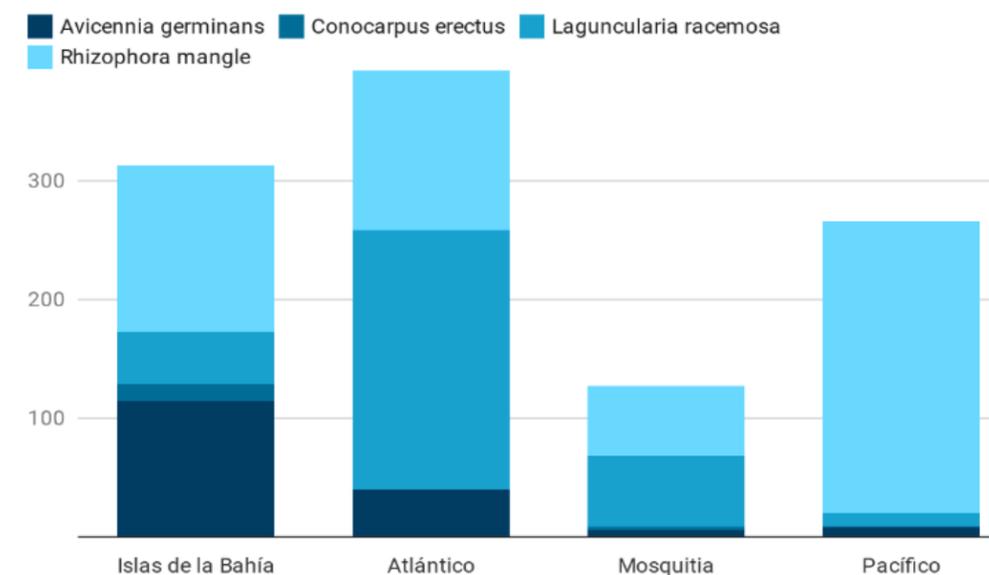


Gráfico 10. Frecuencia de especies de mangle en las regiones de estudio

Frecuencia y distribución de otras especies

En los ecosistemas de manglar, además de las especies de mangle, también se registró la presencia de diferentes especies arbóreas asociadas cuyo hábitat también son las zonas costeras (Tabla 21). La presencia de otras especies diferentes a las de manglar fue más frecuente en las regiones del Atlántico y La Mosquitia, y en menor proporción en Islas de Bahía. La región del Pacífico no presentó asociaciones de especies de mangle con otras, en esta región el ecosistema de manglar se presenta en bloques extensos y continuos.

Las especies asociadas a las especies de mangle, tienen características estructurales y fisiológicas que les permiten adaptarse a los ambientes inundables y salinos. Las especies que se presentaron con mayor frecuencia asociadas a las especies de manglar fueron: *Pachira aquatica*, *Pterocarpus officinalis*, *Virola koschnyi*, *Grias cauliflora*, entre otras (Tabla 18). De las regiones evaluadas solamente el Pacífico

Tabla 18. Frecuencia de otras especies asociadas al bosque de mangle

Otras especies asociadas	Frecuencia por regiones (árboles/ha)			
	Islas de la Bahía	Atlántico	La Mosquitia	Pacífico
Acrocomia aculeata	-	-	0.4	-
Annona sp.	-	0.2	0.4	-
Bombacopsis quinatum	-	3.1	-	-
Bursera simaruba	-	0.5	-	-
Byrsonima sp.	-	-	0.4	-
Calophyllum brasiliense	-	1.8	1.2	-
Carapa guianensis	-	-	0.4	-
Ceiba pentandra	-	-	1.6	-
Chrysobalanus icaco	-	0.7	2.5	-
Cocos nucifera	1.0	1.7	-	-
Desconocido	0.3	7.6	23.7	-
Grias cauliflora	-	7.2	-	-
Heliocarpus appendiculatus	4.2	-	-	-
Hirtella americana	-	-	0.4	-
Lonchocarpus hondurensis	-	1.0	-	-
Myrcia spendens	-	2.0	-	-
Pachira aquatica	-	42.4	26.9	-
Pterocarpus officinalis	-	-	63.4	-
Roystonea sp.	-	1.5	-	-
Spondias mombin	-	0.5	-	-
Tabebuia guayacan	-	0.5	-	-
Virola koschnyi	-	38.0	-	-

Distribución de clases diamétricas de las especies de mangle

Los ecosistemas de manglar de Honduras presentan altas densidades de individuos en las clases diamétricas menores a los 20 cm (Tablas 19-22). Solo las regiones del Atlántico y La Mosquitia presentan individuos de mangle con diámetros superiores a los 55 cm (Tabla 20 y 21). En el caso de los manglares de La Mosquitia, como ya se había establecido, es poca la presencia de *Avicennia germinans*. En esta zona *Avicennia germinans* se encuentra en los rangos de diámetros medianos a altos, encontrándose la mayoría de los individuos de esta especie entre los 40 y 70 cm de diámetro. En la zona del Pacífico se observa un claro dominio de la especie *Rhizophora mangle* la cual se encuentra en rangos de diámetros bajos a medianos (Tabla 22).

Tabla 19. Árboles por hectárea según clase diamétrica de las especies de mangle Región Islas de la Bahía

Clase de DAP (cm)	Frecuencia (árboles/ha) según especie Región Islas de la Bahía				
	Avicennia germinans	Conocarpus erectus	Laguncularia racemosa	Rhizophora mangle	Total
10 - 15	63.2	8.4	27.4	96.8	195.8
15 - 20	35.8	2.1	2.1	37.9	77.9
20 - 25	16.8	1.7	1.0	5.1	24.6
25 - 30	5.7	1.0	1.0	2.7	10.4
30 - 35	1.3	0.3	4.7	0.0	6.4
35 - 40	1.7	0.0	3.7	0.0	5.4
40 - 45	0.3	0.0	2.4	0.0	2.7
45 - 50	0.3	0.0	1.0	0.0	1.3
50 - 55	0.0	0.3	0.3	0.0	0.7
Total	125.2	13.9	43.6	142.5	325.2

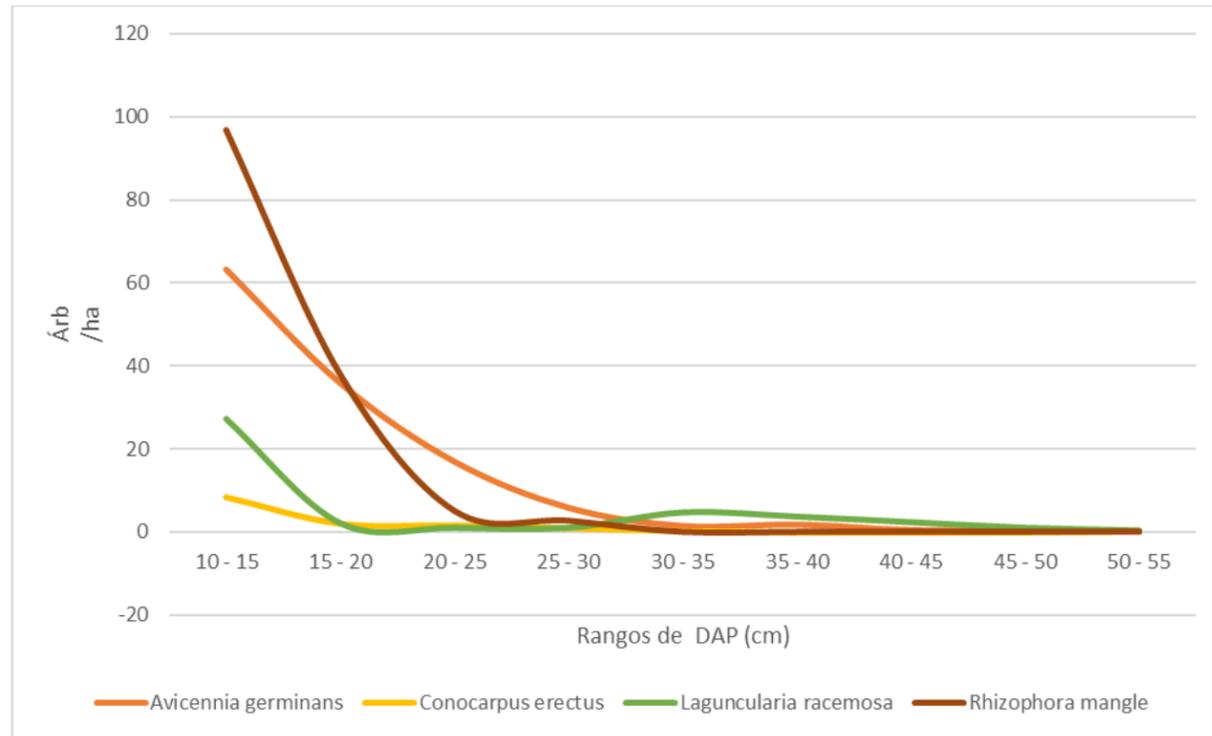


Gráfico 11. Distribución clases DAP en región de Islas de la Bahía

Tabla 20. Árboles por hectárea según clase diamétrica de las especies de mangle Región Atlántico

Clase de DAP (cm)	Frecuencia (árboles/ha) según especie Región Atlántico				
	Avicennia germinans	Conocarpus erectus	Laguncularia racemosa	Rhizophora mangle	Total
10 - 15	18.6	0.0	128.8	41.9	189.2
15 - 20	9.3	0.0	45.0	20.2	74.5
20 - 25	5.7	0.0	16.4	20.8	42.9
25 - 30	4.2	0.0	12.9	13.9	31.0
30 - 35	0.7	0.0	7.9	8.7	17.4
35 - 40	0.2	0.0	4.0	7.4	11.7
40 - 45	0.5	0.0	3.2	6.0	9.7
45 - 50	0.2	0.0	1.0	5.7	6.9
50 - 55	0.0	0.0	1.7	6.0	7.7
55 - 60	0.0	0.0	1.0	2.7	3.7
60 - 65	0.0	0.0	0.5	3.7	4.2
65 - 70	0.0	0.0	1.0	1.2	2.2
70 - 75	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0

75 - 80	0.0	0.0	0.2	0.5	0.7
80 - 85	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2
85 - 90	0.0	0.0	0.2	0.0	0.2
100 - 105	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2
120 - 125	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
140 - 145	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
145 - 150	0.0	0.0	0.2	0.0	0.2
280 - 285	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Total	39.6	0.0	224.1	140.2	403.9

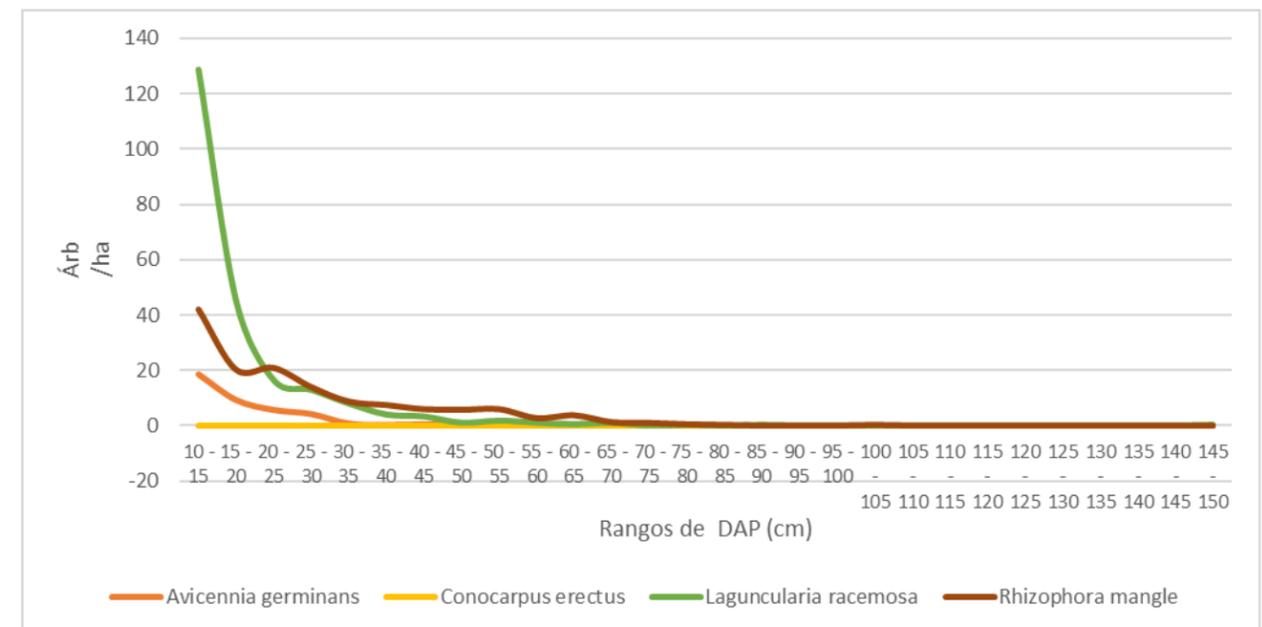


Gráfico 12.. Distribución clases DAP en región del Atlántico

Tabla 21 Árboles por hectárea según clase diamétrica de las especies de mangle Región La Mosquitia

Clase de DAP (cm)	Frecuencia (árboles/ha) según especie Región Islas de la Bahía				
	Avicennia germinans	Conocarpus erectus	Laguncularia racemosa	Rhizophora mangle	Total
10 - 15	0.0	0.0	12.3	29.5	41.8
15 - 20	0.0	0.0	9.8	13.1	22.9
20 - 25	0.0	0.0	3.1	4.7	7.9
25 - 30	0.0	0.4	5.5	3.9	9.8
30 - 35	0.0	1.6	5.1	4.7	11.4
35 - 40	0.0	0.0	8.3	2.8	11.0
40 - 45	1.2	0.4	5.5	0.8	7.9
45 - 50	0.8	0.4	2.4	0.8	4.3
50 - 55	1.6	0.4	3.1	0.0	5.1
55 - 60	1.2	0.4	2.0	0.4	3.9
60 - 65	0.8	0.0	0.8	0.0	1.6
65 - 70	0.4	0.0	1.6	0.0	2.0
70 - 75	0.0	0.0	0.4	0.0	0.4
75 - 80	0.0	0.0	0.8	0.0	0.8
80 - 85	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
85 - 90	0.4	0.0	0.4	0.0	0.8
120 - 125	0.0	0.0	0.4	0.0	0.4
140 - 145	0.0	0.0	0.4	0.0	0.4
280 - 285	0.0	0.0	0.4	0.0	0.4
Total	6.3	3.5	62.2	60.6	132.6

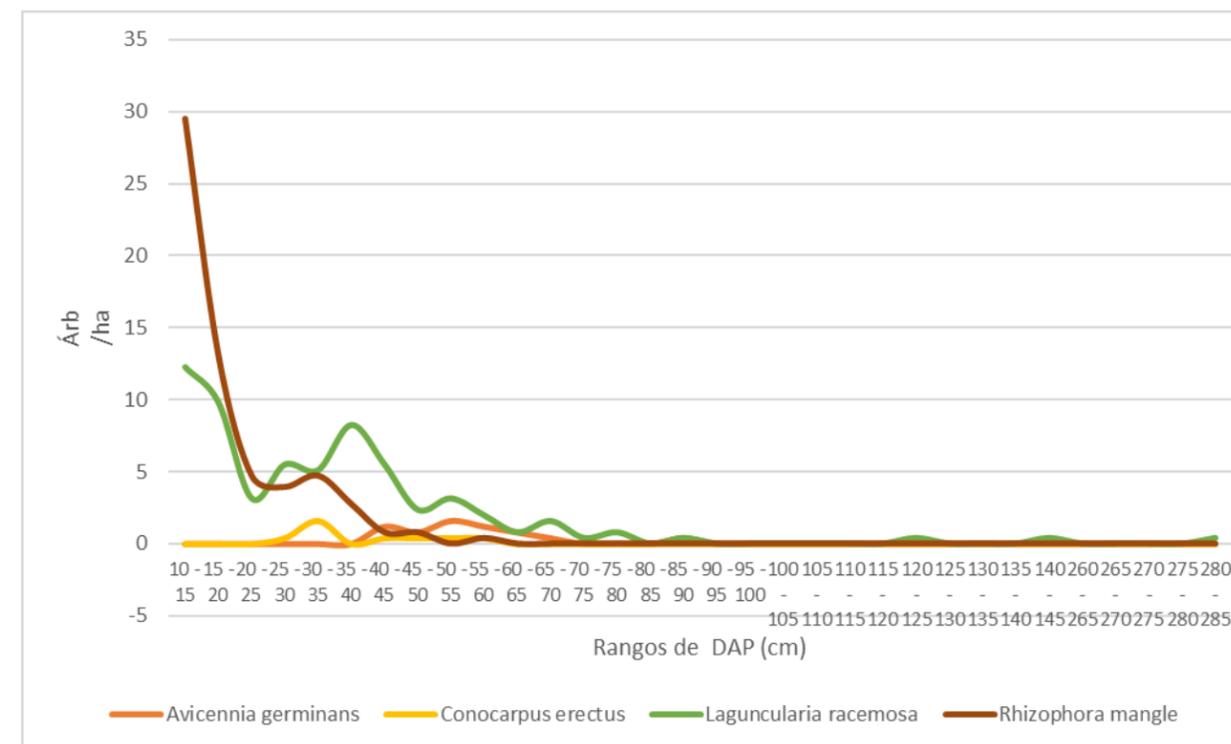


Gráfico 13. Distribución de clases DAP en región de La Mosquitia

Tabla 22. Árboles por hectárea según clase diamétrica de las especies de mangle Región Pacífico

Clase de DAP (cm)	Frecuencia (árboles/ha) según especie Región Islas de la Bahía				
	Avicennia germinans	Conocarpus erectus	Laguncularia racemosa	Rhizophora mangle	Total
10 - 15	2.7	0.0	10.7	109.9	123.3
15 - 20	5.4	0.0	0.0	61.6	67.0
20 - 25	0.0	0.0	0.4	33.4	33.9
25 - 30	0.0	0.0	0.0	23.6	23.6
30 - 35	0.0	0.0	0.0	12.4	12.4
35 - 40	0.0	0.0	0.0	6.0	6.0
40 - 45	0.0	0.0	0.0	1.3	1.3
45 - 50	0.4	0.0	0.0	0.4	0.9
50 - 55	0.4	0.0	0.0	0.0	0.4
Total	8.9	0.0	11.1	248.6	268.7

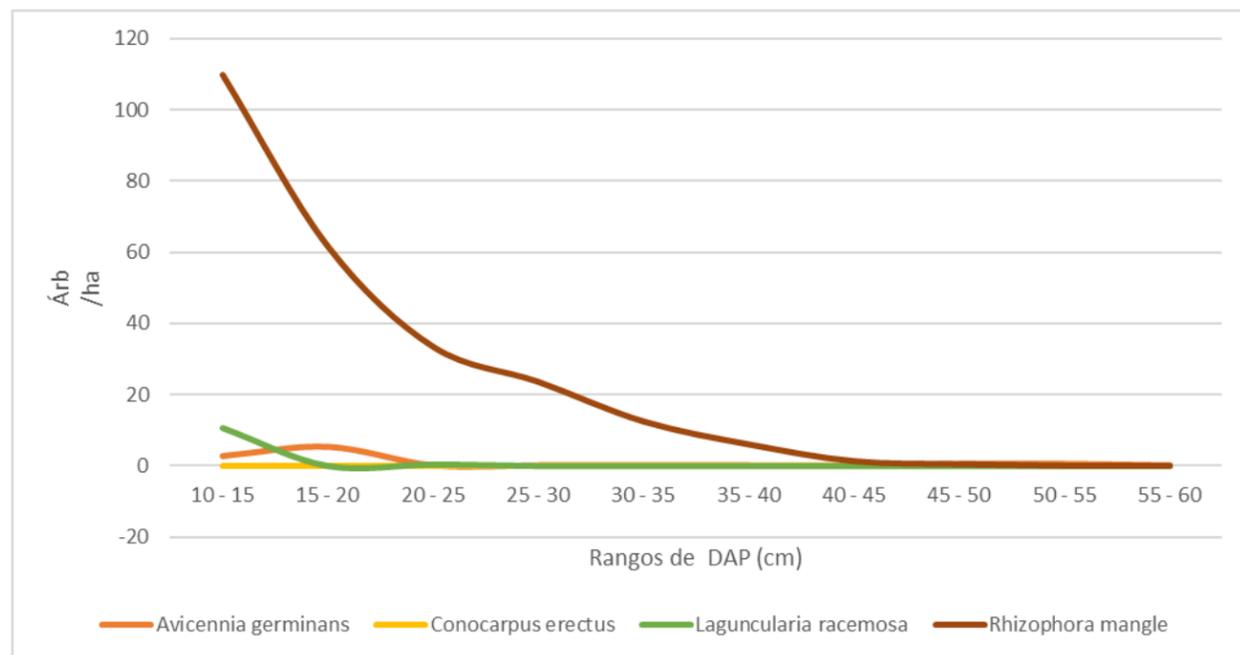


Gráfico 14. Distribución de clases DAP en región del Pacífico

VOLUMEN DE MADERA

Volumen promedio por hectárea de las especies de mangle

El volumen de madera promedio para los manglares de Honduras es 116.23 m³/ha. La región del Atlántico presenta los valores de volumen de madera mas altos alcanzando los 246.1 m³/ha, seguido de la región de La Mosquitia con 165.2 m³/ha, después por el Pacífico con 96.3 m³/ha y finalmente por la región de Islas de la Bahía con 80.4 m³/ha (Tabla 23). El mayor volumen de madera para la región del Atlántico es consistente con la distribución de clases diamétricas que se observó en la sección anterior, y con el alto porcentaje de individuos de mangle maduros y medios que se registró en la zona.

En lo que se refiere al volumen de mandera por especie de mangle. La región de Islas de la Bahia presento un volumen similar para las especies de mangle blanco, rojo y negro. Para la región del Atlántico el mangle rojo y mangle blanco presentaron el mayor volumen de madera, mientras que para La Mosquitia el mangle blanco presente el mayor volumen de madera por hectárea. Para la región del Pacífico el mangle rojo presento el mayor volumen de madera por hectárea (Tabla 23; Gráfico 17).

Tabla 23. Volumen por hectárea de las especies de mangle evaluadas

Especies	Nombre común	Volumen promedio (m ³ /ha)			
		Islas de la Bahía	Atlántico	La Mosquitia	Pacífico
<i>Avicennia germinans</i>	Mangle negro	30.8	12.9	21.3	2.6
<i>Conocarpus erectus</i>	Botoncillo	3.3	0.0	5.2	0.0
<i>Laguncularia racemosa</i>	Mangle blanco	21.3	103.5	114.3	2.2
<i>Rhizophora mangle</i>	Mangle rojo	25.1	129.7	24.4	91.4
Total		80.4	246.1	165.2	96.3

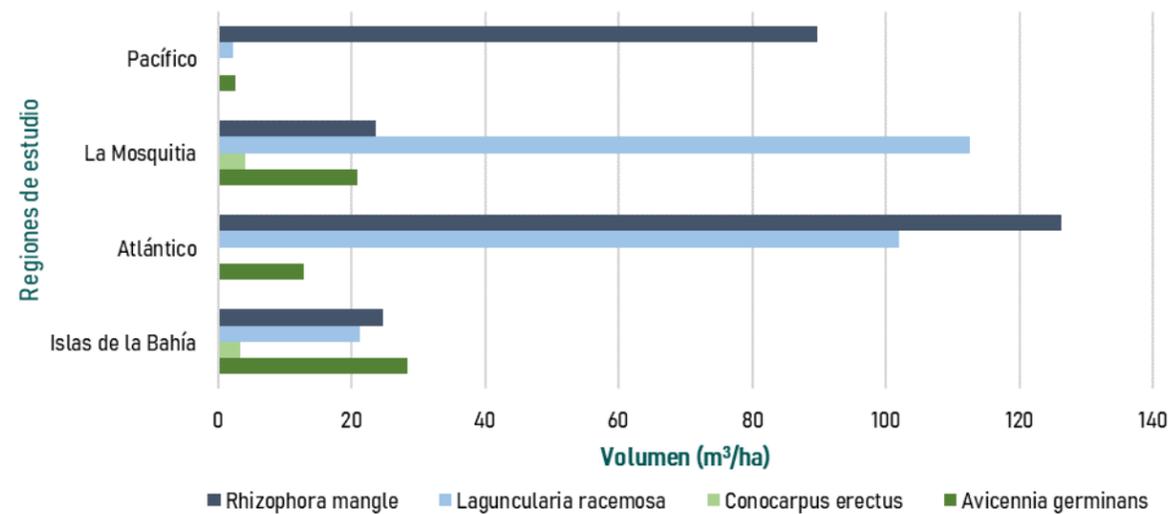


Gráfico 15. Distribución del volumen promedio por especies y regiones de estudio

Volumen de madera promedio por hectárea según departamento

Los resultados de volumen de madera promedio por departamento, muestran que el departamento de Gracias a Dios tiene el mayor volumen de madera promedio (165.2 m³/ha), en comparación al resto de los departamentos en el país. Esta situación puede ser consecuencia de una mayor lejanía de los ecosistemas de manglar respecto a las comunidades costeras, que permita un mayor desarrollo de los árboles de mangle durante un mayor periodo de tiempo. Además los manglares en esta región presentan un mayor nivel de conservación en comparación a las otras regiones, donde las intervenciones humanas son más notorias. En la Tabla 24 y Gráfico 18 se describen los valores de volumen de madera promedio a nivel departamental.

Tabla 24. Volumen de madera a nivel departamental

Departamento	Volumen promedio (m³/ha)		
	Especies de mangle	Otras especies	Total
Islas de la Bahía	80.4	1.7	82.1
Atlántida	99.7	38.9	138.6
Colón	64.7	3.2	67.9
Cortés	81.7	3.5	85.2
Gracias a Dios	165.2	83.0	248.1
Choluteca	22.6	0.0	22.6
Valle	73.7	0.0	73.7

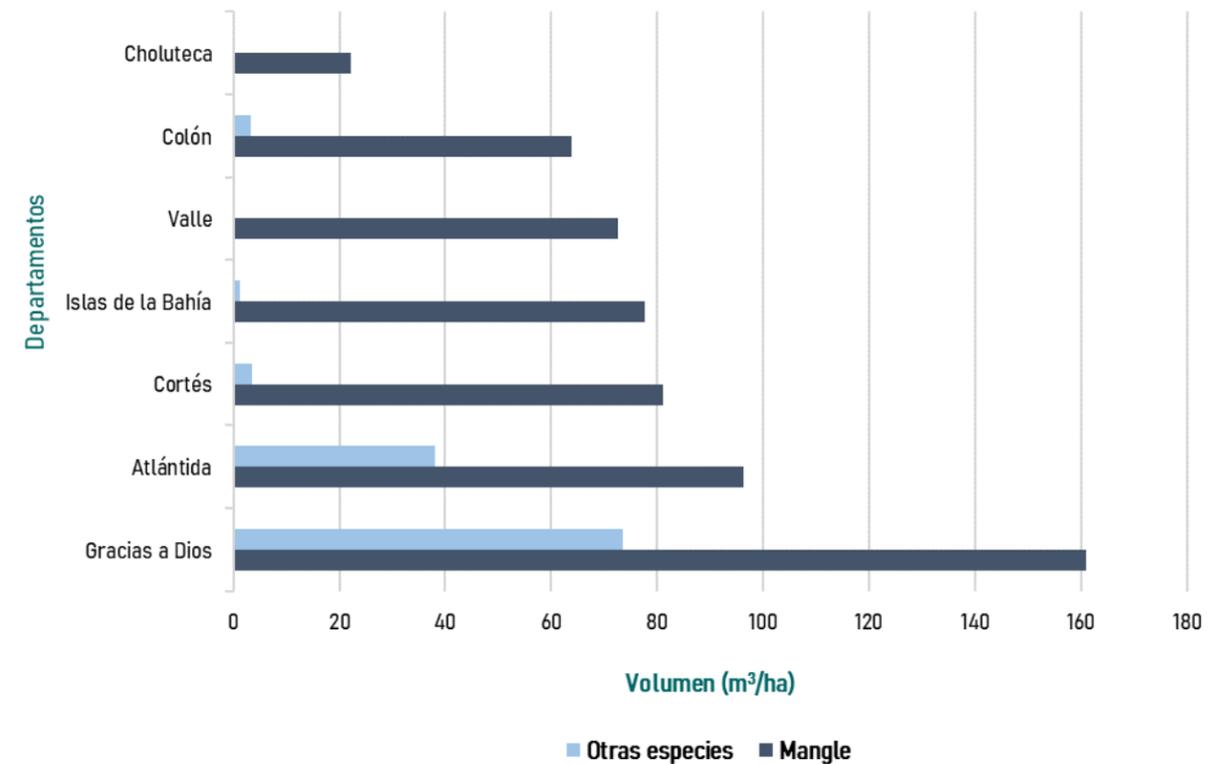


Gráfico 16. Distribución de volumen de madera a nivel departamental

Volumen de madera promedio según su relación con áreas protegidas

La metodología del INF contempla la colecta de información referente a la relación con las áreas protegidas, en este sentido del volumen total de madera registrado los ecosistemas de manglar de Honduras, el 16% se ubica fuera de las áreas protegidas del país y el 84% dentro de las zonas núcleo y de amortiguamiento.

Las regiones evaluadas presentan valores de volumen de madera tanto dentro como fuera de las áreas protegidas. Con excepción de los registros de la región del Pacífico donde la totalidad de las áreas muestreadas se ubicaron dentro de las áreas protegidas, en la Tabla 26 y Gráfico 19 se muestran los valores de volumen total que incluye todas las especies evaluadas de mangle y otras).

Tabla 25. Volumen estimado según relación y zonificación de las áreas protegidas.

Regiones	Volumen según relación con áreas protegidas (m³/ha)						Total
	Fuera AP	%Fuera de AP	Zona de amortiguamiento	% Zona de amortiguamiento	Zona núcleo	% Zona núcleo	
Islas de la Bahía	47.1	57%	10.0	12%	25.0	30%	82.1
Atlántico	62.5	21%	101.1	35%	128.1	44%	291.7
La Mosquitia	146.5	59%	101.6	41%	0.0	0%	248.1
Pacífico	0.0	0%	31.9	33%	64.4	67%	96.3

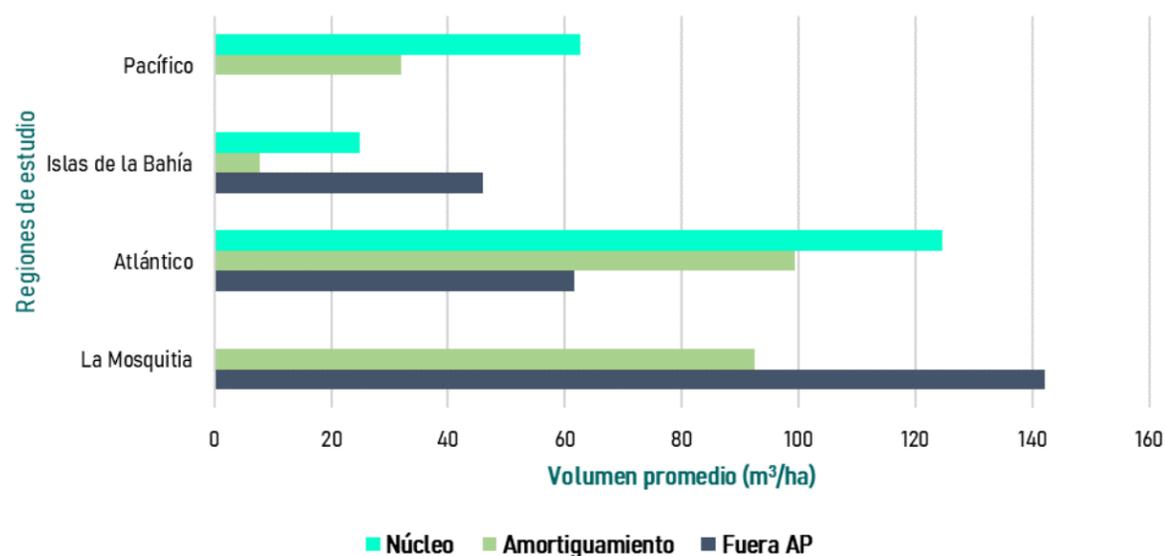


Gráfico 17. Distribución de volumen según relación con las áreas protegidas del país.

REGENERACIÓN

En este informe la evaluación de la regeneración (natural o plantada) incluye la identificación de las especies y su respectiva frecuencia, a fin de generar estimaciones sobre el nuevo dosel que se desarrolla en los ecosistemas de manglar. de regenerarse. El cálculo de las densidades de individuos en estado de regeneración permite vislumbrar de alguna manera la composición florística futura de las áreas de estudio, además de analizar las variables que condicionan el establecimiento de nuevos doseles. Los datos de regeneración son insumos que pueden servir en la toma de decisiones referentes al manejo de regeneración o restauración de áreas según sea el caso, tomando en consideración los valores promedios por hectárea.

Regeneración natural en las de regiones de Honduras

Los resultados de regeneración en los ecosistemas de manglar de Honduras, muestran que *Rhizophora mangle* es la especie con mayor representación en el estrato de regeneración de estos ecosistemas costeros. Incluso en regiones donde *R. mangle* no es la especie con mayor densidad de árboles adultos por hectárea, como es el caso de las regiones del Atlántico y La Mosquitia (Tabla 26; Gráfico 20).

Tabla 26. Regeneración de especies arbóreas por regiones de estudio

Especies	Frecuencia de Regeneración de Especies por Regionmes (plantula/ha)							
	Islas de la Bahía	% Regen. Islas de la Bahía	Atlántico	% Regen. Atlántico	La Mosquitia	% Regen. La Mosquitia	Pacífico	% Regen. Pacífico
<i>Avicennia germinans</i>	1,591.50	28%	148.92	6%	186.7	4%	2,925.87	41%
<i>Conocarpus erectus</i>	168.4	3%	0	0%	49.1	1%	0	0%
<i>Laguncularia racemosa</i>	58.9	1%	415.73	18%	461.7	11%	235.78	3%
<i>Rhizophora mangle</i>	3,924.10	68%	1,048.62	44%	1,532.60	37%	3,890.45	55%
Otras especies	0	0%	756.99	32%	1,925.60	46%	0	0%
Total	5,742.90	100%	2,370.26	100%	4,155.70	100%	7,052.10	100%

Estos valores ilustran sobre los niveles viabilidad del material germinativo y de la capacidad de adaptación que tiene las diferentes especies en estos ecosistemas inundables y de alta salinidad. Es de notar la alta presencia de regeneración de otras especies diferentes a las especies de mangle en las regiones de La Mosquitia y el Atlántico, especialmente en la primera donde la categoría de "Otras especies" presentó una mayor regeneración que las especies de mangle.

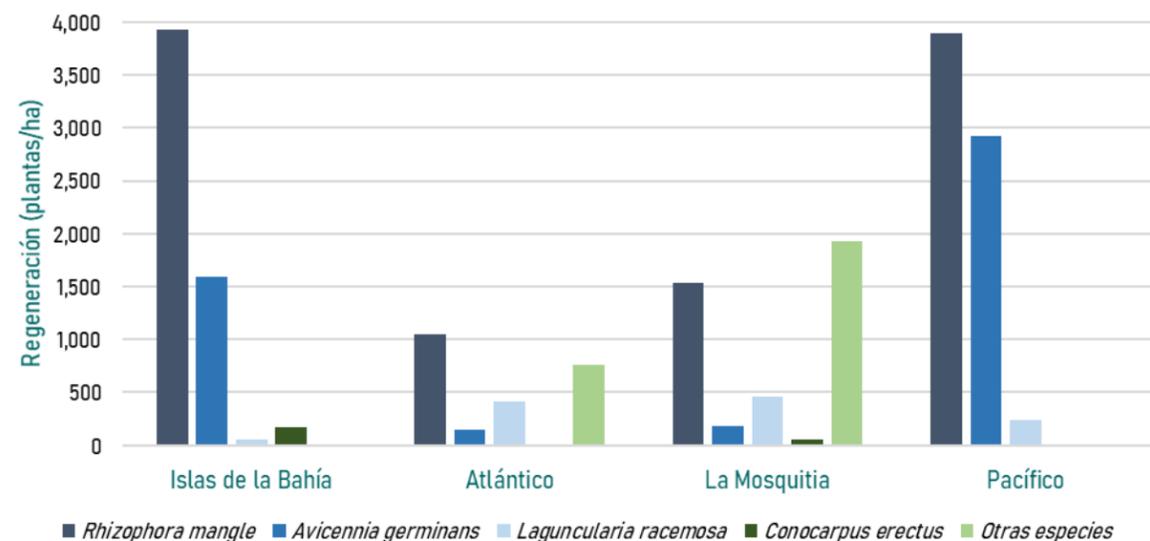


Gráfico 18. Distribución de la regeneración por especies y regiones de estudio

Regeneración a nivel departamental

A nivel departamental se estima que la mayor densidad de individuos en regeneración se encuentra en Islas de la Bahía, estimándose un promedio de 5,743 plántulas/ha. El departamento de Colón presenta las densidades más bajas de regeneración estimándose un promedio de 515 plántulas/ha. Es de resaltar que en el departamento de Atlántida no se encontró regeneración de la especie *Avicennia germinans* que de igual forma se encontraba en bajas densidades en árboles adultos. En la Tabla 28 y Gráfico 21 se muestra la densidad de plantulas en regeneración en los siete departamentos evaluados y que cuentan con superficies de ecosistemas de manglar en el país.

Tabla 27. Distribución y frecuencia de la regeneración a nivel departamental

Departamento	Frecuencia de especies (plantas/ha)					Total
	<i>Avicennia germinans</i>	<i>Conocarpus erectus</i>	<i>Laguncularia racemosa</i>	<i>Rhizophora mangle</i>	Otras especies	
Islas de la Bahía	1,591.6	168.4	59.0	3,924.1	-	5,743.0
Atlántida	-	-	173.7	347.5	570.8	1,092.1
Colón	68.3	-	111.7	316.4	18.6	515.0
Cortés	80.7	-	130.3	384.7	167.5	763.2
Gracias a Dios	186.7	49.1	461.7	1,532.6	1,925.6	4,155.7
Choluteca	42.9	-	96.5	2,432.9	-	2,572.2
Valle	2,883.0	-	139.3	1,457.6	-	4,479.9

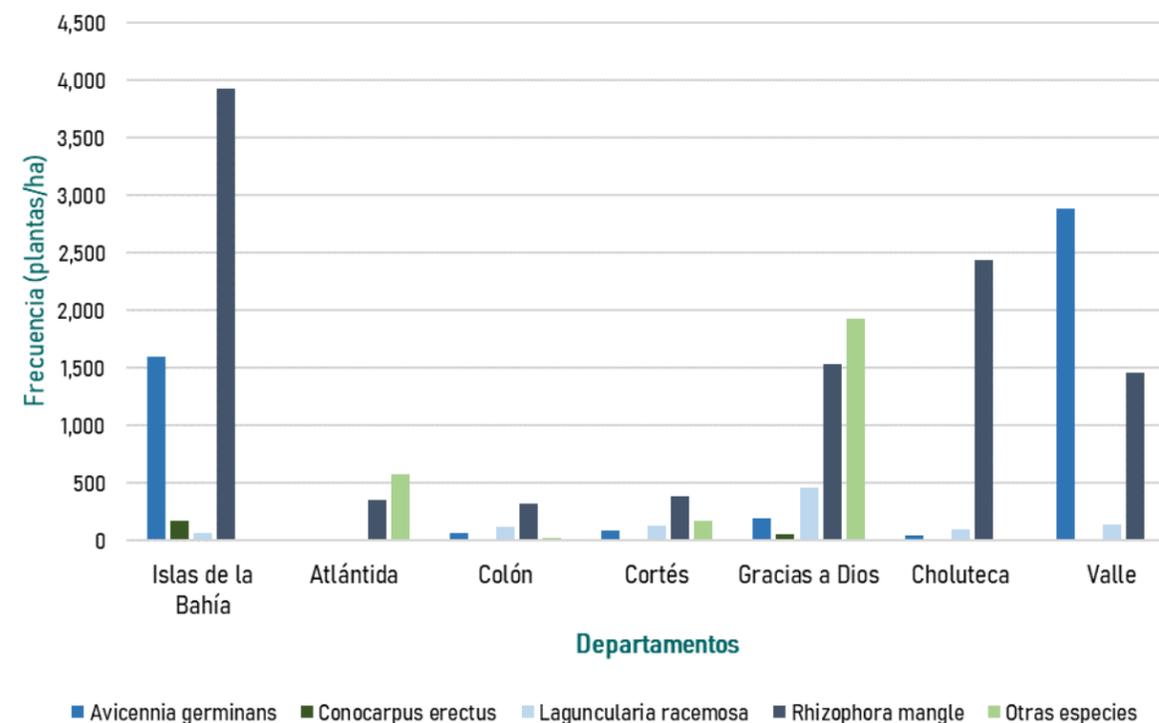


Gráfico 19. Distribución de especies de regeneración a nivel departamental

ESTADO FITOSANITARIO

Los ecosistemas de manglar en Honduras en general presentan un buen estado fitosanitario. Las regiones evaluadas presentan un alto porcentaje de sanidad, en el caso del Pacífico alcanzó un 92.4%, en el Atlántico 88.0%, en La Mosquitia 82.6% y en Islas de la Bahía un 79.7%. Sin embargo, en determinadas áreas fue notorio al grado de afectación producido por plagas de insectos principalmente por termitas, especialmente en el caso de la región de Islas de la Bahía donde la afectación de árboles por plagas de insectos alcanzó un 15.7% de los individuos evaluados. De igual manera existen zonas afectadas por especies de epífitas, especialmente por el muérdago del mangle (*Psittacanthus sp.*) (Tabla 28; Gráfico 22).

Tabla 28. Estado fitosanitario de las masas arbórea viva en las regiones de estudio

Estado fitosanitario	Islas de la Bahía	Atlántico	La Mosquitia	Pacífico
Sano	79.7%	88.0%	82.6%	92.4%
Plaga insectos	15.7%	6.4%	3.2%	4.2%
Hongos	0.7%	0.6%	0.3%	0.2%
Fuste quemado	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%
Fuste hueco	1.7%	0.5%	1.3%	0.0%
Dañado por animal o planta	1.0%	0.1%	0.0%	0.0%
Fuste picado	0.1%	0.0%	0.3%	0.0%
Caído	0.2%	0.4%	2.0%	1.0%
Parásitas (Muérdago, etc.)	0.8%	2.3%	0.3%	1.3%
Lianas y bejucos	0.0%	0.8%	10.0%	0.0%
Quebrado	0.1%	0.7%	0.0%	1.0%
Otro	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%
Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

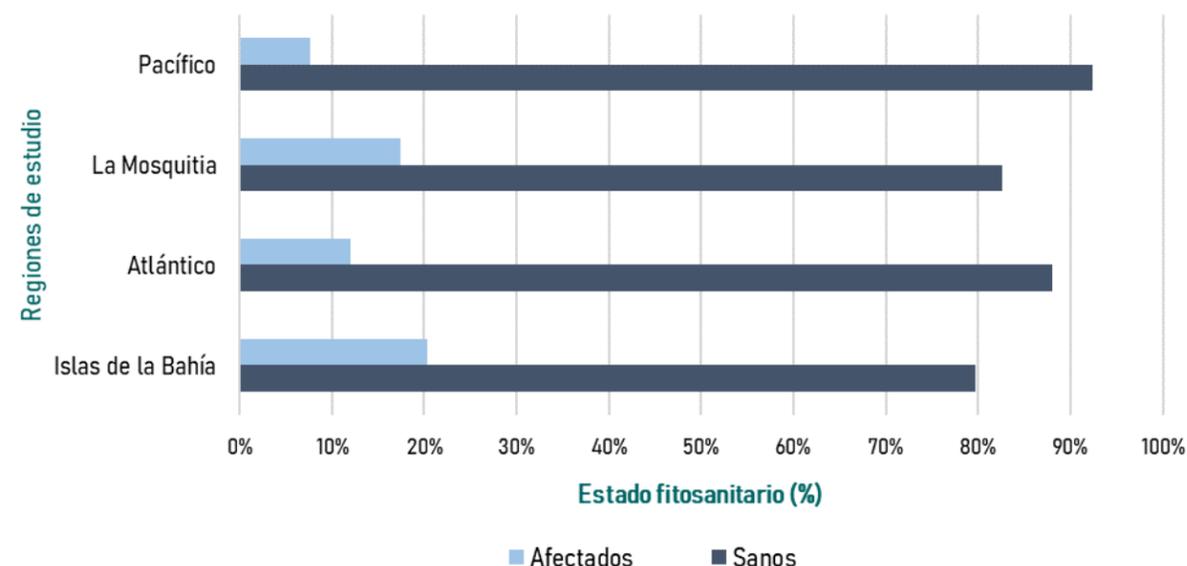


Gráfico 20. Estado de fitosanitario de masa arbórea viva en las regiones evaluadas

Un indicador del estado fitosanitario de los ecosistemas de manglar es la cantidad de árboles muertos encontrados durante el levantamiento de datos de campo. Así en los manglares de Honduras se encontró una baja densidad de árboles muertos por hectárea en todas las regiones de país. A nivel nacional el 95% de los árboles de mangle evaluados se encontraban vivos al momento de su medición. En los bosques de mangle a nivel nacional todos rebasan el 95% de árboles vivos (Tabla 29; "No aplica (sanos)"). Las regiones Islas de la Bahía y La Mosquitia presentaron más de 15% de los árboles de mangle evaluados con grados de afectación de leve a muerto, siendo Islas de la Bahía la región que presentó una mayor proporción de árboles de mangle muerto (4%) (Tabla 29 y Gráfico 23).

Tabla 29. Grado de afectación de los árboles de mangle por hectárea

Grado de afectación	Islas de la Bahía		Atlántico		La Mosquitia		Pacífico	
	Arb/ha	%	Arb/ha	%	Arb/ha	%	Arb/ha	%
No aplica (sanos)	248.5	76.4%	344.6	85.4%	107.1	82.2%	245.4	91.3%
Leve	37.8	11.6%	37.4	9.3%	13.2	10.1%	11.9	4.4%
Severo	26.0	8.0%	9.5	2.4%	7.3	5.6%	8.4	3.1%
Muerto	12.9	4.0%	12.2	3.0%	2.8	2.1%	3.0	1.1%
Total	325.2	100.0%	403.7	100.0%	130.3	100.0%	268.7	100.0%

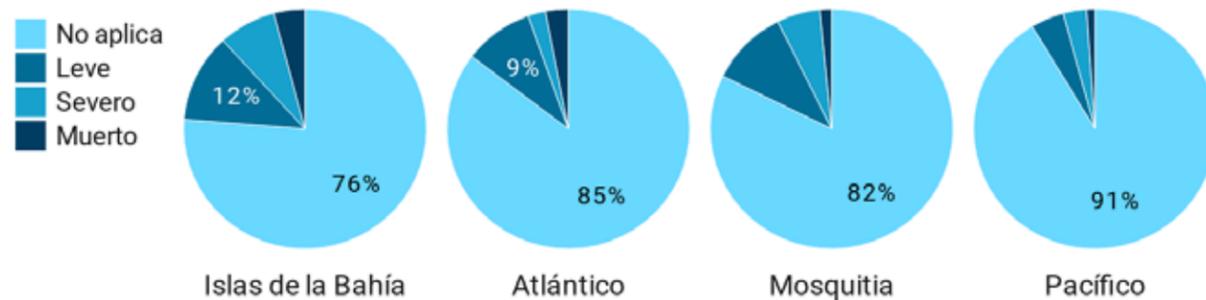


Gráfico 21. Porcentaje de la condición fitosanitaria de los arboles

CURVAS DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES

La identificación de especies incluyó el apoyo del personal de la UNAH, responsables del Herbario "Cyril Hardy Nelson Sutherland TEFH, quienes apoyaron el proceso de identificación de especies en campo, colecta, secado, almacenamiento y montaje de muestras botánicas.

De manera que la información referente a las especies arbóreas sea presentada con un mayor grado de precisión. A partir de este proceso se generan los siguientes análisis de curvas de acumulación de especies.

Índices de Valor de Importancia (IVI)

La importancia ecológica de las diferentes especies dentro del ecosistema se determinó analizando conjuntamente los resultados de los cálculos de las abundancias, las frecuencias y las dominancias, de cada especie. La suma relativa de estos tres valores genera el Índice de Valor de Importancia de las especies (IVI).

El IVI se basa en el principio de que una especie se considera más importante para el ecosistema a medida que aumenta su número de apariciones durante el levantamiento de datos de campo, más individuos registrados por unidad de área y mayor superficie cubran en comparación con las demás especies de la zona.

Los resultados del IVI para los ecosistemas de manglar de Honduras que la especie a nivel nacional que presenta un mayor IVI es *Rhizophora mangle* (162.8), seguido de las especies de mangle *Laguncularia racemosa* (112.5), *Avicennia germinans* (43) y *Conocarpus erectus* (13.2). Para la región de Islas de la Bahía *R. mangle* y *A. germinans* presentaron los IVI's mas altos (137.8 y 130.5

respectivamente, Tabla 30; Gráfico 24). En la región del Atlántico, *R. mangle* y *L. racemosa* presentaron los IVI's más altos (175.9 y 143.3 respectivamente, Tabla 31; Gráfico 25). Para la región de La Mosquitia, *L. racemosa* y *R. mangle* presentaron los IVI's mas altos (140.7 y 107.5 respectivamente, Tabla 32; Gráfico 26). Finalmente para la región del Pacífico, *R. mangle* presentó el IVI más alto (271.4, Tabla 33, Gráfico 27).

Tabla 30. Índice de Valor de Importancia de las especies encontradas en la región de Islas de La Bahía

Nombre científico	Nombres comunes	Frecuencia relativa (%)	Densidad relativa (%)	Dominancia relativa (%)	IVI especie (%)
<i>Rhizophora mangle</i>	Mangle Rojo	78.6	29.4	29.8	137.8
<i>Avicennia germinans</i>	Mangle Negro	50.0	42.2	38.3	130.5
<i>Laguncularia racemosa</i>	Mangle Blanco	21.4	18.9	23.0	63.3
<i>Conocarpus erectus</i>	Botoncillo	35.7	5.1	4.7	45.4
<i>Desconocido</i>	Desconocido	21.4	1.4	1.9	24.7
<i>Cocos nucifera</i>	Coco, Coconut	21.4	1.0	0.5	22.9
<i>Chrysobalanus icaco</i>	Icaco	7.1	1.0	0.9	9.0
<i>Heliocarpus appendiculatus</i>	Mozote, Majao,	7.1	0.7	0.8	8.6
<i>Terminalia catappa</i>	Almendro	7.1	0.3	0.2	7.7

Las estimaciones nos ofrecen un panorama sobre la abundancia y diversidad de especies, para el caso del ecosistema de manglar de la región Islas de la Bahía, se presentaron variadas especies arbóreas, no obstante, las cuatro especies de mangle fueron las de mayor importancia.

En las regiones del Atlántico y La Mosquitia las especies de *R. mangle* (mangle rojo) y *L. racemosa* (mangle blanco) fueron las dominaron el ecosistema de manglar. Sin embargo las especies de *A. germinans* (mangle negro) y *C. erectus* (botoncillo), presentaron un menor IVI que incluso otras especies latifoliadas encontradas en el ecosistema. En particular resalta la especie *Pachira aquatica*, la cual parece ser prominente en los ecosistema de manglar de del Atlántico y La Mosquitia.

Tabla 31. Índice de Valor de Importancia de las especies encontradas en la región del Atlántico

Nombre científico	Nombres comunes	Frecuencia relativa (%)	Densidad relativa (%)	Dominancia relativa (%)	IVI especie (%)
<i>Rhizophora mangle</i>	Mangle Rojo	94.7	37.0	44.1	175.9
<i>Laguncularia racemosa</i>	Mangle Blanco	78.9	32.8	31.6	143.3
<i>Pachira aquatica</i>	Zapatón	42.1	9.1	6.8	58.0
<i>Virola koschnyi</i>	Sangre, Fruta Dorada	31.6	7.6	7.5	46.7
Desconocido	Desconocido	42.1	1.8	1.6	45.5
<i>Avicennia germinans</i>	Mangle Negro	26.3	4.0	2.6	32.9
<i>Grias cauliflora</i>	Tabacón, Tabaquillo	15.8	0.9	0.7	17.4
<i>Roystonea sp.</i>	Palma Real	15.8	0.6	0.5	16.9
<i>Lonchocarpus hondurensis</i>	Chaperno	15.8	0.4	0.4	16.6
<i>Chrysobalanus icaco</i>	Icaco	15.8	0.3	0.3	16.4
<i>Myrcia spendens</i>	Pimientilla, Saraiso	10.5	0.4	0.3	11.3
<i>Avicennia sp</i>	Mangle Negro	5.3	2.8	2.1	10.2
<i>Calophyllum brasiliense</i>	Santa María,	5.3	0.5	0.5	6.3
<i>Cocos nucifera</i>	Coco	5.3	0.7	0.3	6.3
<i>Tabebuia guayacan</i>	Cortes, Guayacán	5.3	0.2	0.3	5.8
<i>Bombacopsis quinatum</i>	Pochote, Cedro Espino	5.3	0.2	0.1	5.6
<i>Bursera simaruba</i>	Indio Desnudo	5.3	0.2	0.1	5.6
<i>Spondias mombin</i>	Jobo	5.3	0.2	0.1	5.6
<i>Annona sp.</i>	Anona	5.3	0.1	0.1	5.4

Tabla 32. Índice de Valor de Importancia de las especies encontradas en la región de La Mosquitia

Nombre científico	Nombres comunes	Frecuencia relativa (%)	Densidad relativa (%)	Dominancia relativa (%)	IVI especie (%)
<i>Laguncularia racemosa</i>	Mangle Blanco	75.0	24.3	41.5	140.7
<i>Rhizophora mangle</i>	Mangle Rojo	83.3	14.2	9.9	107.5
<i>Pterocarpus officinalis</i>	Sangro, Sangrillo	41.7	31.7	24.8	98.2
Desconocido	Desconocido	50.0	9.2	6.8	66.0
<i>Pachira aquatica</i>	Zapatón	50.0	9.4	5.4	64.8
<i>Ceiba pentandra</i>	Ceiba, Sin Sin	16.7	1.1	0.7	18.5
<i>Avicennia germinans</i>	Mangle Negro	8.3	3.5	6.3	18.1
<i>Carapa guianensis</i>	Cedro Macho, Carapa	16.7	0.9	0.3	17.8
<i>Calophyllum brasiliense</i>	Santa María, Cedro María	16.7	0.7	0.4	17.7
<i>Grias cauliflora</i>	Tabacón, Tabaquillo	16.7	0.7	0.3	17.6
<i>Annona sp01</i>	Anona	16.7	0.4	0.2	17.3
<i>Conocarpus erectus</i>	Botoncillo	8.3	2.0	2.0	12.3
<i>Symphonia globulifera</i>	Cerillo, Varillo,	8.3	0.9	0.8	10.1
<i>Vochysia hondurensis</i>	San Juan	8.3	0.2	0.2	8.8
<i>Acrocomia aculeata</i>	Corozo	8.3	0.2	0.2	8.8
<i>Hirtella americana</i>	Pasa, Laltanta	8.3	0.2	0.2	8.7
<i>Chrysobalanus icaco</i>	Icaco	8.3	0.2	0.1	8.7
<i>Byrsonima sp.</i>	Nance	8.3	0.2	0.1	8.6

Tabla 33. Índice de Valor de Importancia de las especies encontradas en la región del Pacífico

Nombre científico	Nombres comunes	Frecuencia relativa (%)	Densidad relativa (%)	Dominancia relativa (%)	IVI especie (%)
<i>Rhizophora mangle</i>	Mangle Rojo	81.8	96.1	93.5	271.4
<i>Laguncularia racemosa</i>	Mangle Blanco	36.4	2.0	2.2	40.5
<i>Avicennia germinans</i>	Mangle Negro	18.2	2.0	4.4	24.5

Índices de riqueza y diversidad de especies arbóreas

El objetivo de estos cálculos es determinar la riqueza de especies arbóreas en las cuatro zonas de estudio. Esta riqueza la podemos cuantificar mediante la aplicación de índices de diversidad y estadística multivariada.

Para el cálculo de los índices se considera la cantidad de especies encontradas y cantidad de individuos contabilizados en un área determinada, en este caso los cálculos se realizan a nivel de UM y se promedian los valores para cada zona de bosque de mangle.

De acuerdo a los índices de diversidad evaluados (Índice de Margalef, Índice de Simpson e Índice de Shannon-Weiner; Tabla 34), los ecosistemas de manglar de Honduras y sus diversas regiones no son particularmente diversos. Todas las zonas presentaron valores bajos. Particularmente considerando el Índice de Shannon-Weiner para las cuatro regiones, las regiones del Atlántico a y de La Mosquitia presentaron una mayor riqueza y diversidad, mientras que la región del Pacífico fue la más baja, posiblemente debido a la alta dominancia de *R. mangle*.

Tabla 34. Índices de riqueza y diversidad de especies en las regiones de estudio

Índice	Islas de la Bahía	Atlántida	La Mosquitia	Pacífico
Índice de Margalef	0.567282	0.876691	0.968901	0.188562
Índice de Simpson	0.648891	0.502268	0.467138	0.740012
Índice de Shannon-Weiner	0.497136	0.941335	0.890541	0.144628



ALMACENES Y DISTRIBUCIÓN DE CARBONO

ESTIMACIONES DE CARBONO A NIVEL NACIONAL

DISTRIBUCIÓN DE CARBONO EN LOS ECOSISTEMAS DE MANGLAR

ESTIMACIONES DE CARBONO A NIVEL NACIONAL

El INF contempla el cálculo de diferentes variables que permite la evaluación de los ecosistemas, como el manglar. Entre las variables que cobran mayor importancia están las relacionadas al cálculo de biomasa, contenidos de carbono y de CO₂ absorbido por la vegetación. Así, gran parte de las demandas de información a nivel nacional se basan en los valores promedio a nivel de hectárea de estas variables, que permiten generar estimaciones y proyecciones a nivel regional y nacional.

Las cifras generadas nos brindan un panorama sobre el potencial de los ecosistemas de manglar para almacenar carbono en sus diferentes depósitos. Este tema es de gran relevancia internacional debido a que los manglares son considerados como una solución basada en la naturaleza para hacer frente al cambio global climático global.

Contenidos de biomasa

La biomasa en los manglares es la materia orgánica fijada por la vegetación a partir de procesos de metabolismo como la fotosíntesis y respiración. La biomasa aérea se refiere a aquella que se encuentra por encima del suelo como los árboles, tocones y ramas; la biomasa subterránea principalmente hace referencia a aquella que se encuentra debajo del suelo como lo son las raíces; la biomasa muerta es la necromasa, y finalmente la hojarasca se compone de las hojas que los árboles pierden.

Para las cuatro regiones costeras de Honduras, la mayor cantidad de biomasa se encuentra en el depósito aéreo, seguido del depósito subterráneo, la necromasa y la hojarasca (Tabla 35). En términos regionales, la región de Atlántida presenta la mayor cantidad de biomasa (320.0 t/ha), seguida de la región de La Mosquitia, la del Pacífico y finalmente la de Islas de la Bahía (Tabla 35; Grafico 28).

Tabla 35. Contenidos de biomasa por depósitos según regiones de estudio

Regiones	Contenidos de biomasa (t/ha)				Total
	Aérea	Subterránea	Necromasa	Hojarasca	
Islas de la Bahía	53.6	15.6	5.5	1.9	76.6
Atlántida	235.1	63.5	18.3	3.1	320.0
La Mosquitia	191.5	46.3	12.0	2.7	252.5
Pacífico	77.2	22.9	5.0	0.0	105.1
Promedio	101.1	28.5	6.9	0.6	137.2

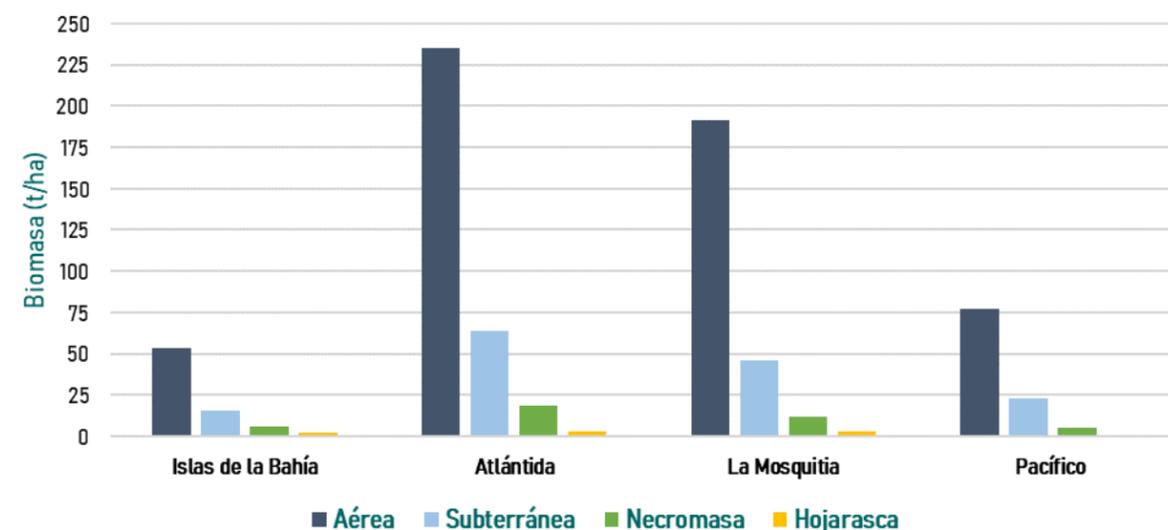


Gráfico 22. Distribución de la biomasa por depósitos según regiones de estudio

Para todas las regiones del Honduras, más del 60% de la biomasa total esta dominada por la biomasa aérea, alrededor de un 20% por la biomasa subterránea, cerca de un 10% por la necromasa y el porcentaje restante por la hojarasca (Grafico 29).

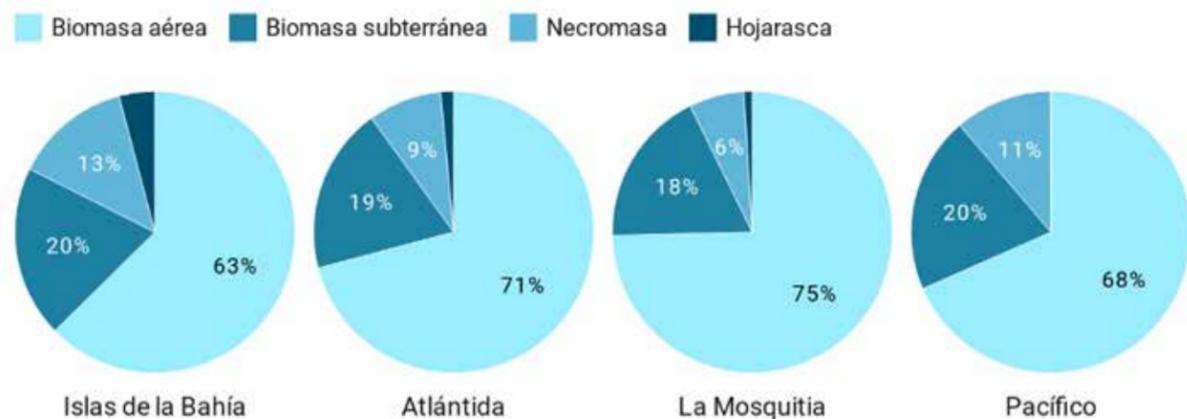


Gráfico 23. Distribución porcentual de biomasa por depósitos según regiones de estudio

A nivel departamental se registran los mayores contenidos de biomasa total en los departamentos de Cortés, Atlántida, Gracias a Dios y Colón. En estos departamentos se identificaron los individuos arbóreos con las condiciones óptimas de desarrollo, presentando los valores más altos en sus diámetros y alturas. En contraste, los departamentos de Islas de la Bahía, Choluteca y Valle se presentaron los valores de biomasa más bajos. En estos departamentos se localizaron las mayores superficies de manglar chaparro o enano, con alturas y diámetros reducidos (Tabla 36; Gráfico 30).

Tabla 36. Contenidos de biomasa por depósito a nivel departamental

Departamento	Contenidos de biomasa (t/ha)				Total
	Aérea	Subterránea	Necromasa	Hojarasca	
Islas de la Bahía	53.6	15.6	5.5	1.9	76.6
Atlántida	202.8	54.3	29.5	7.6	294.2
Colón	149.2	45.8	15.5	2.1	212.6
Cortés	410.1	106.2	16.5	5.0	537.8
Gracias a Dios	191.5	46.3	12.0	2.7	252.5
Choluteca	61.7	18.7	14.6	0.1	95.1
Valle	110.7	32.6	10.4	0.0	153.7

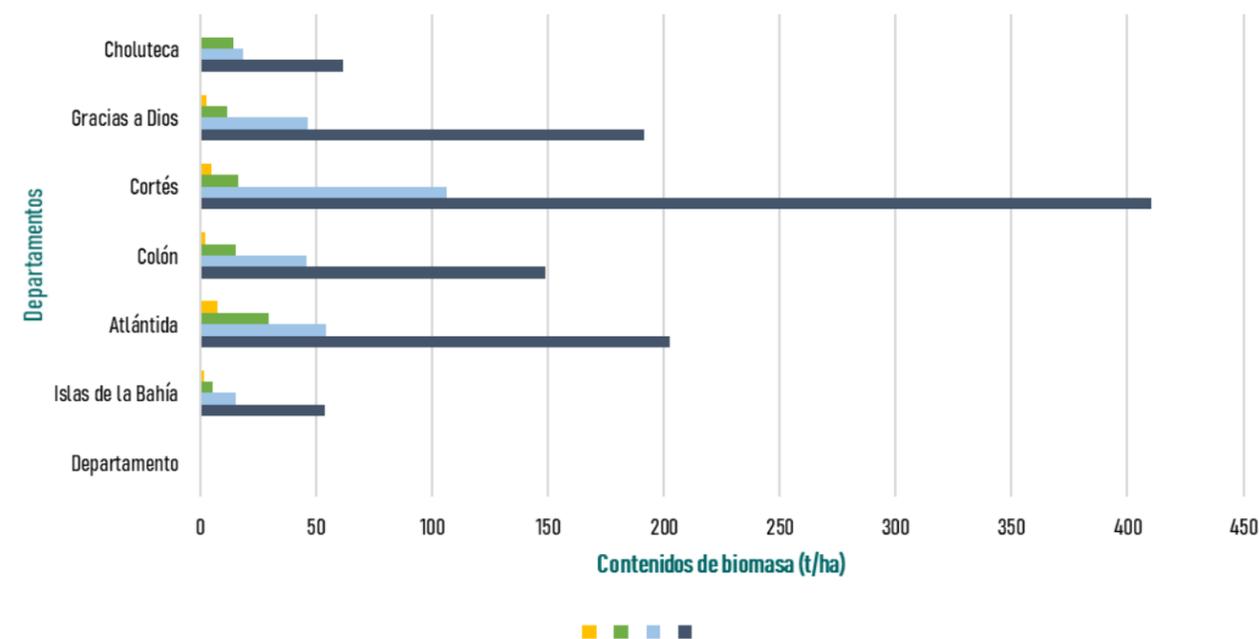


Gráfico 24. Distribución de contenidos de biomasa a nivel departamental

Contenidos de carbono en ecosistemas de manglar

Las estimaciones de los contenidos de carbono en los ecosistemas de manglar son importantes para identificar el potencial de mitigación de estos ecosistemas y su relevancia respecto a posibles compensaciones frente a las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). En Honduras, se estima que a nivel de hectárea los manglares de las regiones de La Mosquitia, Islas de la Bahía y Atlántida presentan el mayor contenido de carbono almacenado. No obstante, debido a la extensión de los manglares en el litoral del del Pacífico estos manglares presentan el mayor contenido total de carbono en el país. Estos son de alta importancia en cuanto al carbono almacenado en estos ecosistemas.

A nivel nacional se estima que los ecosistemas de manglar en promedio almacenan 346.6 toneladas de carbono por hectárea (tC/ha). De esta cifra, el depósito de carbono presenta 80% del carbono almacenado, el depósito aéreo cerca de 15%, el subterráneo alrededor del 4% y el porcentaje restante esta representado por la necromasa y la hojarasca (Tabla 37; Gráfico 31).

Tabla 37. Contenidos de carbono almacenado por depósito según regiones de estudio

Región	Carbono almacenado (tC/ha)					Total
	Aéreo	Subterráneo	Necromasa	Hojarasca	Suelos	
Islas de la Bahía	26.8	7.8	2.2	0.4	380.5	417.7
Atlántida	117.6	31.8	8.9	0.5	247.9	406.6
La Mosquitia	95.8	23.2	5.5	0.5	436.8	561.7
Pacífico	38.6	11.5	2.5	0.0	260.2	312.7
Promedio (tC/ha)	50.6	14.3	3.4	0.1	278.3	346.6
Promedio (%)	14.59%	4.11%	0.97%	0.03%	80.29%	100.00%

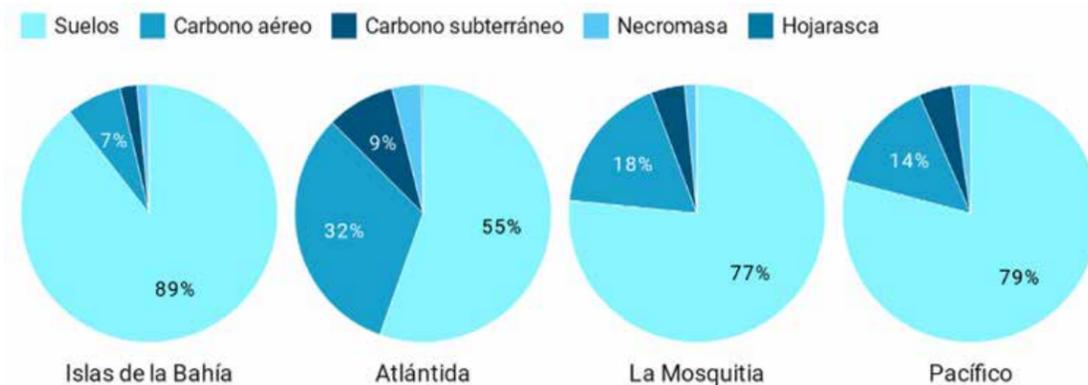


Gráfico 26. Distribución porcentual de carbono por depósito según regiones de estudio

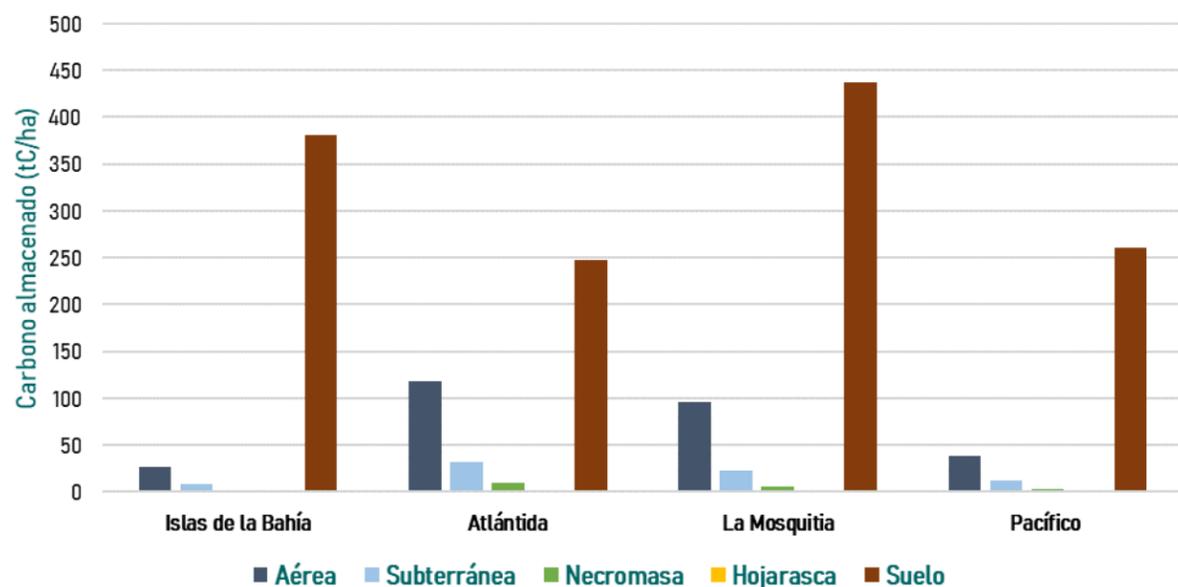


Gráfico 25. Distribución de carbono almacenado por depósito según regiones de estudio

En términos de porcentaje de carbono almacenado por regiones del país, los contenidos de carbono almacenado en el suelo de los manglares son variables, presentando porcentajes más bajos en la región de Atlántida (55%) y los porcentajes más altos en la región de Islas de la Bahía (89%). En sentido opuesto el depósito de carbono aéreo es mayor en la región de Atlántida (32%) y más bajo en la región de Islas de la Bahía (7%). Los contenidos de carbono almacenado en los depósitos subterráneos, de necromasa y hojarasca también presentan variaciones en su porcentaje por región (Gráfico 32).

A nivel departamental y al igual que los contenidos de biomasa, el carbono total presentó los valores más altos en los departamentos de Gracias a Dios, Colón, Islas de la Bahía, Atlántida y Cortés, diferenciándose de los departamentos de Choluteca y Valle con los valores más bajos. Los resultados muestran algunas particularidades, como el hecho que departamentos como Islas de la Bahía presento el valor más bajo en el depósito aéreo de carbono, sin embargo, el carbono almacenado en el suelo presentó altos valores de carbono. Por otra parte, se registró lo contrario en el departamento de Cortés el cual presentó los valores más altos de carbono aéreo y los valores más bajos de carbono almacenado en el suelo (Tabla 38; Gráfico 33).

Tabla 38. Contenidos de carbono almacenado por depósito a nivel departamental

Departamento	Carbono almacenado (tC/ha)					Total
	Aéreo	Subterráneo	Necromasa	Hojarasca	Suelos	
Islas de la Bahía	26.8	7.8	2.2	0.4	380.5	417.7
Atlántida	101.4	27.2	14.6	1.1	251.0	395.3
Colón	74.6	22.9	5.9	0.4	364.8	468.6
Cortés	205.1	53.1	13.6	1.0	112.1	384.8
Gracias a Dios	95.8	23.2	5.5	0.5	436.8	561.7
Choluteca	30.9	9.4	8.9	0.0	254.9	304.0

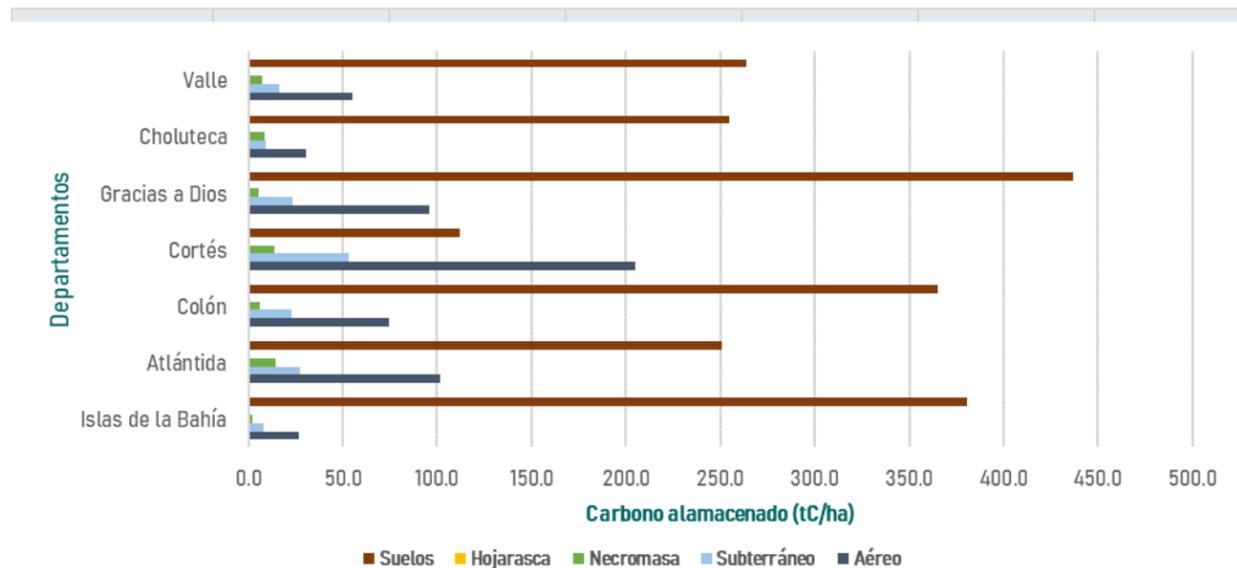


Gráfico 27. Distribución de los contenidos de carbono por depósito a nivel departamental

Absorciones de CO₂ en ecosistemas de manglar

Las estimaciones referentes al potencial de absorción de CO₂ atmosférico por parte de los ecosistemas de manglar fueron derivadas de los resultados de carbono, cuyos valores fueron multiplicados la constante 3.67 de acuerdo con el número de electrones que conforman las moléculas de CO₂. En este sentido los valores reportados en este apartado muestran la relevancia de los ecosistemas de manglar frente al cambio climático global.

Los manglares de Honduras presentaron un potencial de absorciones de CO₂ de gran importancia, desde sus valores más bajos en la región del Pacífico con equivalentes de 1,147.8 toneladas de CO₂ por hectárea (tCO₂/ha), hasta sus valores máximos en la región de La Mosquitia, con valores equivalentes a 2,061.5 tCO₂/ha. En promedio se estima que a nivel nacional los manglares presentaron absorciones de 1,272.1 tCO₂/ha, de las cuales cerca del 80% se presentaron en los suelos (Table 39; Gráfico 34).

Tabla 39. Absorciones de CO₂ por depósito según regiones de estudio

Región	Absorciones por región (tCO ₂ /ha)					Total
	Aéreo	Subterráneo	Necromasa	Hojarasca	Suelos	
Islas de la Bahía	98.4	28.6	8.1	1.5	1,396.4	1,532.9
Atlántida	431.4	116.5	32.7	1.8	909.8	1,492.2
La Mosquitia	351.4	85.0	20.2	1.8	1,603.1	2,061.5
Pacífico	141.7	42.0	9.2	0.0	954.9	1,147.8
Promedio (t/ha)	185.5	52.3	12.4	0.4	1,021.4	1,272.1
Promedio (%)	14.59%	4.11%	0.97%	0.03%	80.29%	100.00%

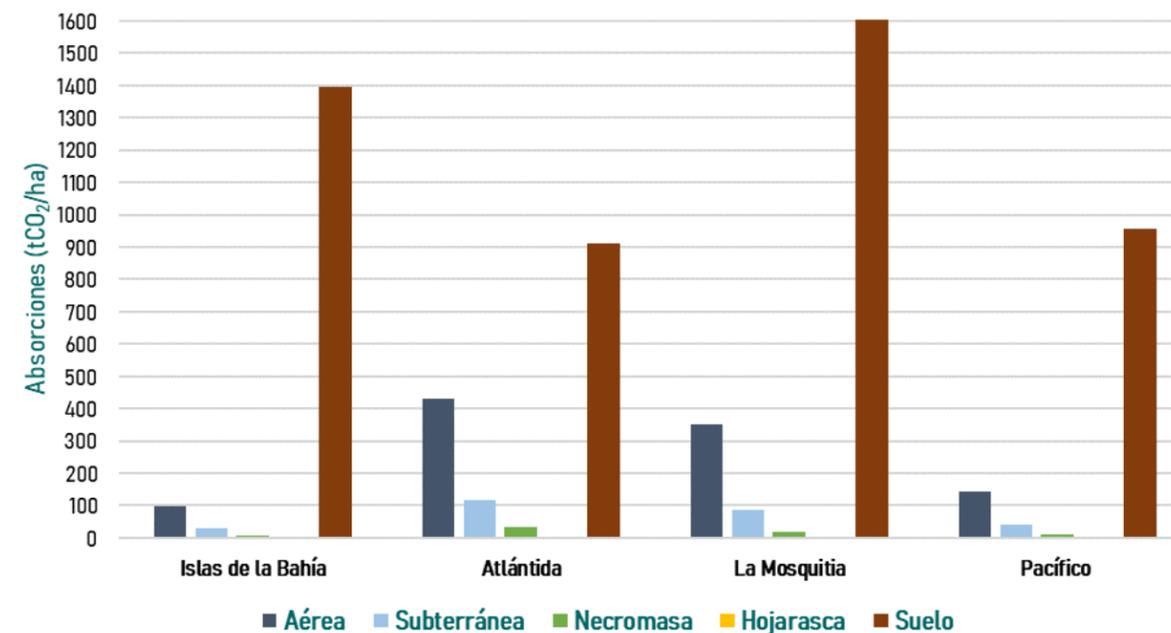


Gráfico 34. Distribución de las absorciones de CO₂ por depósito según regiones de estudio

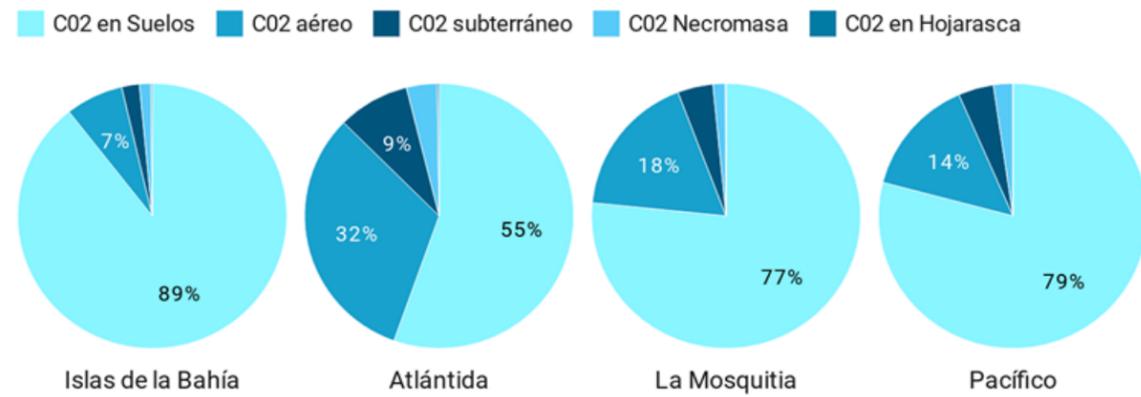


Gráfico 29. Distribución porcentual de absorciones de CO₂ por depósito según regiones de estudio

A nivel departamental, Choluteca presentó los valores más bajos de equivalentes a 1,115.6 tCO₂/ha, mientras que Gracias a Dios presentó los valores más altos equivalentes a 2,061.5 tCO₂/ha (Tabla 40). En general los depósitos con los valores más bajos de absorciones de CO₂ fueron el de hojarasca, necromasa y subterráneo, debido principalmente al bajo porcentaje de carbono que estos almacenes representan a nivel de ecosistema (Tabla 40; Gráfico 36).

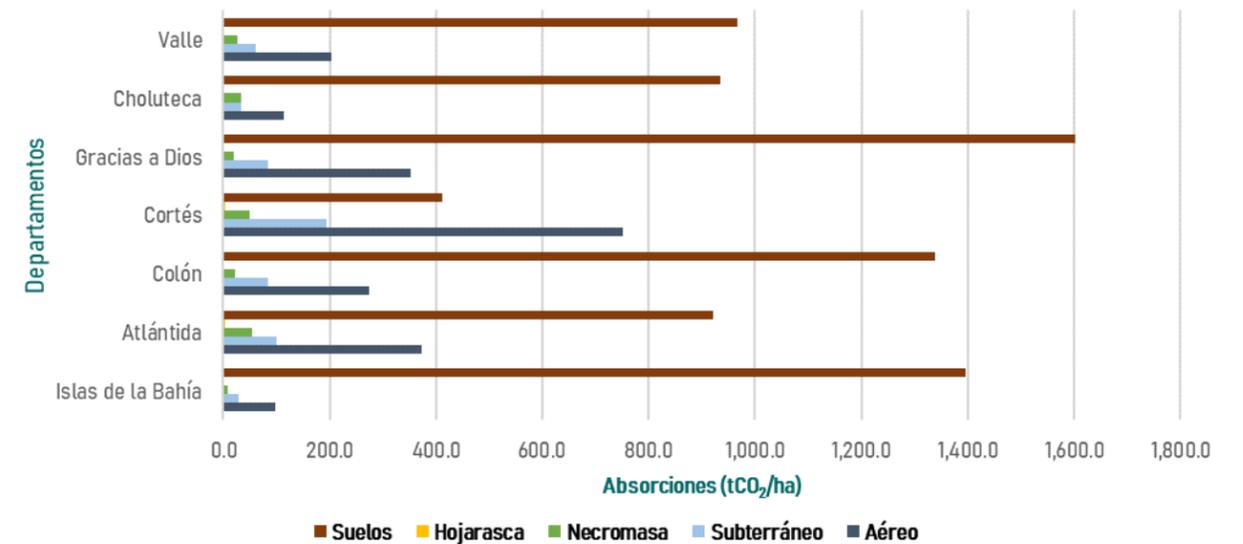
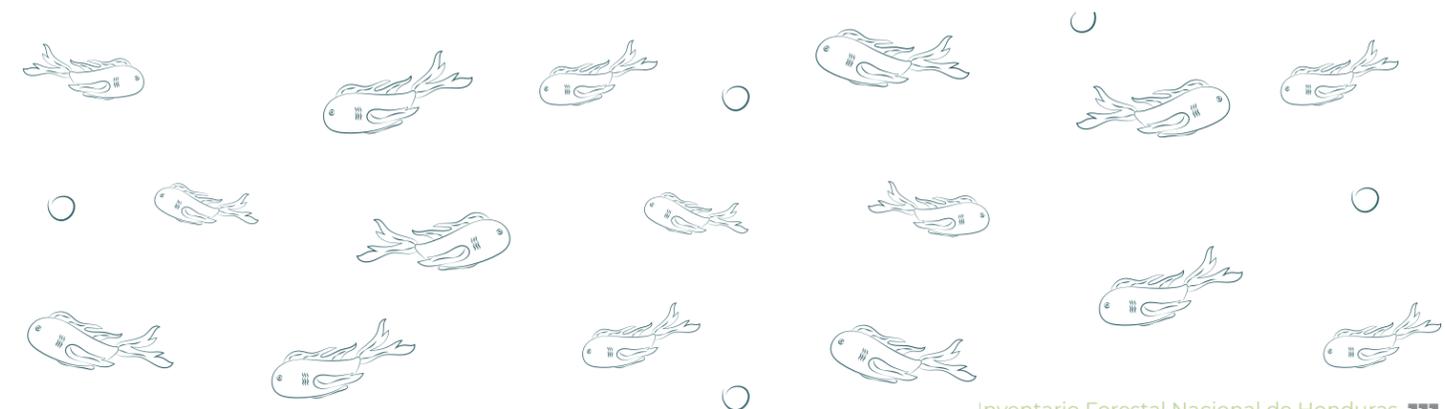


Gráfico 30. Distribución de contenidos de CO₂ por depósito según regiones de estudio

Tabla 40. Contenidos de CO₂ por depósito según regiones de estudio

Departamento	Absorciones por departamentos (tCO ₂ /ha)					Total
	Aéreo	Subterráneo	Necromasa	Hojarasca	Suelos	
Islas de la Bahía	98.4	28.6	8.1	1.5	1,396.4	1,532.9
Atlántida	372.1	99.6	53.6	4.0	921.3	1,450.7
Colón	273.8	84.0	21.7	1.5	1,338.9	1,719.9
Cortés	752.5	194.9	49.9	3.7	411.3	1,412.3
Gracias a Dios	351.4	85.0	20.2	1.8	1,603.1	2,061.5
Choluteca	113.2	34.3	32.7	0.0	935.4	1,115.6
Valle	203.1	59.8	26.8	0.0	967.9	1,257.6



DISTRIBUCIÓN DE CARBONO EN LOS ECOSISTEMAS DE MANGLAR

Distribución de carbono a nivel nacional

A nivel nacional, la estimación se realizó de manera estratificada considerando las cuatro regiones del país: Islas de la Bahía, el Atlántico, La Mosquitia y pacífico.

El valor promedio de carbono a nivel nacional resultante del proceso de interpolación espacial fue de 345.92 tC/ha, son similares a los valores calculados mediante el software Silva Metricus y las estimaciones resultantes de las unidades de muestreo (346.6 tC/ha). A nivel regional la Mosquitia presentó el mayor contenido de carbono 560.48 tC/ha, seguido por la región de Islas de la Bahía con 418.99 tC/ha, la región del Atlántico con 408.88 tC/ha y por último la región del Pacífico con 311.57 tC/ha (Ilustración 56).

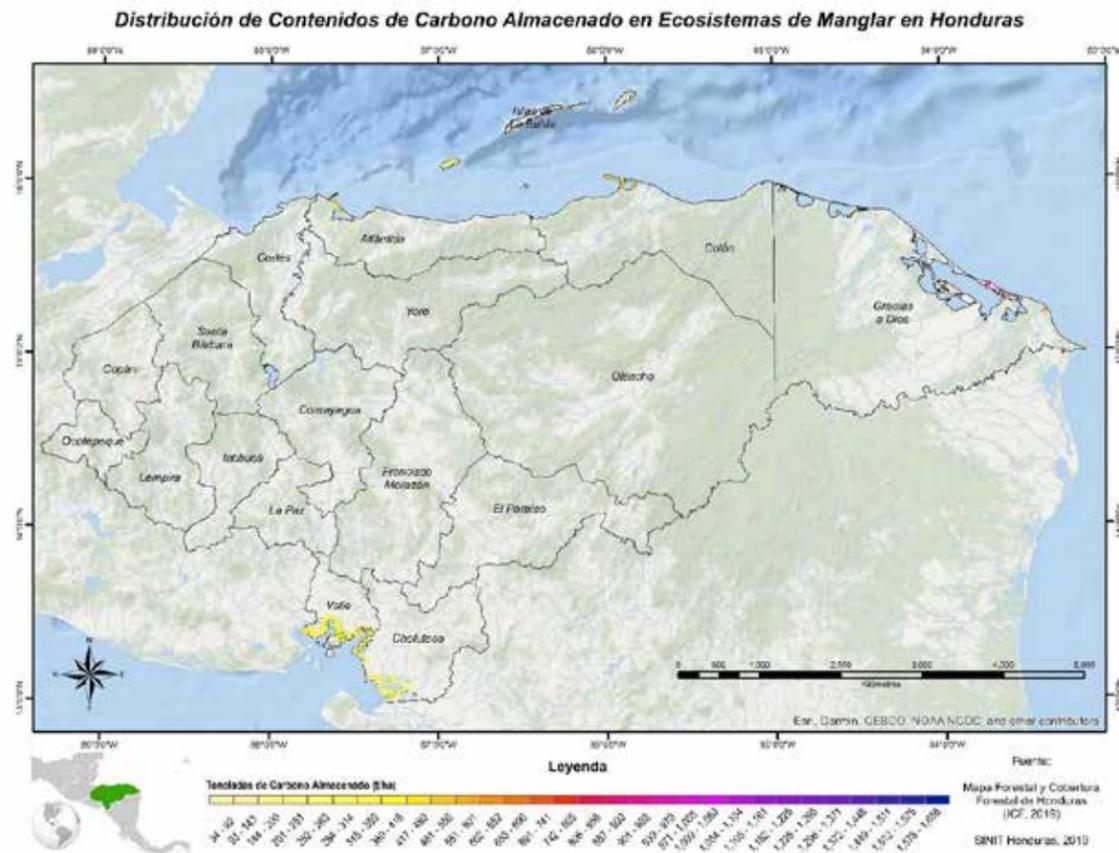


Ilustración 39. Distribución estimada del carbono en los manglares a nivel nacional

Distribución de Carbono en la Región de Islas de la Bahía

Los siguientes resultados obtenidos corresponden a la región de Islas de la Bahía cuya distribución espacial de los contenidos de carbono presentan un promedio de 418.99 tC/ha.

A continuación, se pueden visualizar los valores estadísticos del archivo ráster resultante, así como la distribución geográfica estimada que se ilustra en el siguiente mapa de ubicación de dicha región de estudio.

Tabla 41. Estadísticos (ráster) de la región de Islas de la Bahía

Estadísticas	Unidades	Valores
Conteo	Nº de Píxel	968,115.00
Máximo	tC/ha	753.5
Mínimo	tC/ha	170.5
Sumatoria	tC	405,631,362.10
Media	tC/ha	418.99
Desviación estándar	tC/ha	71.3

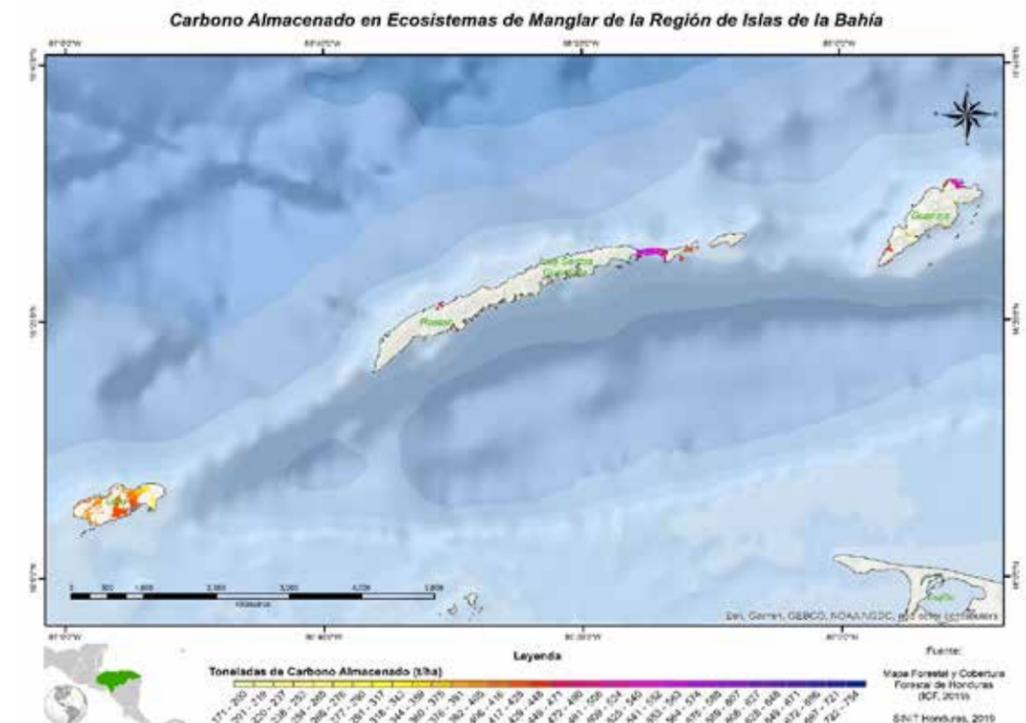


Ilustración 40. Distribución estimada del carbono en los manglares en la región de Islas de la Bahía

Comparación de valores entre los resultados de las UM y la interpolación espacial en la región de Islas de la Bahía

Para realizar la comparación se utilizó el valor de 417.7 tC/ha como media teórica obtenida de las UM. Mediante la aplicación de la prueba "t" de dos colas, con un intervalo de confianza de 95%, se obtuvieron una serie de resultados que se describen a continuación. La prueba de t para dos muestras relacionadas/prueba bilateral, permite la comparación entre los valores medios de campo y los obtenidos del ráster, lo cual define si existen diferencias significativas entre los promedios de ambas muestras. En la siguiente tabla se muestran los estadísticos descriptivos de la información de campo y de la muestra aleatoria obtenida del ráster resultante de la interpolación. Así en la región de Islas de la Bahía, se contó con 38 UM y 38 valores extraídos del formato ráster (Tabla 42).

Tabla 42. Valores estadísticos descriptivos de carbono en manglar

Variable	Observaciones	Mínimo	Máximo	Media	Desviación típica
Carbono (ráster)	38	255.341	562.817	418.97	74.802
Carbono (UM)	38	170.509	756.844	417.7	129.761

Distribución de carbono en la región del Atlántico

En la Tabla 44 se presentan los valores estadísticos del archivo ráster resultante, así como la distribución geográfica en la Ilustración 58.

Tabla 43. Estadísticas (ráster) de la región del Atlántico

Estadísticas	Unidades	Valores
Conteo	Nº de Píxel	2,155,874
Máximo	t C/ha	920.64
Mínimo	t C/ha	34.35
Sumatoria	t C	881,501,050.97
Media	t C/ha	408.88
Desviación estándar	t C/ha	84.55

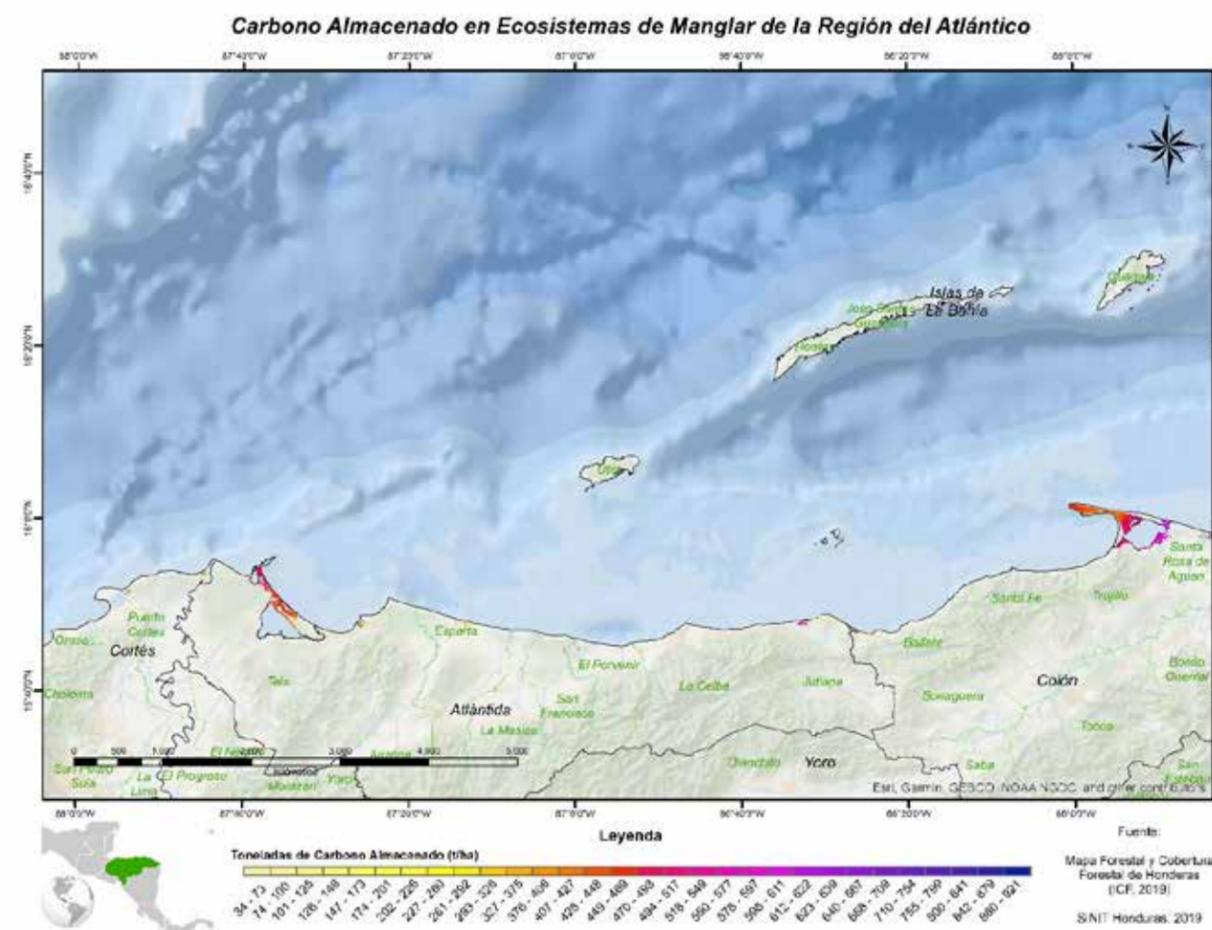


Ilustración 41. Distribución estimada del carbono en los manglares en la región del Atlántico

Comparación de valores medios de la región del Atlántico

En la Tabla 44 se presentan los estadísticos descriptivos de la información de campo y de la muestra aleatoria obtenida del ráster que resultó del proceso de interpolación. Para la región del Atlántico se utilizaron 53 UM y la misma cantidad de puntos aleatorios del ráster.

Tabla 44. Valores estadísticos descriptivos de carbono en manglar

Variable	Observaciones	Mínimo	Máximo	Media	Desviación típica
Carbono (datos ráster)	53	55.842	619.648	409.45	120.418
Carbono (datos campo)	53	66.767	922.495	406.6	179.446

Para la región del Atlántico no se encontraron diferencias significativas entre los valores promedio de carbono estimado de las UM y los obtenidos con el proceso de interpolación espacial en el ráster. Es decir, la estimación de la distribución espacial de carbono en esta región tiene un nivel de precisión aceptable.

Distribución de carbono en la región de La Mosquitia

La Tabla 45 presenta los valores estadísticos del archivo ráster resultante, así como la distribución espacial estimada en la Ilustración 62.

Tabla 45. Estadísticos (ráster) de la región de La Mosquitia

Estadísticas	Unidades	Valores
Conteo	Nº de Píxel	1,719,810
Máximo	tC/ha	1,657.89
Mínimo	tC/ha	271.51
Sumatoria	tC	963,926,075
Media	tC/ha	560.48
Desviación estándar	tC/ha	93.10

Comparación de valores medios de la región de La Mosquitia

La Tabla 46 muestra los estadísticos descriptivos de la información de campo y de la muestra aleatoria obtenida del ráster resultante de la interpolación espacial. Para la región de La Mosquitia se utilizaron 30 UM al igual que la misma cantidad de puntos aleatorios extraídos del ráster.

Para la región de La Mosquitia no se encontraron diferencias significativas entre los valores promedio de carbono estimado de las UM y los obtenidos con el proceso de interpolación espacial en el ráster. Es decir, la estimación de la distribución espacial de carbono en esta región tiene un nivel de precisión aceptable.

Tabla 46. Valores estadísticos descriptivos de carbono en manglar

Variable	Observaciones	Mínimo	Máximo	Media	Desviación típica
Carbono (datos ráster)	30	329.875	846.554	568.53	122.611
Carbono (datos campo)	30	271.424	1662.469	561.7	246.231

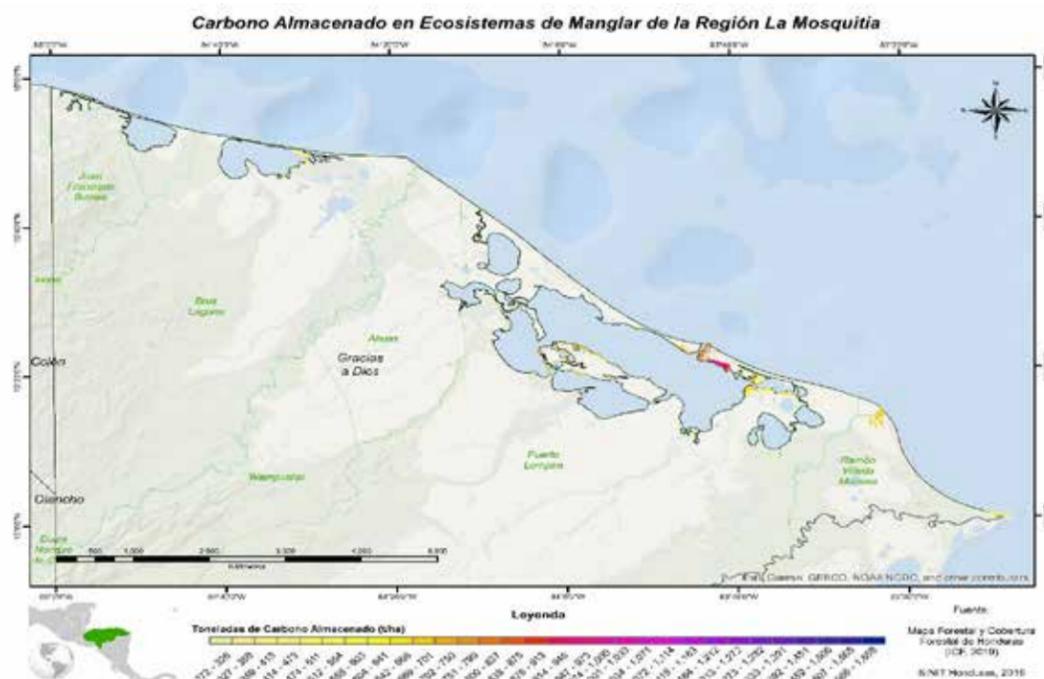


Ilustración 42. Distribución estimada del carbono en los manglares en la región de La Mosquitia

Distribución de carbono en la región del Pacífico

A continuación, en la Tabla 47 se presentan los valores estadísticos del archivo ráster resultante, así como la distribución espacial estimada en la Ilustración 65.

Tabla 47. Estadísticos (ráster) de la región de Islas de la Bahía

Estadísticas	Unidades	Valores
Conteo	Nº de Píxel	15,841,668
Máximo	t C/ha	541.10
Mínimo	t C/ha	178.30
Sumatoria	t C	4,935,873,764.2
Media	t C/ha	311.58
D. estándar	t C/ha	35.69

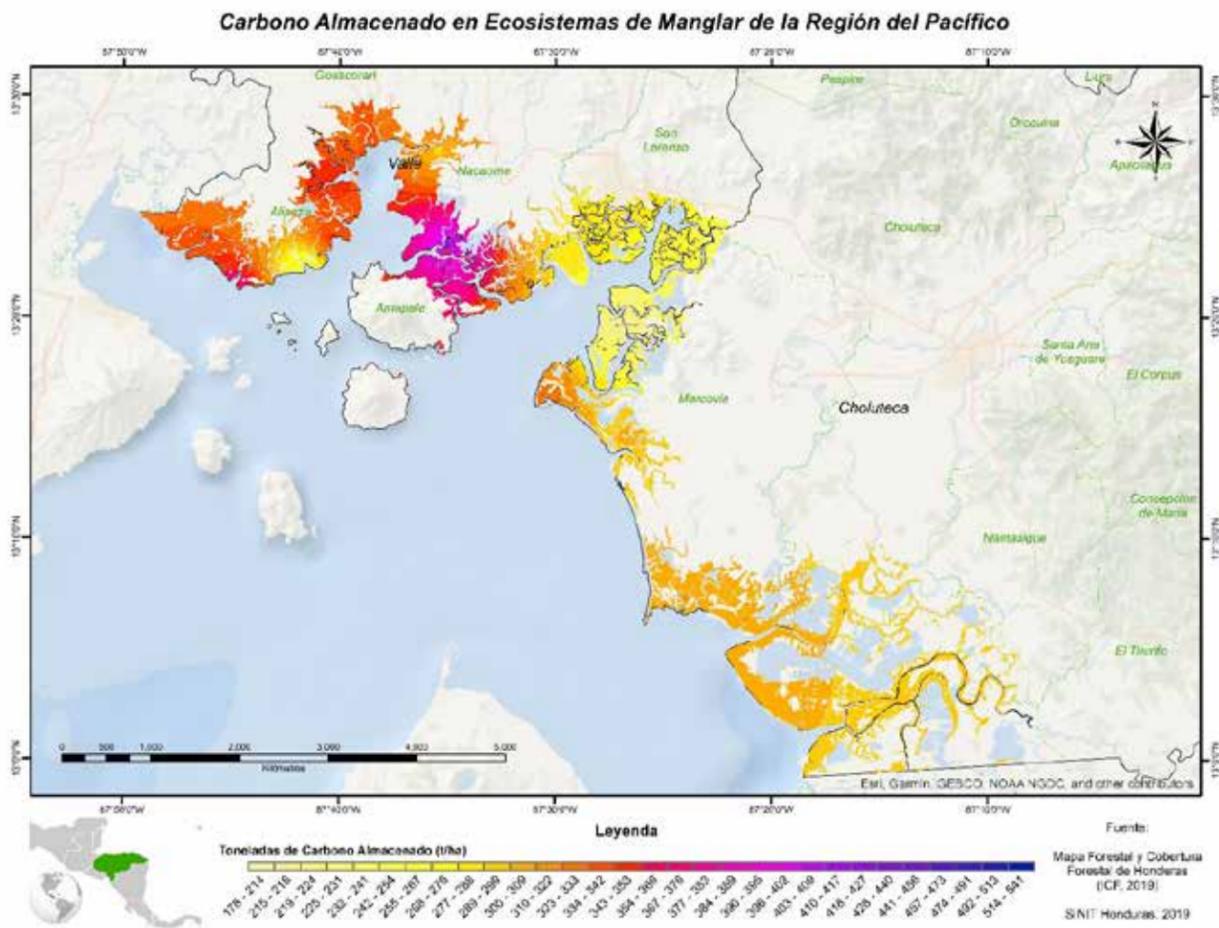


Ilustración 43. Distribución estimada del carbono en los manglares en la región del Pacífico

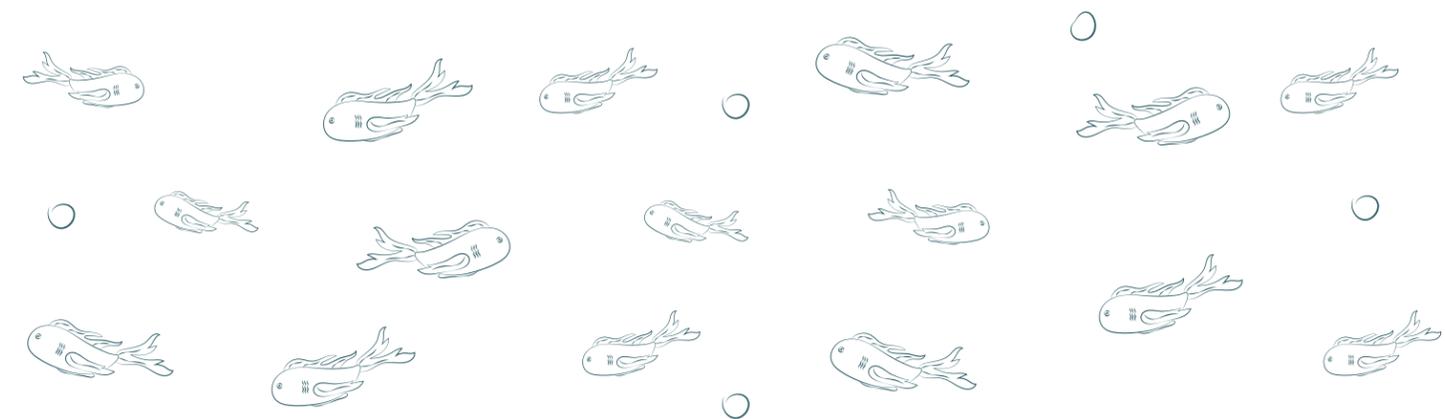
Tabla 48. Valores estadísticos descriptivos de carbono en manglar

Variable	Observaciones	Mínimo	Máximo	Media	Desviación típica
Carbono (datos ráster)	33	223.406	390.415	314.538	38.912
Carbono (datos campo)	33	177.868	541.376	312.763	71.335

Comparación de valores medios de la región del Pacífico

En la siguiente tabla se muestran los estadísticos descriptivos de la información de las UM y la muestra aleatoria obtenida del ráster resultante de la . Para la región del Pacífico se utilizaron 33 UM y la misma cantidad de puntos extraídos aleatoriamente del producto ráster para hacer la comparación de muestras.

Para la región del Pacífico no se encontraron diferencias significativas entre los valores promedio de carbono estimado de las UM y los obtenidos con el proceso de interpolación espacial en el ráster. Es decir, la estimación de la distribución espacial de carbono en esta región tiene un nivel de precisión aceptable.





AMENAZAS PARA LOS MANGLARES

AMENAZAS A NIVEL GLOBAL

AMENAZAS PARA LOS MANGLARES DE HONDURAS



AMENAZAS A NIVEL GLOBAL

Los manglares son de los ecosistemas más dinámicos del mundo. Sin embargo, el aumento de las actividades turísticas, mobiliarias e industriales ha provocado la pérdida de estos ecosistemas. Los manglares están siendo destruidos a tasas entre 3-5 veces más altas que las tasas promedio de pérdida global de otros bosques. Más de una cuarta parte de la cobertura de manglar en el mundo ha desaparecido. Así, una de las principales amenazas para los manglares es la destrucción de su hábitat para el desarrollo costero y la acuicultura (PNUMA, 2017).

La contaminación y la sobre explotación también están reduciendo los servicios ecosistémicos proporcionados por los manglares. Los cambios en las condiciones locales del agua causados por las represas aguas arriba, el riego y la contaminación han llevado a la pérdida de varias zonas de manglar en el mundo. También el aumento del nivel del mar es un desafío a largo plazo (PNUMA, 2017).

Pese a su importancia, un 19% de los manglares del mundo desaparecieron entre 1980 y 2005. El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) también advierte que los manglares están amenazados por el desarrollo costero sin planificación, la tala y deforestación indiscriminada, entre otros peligros como los vertidos petroleros o la desecación de sus suelos (Banco Mundial, 2019).

“Los manglares corran el riesgo de desaparecer para siempre. El 50% de los manglares del mundo han desaparecido en el último medio siglo, víctimas del aumento del nivel del mar; derrames de petróleo y otra contaminación; demanda de madera, la infraestructura costera y la expansión urbana” (WWF, 2018).

“Los ecosistemas costeros de carbono azul están entre los más amenazados del planeta, y se estima que se destruyen entre 340,000 y 980,000 hectáreas de estos entornos cada año “ (Murray, Pendleton, & Sifleet, 2011).



A pesar de que su distribución histórica de los ecosistemas de manglar es difícil de determinar, la causa de la dramática desaparición que ocurrió antes de que fuera posible generar mapas precisos, se estima que fue de hasta un 67 % (Pendleton, y otros, 2012).

Los efectos del cambio climático podrían exacerbar estas pérdidas, no solo a consecuencia del incremento del nivel del mar, sino también por los cambios en la intensidad de las tormentas tropicales y las modificaciones en los flujos de agua que tienen una influencia en el manglar manglar (Kauffman, Donato, & Adame, 2013).

Diferentes autores coinciden en que el cambio climático tiene diversos componentes que actúan a diferentes escalas, siendo los más relevantes: eventos extremos de inundaciones, tormentas tropicales, precipitación, erosión costera, cambios en los registros de temperatura ambiente y del agua, los patrones de circulación oceánica, la integridad y conexión ecológica de ecosistemas aledaños y la influencia social y económica asociada al cambio climático (Yáñez-Arancibia, Day, Twilley, & Day, 2014). El cambio en estos factores puede tener una influencia negativa en la cobertura de manglar y los servicios ecosistémicos que estos nos brindan.

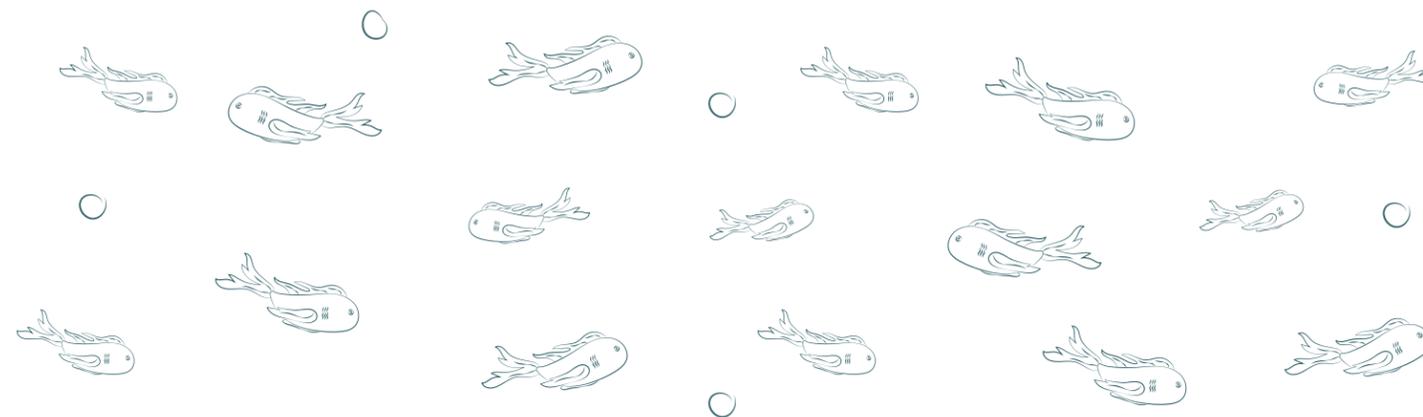
Se estima que anualmente el 1,9% de los manglares se pierden a nivel mundial, lo que resulta en 240 millones de toneladas de CO₂ por año. Lo cual es equivalente a las emisiones generadas por 588 millones de barriles de petróleo o por el consumo de 50,5 millones de vehículos/pasajero anualmente. Estas cifras ilustran los efectos de la pérdida de manglar y su posible efecto en las emisiones globales acumuladas, lo cual además debe representar un llamado a las naciones para promover la conservación de los manglares y demás hábitats costeros (Tabla 53) (Herr, y otros, 2015) .

“Con la creciente riqueza y disponibilidad de conocimiento sobre los manglares y cómo restaurarlos, son posibles proyectos de restauración exitosos. Pero no deberían ser impulsados por las oportunidades de imagen o cobertura en los medios de comunicación. En cambio, debe ser un plan sólido y basado en la ciencia, utilizando personal capacitado, con participación y apropiamiento de las comunidades desde la etapa de planificación hasta el establecimiento exitoso, así como en la gestión y el monitoreo conducirán a un mayor éxito” (UICN, 2017).

Tabla 49. Comparativo de las emisiones de CO₂ globales producto de las pérdidas en los ecosistemas costeros

MANGLARES		1,9% de los manglares se pierden a nivel mundial, lo que resulta en 240 millones de toneladas de CO ₂ por año
588 millones de barriles de combustible		
		50.5 millones vehículo/pasajero (consumo anual)

Fuente: Adaptado del documento “Carbono Azul Costero” (Herr, y otros, 2015)



AMENAZAS PARA LOS MANGLARES DE HONDURAS

PERTURBACIONES HUMANAS

El INF realiza una evaluación de las principales perturbaciones derivadas de las actividades humanas, en la mayoría de los casos las zonas presentan afectación producida por el corte y la extracción de árboles para uso doméstico (leña y construcciones). En la Tabla 54 se muestran los porcentajes estimados respecto a las actividades humanas desarrolladas en los ecosistemas de manglar de Honduras. La categoría de "otras" perturbaciones se refiere a los casos en que se observaron señales de perturbación en el manglar y no se logró determinar con seguridad la causa de esta (Tabla 50; Gráfico 31).

Tabla 50. Perturbaciones humanas en el área de estudio

Perturbación	Islas de la Bahía	Atlántico	Mosquitia	Pacífico
Sin intervención	50.5%	71.6%	65.7%	45.5%
Aprovechamiento forestal	0.0%	1.9%	0.0%	0.0%
Extracción de leña	8.0%	18.8%	7.1%	54.5%
Extracción de productos no maderables	0.0%	3.8%	0.0%	0.0%
Incendios/quemas	2.7%	0.0%	3.6%	0.0%
Otro	38.8%	3.8%	23.6%	0.0%
Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

De acuerdo a los datos colectados se estimó que en promedio el 42% de la superficie de manglar presentó algún tipo alteraciones principalmente de extracción de leña. Esta actividad afectó de manera más notoria los manglares de la región del Pacífico. Los impactos fueron de baja escala, pero notorios en este caso las actividades relacionadas a la pesca también incluyeron el corte de árboles, especialmente los jóvenes.

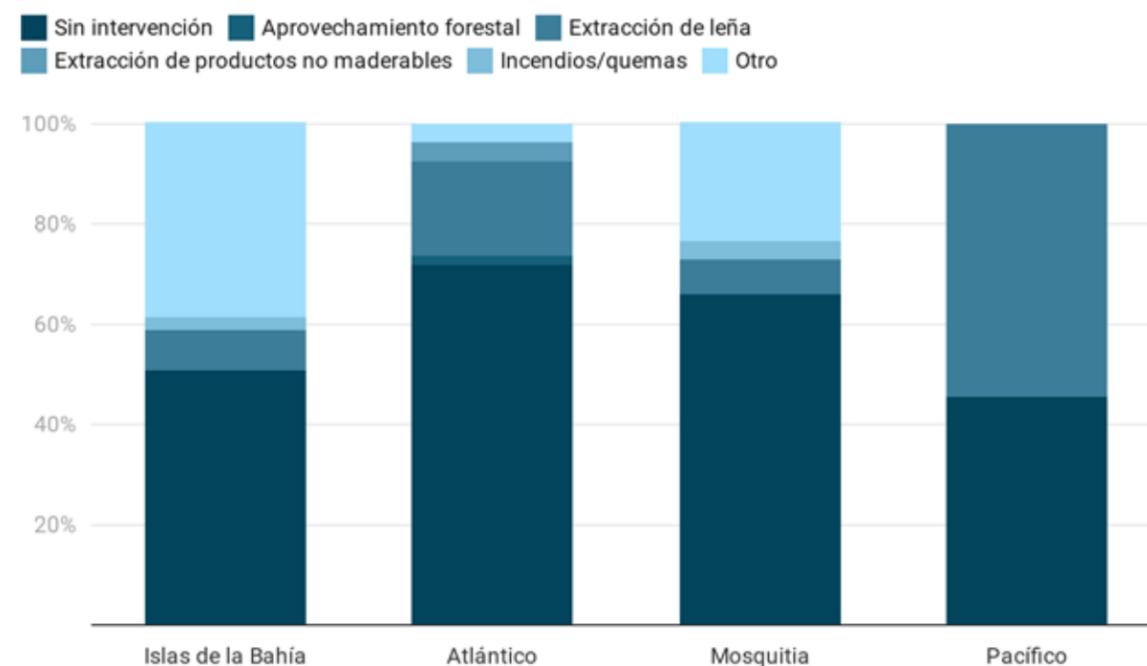


Gráfico 31. Porcentaje de las perturbaciones humanas

También es importante considerar la severidad de estas perturbaciones al momento de estimar el estado fitosanitario de los ecosistemas de manglar. La mayoría de las perturbaciones encontradas fueron de ligeras a moderadas. Solamente en la región del Atlántico se encontraron áreas que se consideraron como fuertemente perturbadas (Tabla 51).

Tabla 51. Perturbaciones humanas en el área de estudio

Magnitud de la perturbación	Islas de la Bahía	Atlántico	Mosquitia	Pacífico
Ligeramente perturbado	52%	53%	58%	72%
Moderadamente perturbado	48%	34%	42%	28%
Fuertemente perturbado	0%	14%	0%	0%

ESTIMACIÓN DE TOCONES

Los cálculos de estimación de tocones permitieron identificar el grado de alteración de los manglares ya sea por actividades legales o ilegales. En el caso de los ecosistemas de manglar destinados a la conservación, el número de tocones identificados definieron los grados de deforestación o degradación del manglarbosques. En los manglares de Honduras la extracción de árboles es considerada como una actividad ilegal, ya que no existe ningún marco legal que ampare su aprovechamiento (Tabla 56). En la región Islas de la Bahía el mangle negro (*A. germinans*) registro la mayor cantidad de tocones por hectárea, mientras que en la región del Atlántico y la Mosquitia, el mangle blanco (*L. racemosa*) presentó la mayor cantidad de tocones por hectárea (Tabla 56).

Tabla 52. Tocones por hectárea en las regiones de Honduras por especie de manglar

Especie	Islas de la Bahía	Atlántico	Mosquitia	Pacífico
<i>Avicennia germinans</i>	21.05	7.76	-	2.68
<i>Laguncularia racemosa</i>	4.21	23.27	29.47	-
<i>Rhizophora mangle</i>	6.32	1.55	17.19	5.36
Total	31.58	32.58	46.67	8.04

Las regiones de Islas de la Bahía, Atlántico y La Mosquitia) presentarán una alta cantidad de tocones por hectárea en comparación con las cantidades que se encontraron en la región del Pacífico. Es importante mencionar que la metodología del INF contempla la medición de tocones con un diámetro igual o mayor a 10 cm en su base (Gráfico 32)

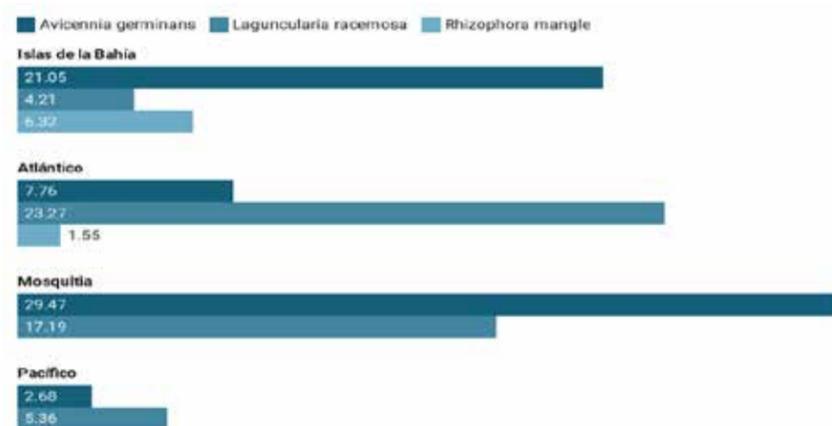
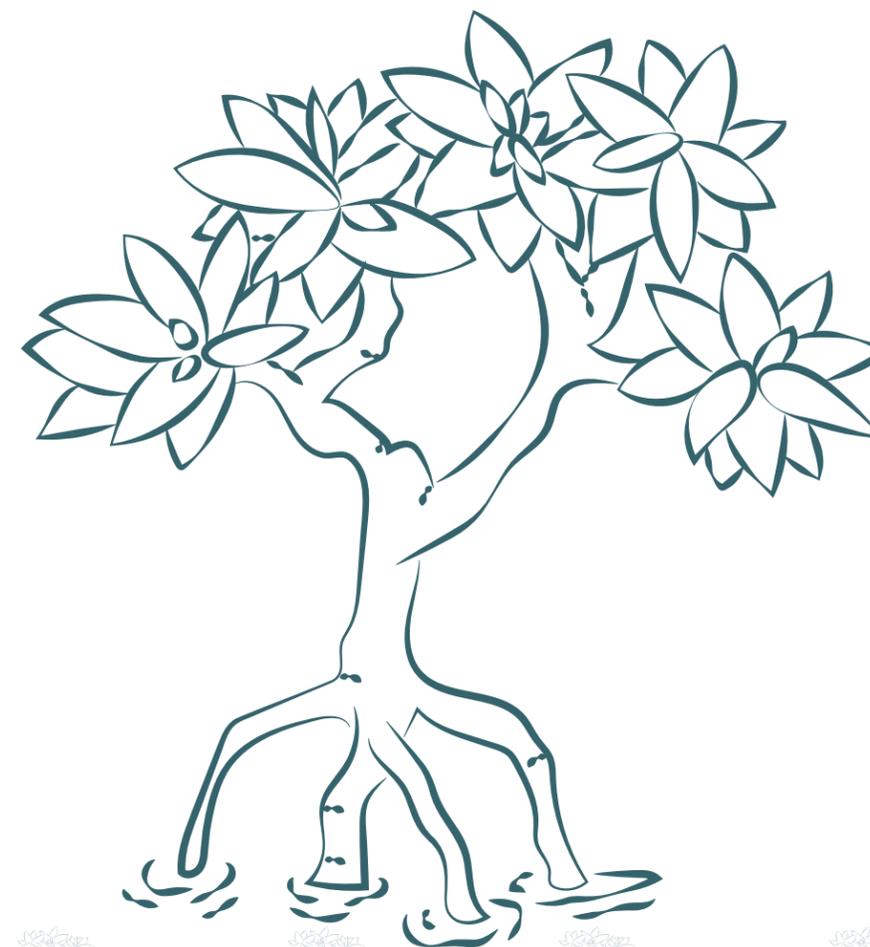


Gráfico 32. Tocones por hectárea por especie de manglar

El número total de tocones por hectárea en el bosque de mangle de la Mosquitia representó el 13.5% en relación con la densidad de árboles por hectárea (124.38 Arb/ha). Esta es la región con mayor presencia de tocones. En campo existen áreas con presencia de tocones con diámetros inferiores a los 10 cm que no fueron contabilizados, por tanto, si fueran tomados en cuenta se generaría un reporte con un mayor número de tocones/ha para las tres especies de mangle encontradas. Estas cifras muestran el impacto de las actividades humanas en los manglares de Honduras, las cuales pueden estar relacionadas con la tala ilegal. Según la información de los poblados los habitantes destinan los árboles extraídos para uso doméstico (leña y construcciones), así mismos para las actividades de pesca que realizan diariamente.



DEFORESTACIÓN EN ECOSISTEMAS DE MANGLE

Una de las principales amenazas en los ecosistemas de manglar son los cambios de uso del suelo, como resultado de la deforestación. Recientemente Honduras ha presentado sus estimaciones de pérdidas de bosque a través del “Mapa de pérdidas por deforestación 2000-2018”, elaborado por la Unidad de Monitoreo Forestal del CIPF específicamente para los períodos: 2000-2006, 2006-2012, 2012-2016, 2016-2018. Elaborado en el marco de las acciones del mecanismo REDD+ en el país, particularmente para el reporte de deforestación incluido en el documento Nivel de Referencia Forestal de Honduras. Con la información generada se estiman los valores promedios anuales de deforestación (ICF, 2019). A partir de dicha información se definieron las áreas deforestadas en los ecosistemas de manglar. Este producto considera como año de referencia la cobertura de manglar en el 2014 y como año de cambio la cobertura de manglar en el 2018.

SUPERFICIES DEFORESTADAS EN ECOSISTEMAS DE MANGLAR

Se estima que durante el período de los años 2000-2018 los manglares han experimentado cambios de uso del suelo en aproximadamente 1,224.4 hectáreas en las zonas costeras a nivel nacional, de las cuales el 95.2% son ubicadas en la región del Pacífico, el 2.0% se registra en región del Atlántico, el 1.6% se localiza en Islas de la Bahía y el 1.2% restante se registra en la región de La Mosquitia. Son notable las alteraciones en los manglares producto de las actividades humanas, gran parte de ellas por el aumento de las industrias camaroneras y salineras, y en menor proporción por la expansión urbana, la ganadería y la agricultura. En la Tabla 53. y Gráfico 43 se describe e ilustra las pérdidas brutas de manglar a nivel nacional y por período evaluado.

Tabla 53. Deforestación bruta total en los ecosistemas de manglar de Honduras

Región	Deforestación bruta total (ha) por períodos				Total (ha)
	2000-2006	2006-2012	2012-2016	2016-2018	
Islas de la Bahía	0.0	3.7	7.4	8.4	19.5
Atlántico	1.0	9.0	10.9	3.6	24.6
La Mosquitia	1.1	7.8	0.0	5.5	14.5
Pacífico	84.2	40.9	1,028.7	12.0	1,165.8
Total (ha)	86.4	61.4	1,047.0	29.6	1,224.4

Fuente: Elaborado con datos del Mapa de Pérdidas por Deforestación 2000-2018 (ICF, 2019)

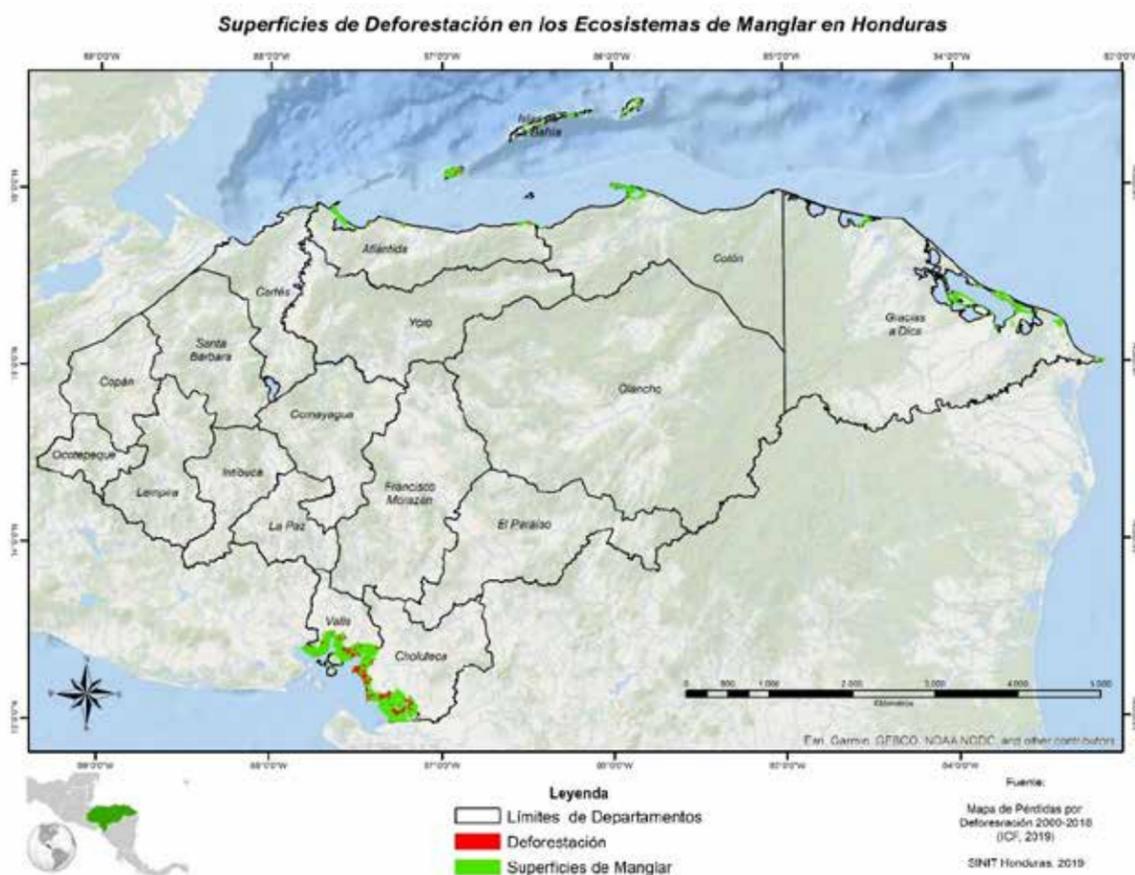


Ilustración 44. Mapa de deforestación en los ecosistemas de manglar de Honduras
Fuente: Elaborado con datos del Mapa de Pérdidas por Deforestación 2000-2018 (ICF, 2019)

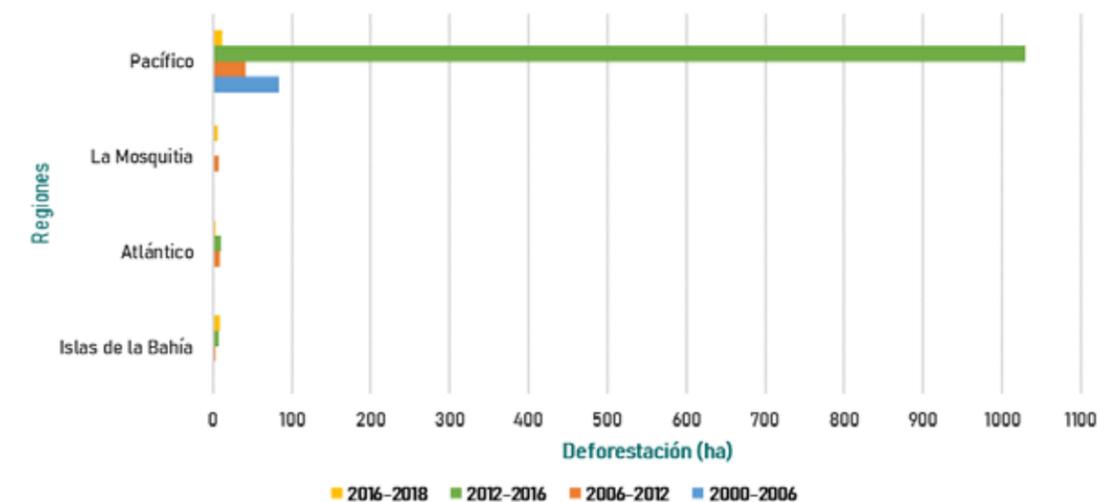


Gráfico 33. Deforestación bruta total en los ecosistemas de manglar de Honduras

Considerando las superficies totales y los períodos evaluados se estima que el 7.1% de la deforestación se dio entre 2000-2006, el 5.0% entre los años 2006-2012, el máximo porcentaje equivalente al 85.5% se dio entre los años 2012-2016, en el último período evaluado, 2016-2018, se estima un 2.4% del total presentado (Tabla 54; Gráfico 34). A nivel nacional se estima una deforestación bruta de aproximadamente 68.0 ha/año en los ecosistemas de manglar, donde las mayores pérdidas son localizadas en la zona sur del país en los departamentos de Choluteca y Valle, contrastando con las pérdidas mínimas registradas en el departamento de Gracias a Dios.

Tabla 54. Deforestación bruta anual en los ecosistemas de manglar de Honduras

Región	Deforestación bruta anual (ha) por períodos				Promedio (ha/año)
	2000-2006	2006-2012	2012-2016	2016-2018	
Islas de la Bahía	0.0	0.6	1.8	4.2	1.1
Atlántico	0.2	1.5	2.7	1.8	1.4
La Mosquitia	0.2	1.3	0.0	2.8	0.8
El Pacífico	14.0	6.8	257.2	6.0	64.8
Total (ha/año)	14.4	10.2	261.7	14.8	68.0

Fuente: Elaborado con datos del Mapa de Pérdidas por Deforestación 2000-2018 (ICF, 2019)

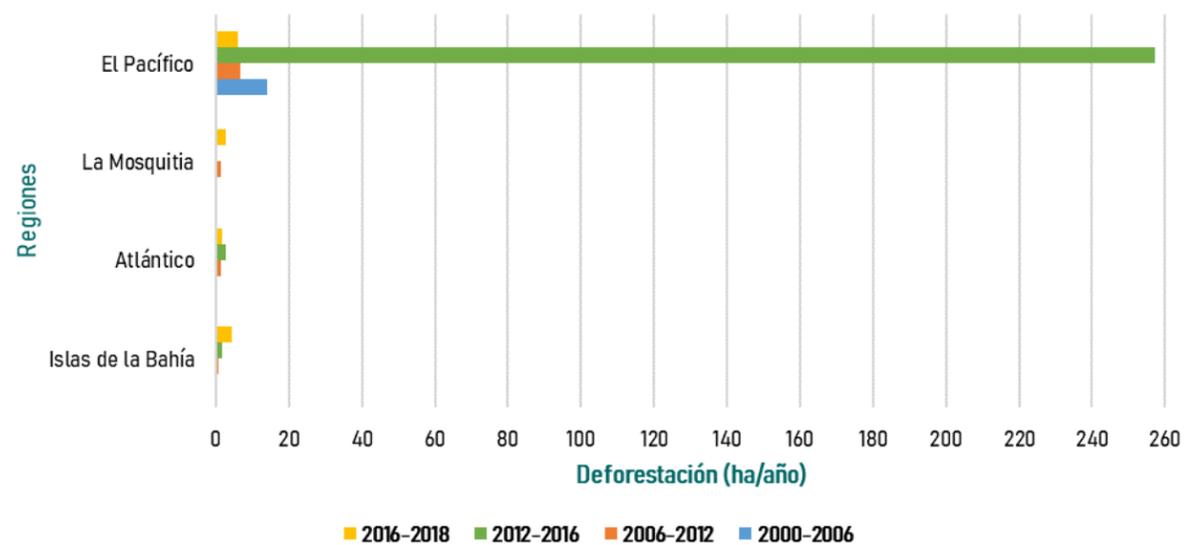


Gráfico 34. Deforestación bruta anual en los ecosistemas de manglar de Honduras

PÉRDIDAS DE CARBONO POR DEFORESTACIÓN BRUTA

A partir de los datos de superficies de deforestación y los valores promedios por hectárea de contenidos de carbono, es posible estimar las cantidades que se dejaron de almacenar en los ecosistemas de manglar. De la información calculada para el período 2000-2018 se estima que el manglar en Honduras dejó de almacenar un total de 511,419.6 toneladas de carbono (tC). De esta cifra cerca de 1.6% corresponde a la región de Islas de la Bahía, un 2.0% a la región del Atlántico, 1.2% a la región de La Mosquitia, mientras que la mayor cantidad registrada corresponde a la región del Pacífico, que es equivalente al 95.2%. Las mayores cifras son registradas entre el período de 2012-2016 donde se dejaron de almacenar un total de 437,321.4 tC (tabla 55, Gráfico 35).

Tabla 55. Pérdidas de carbono por deforestación bruta total en los ecosistemas de manglar de Honduras

Región	Pérdidas de carbono total por período (tC)				Total (tC)
	2000-2006	2006-2012	2012-2016	2016-2018	
Islas de la Bahía	0.0	1,545.5	3,090.9	3,508.6	8,145.0
Atlántico	417.7	3,759.2	4,552.8	1,503.7	10,275.2
La Mosquitia	459.5	3,258.0	0.0	2,297.3	6,056.5
Pacífico	35,169.5	17,083.5	429,677.7	5,012.3	486,943.0
Total (tC)	36,046.6	25,646.2	437,321.4	12,321.9	511,419.6

Fuente: Elaborado con datos del Mapa de Pérdidas por Deforestación 2000-2018 (ICF, 2019)

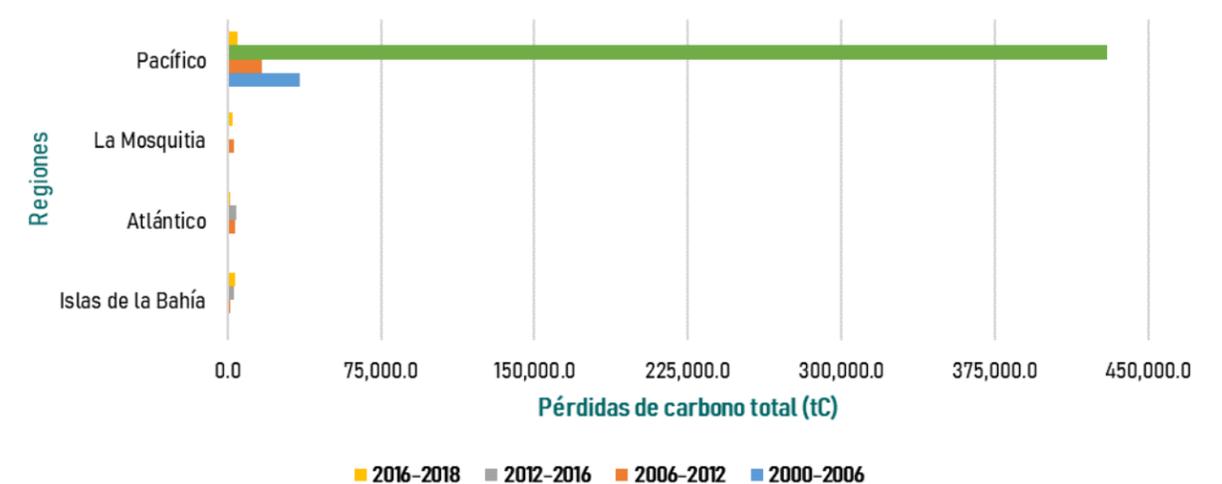


Gráfico 35. Pérdidas de carbono por deforestación bruta total en los ecosistemas de manglar de Honduras

Los períodos evaluados permiten estimar los promedios anuales de pérdidas de bosque de mangle y los contenidos de carbono que se dejan de almacenar. Dichas cifras son definidas bajo el supuesto de una pérdida de la totalidad de la masa arbórea. Las cifras de mayor pérdida se registraron en la región del Pacífico, y fueron equivalentes a 27,066.3 tC/año. Mientras que las cifras menores pérdidas se registraron en la región de Islas de la Bahía y La Mosquitia equivalentes a 334.2 tC/año (Tabla 56, Gráfico 36).

Tabla 56. Pérdidas de carbono por deforestación bruta anual en los ecosistemas de manglar de Honduras

Región	Pérdidas de carbono anual (tC/año)				Promedio (tC/año)
	2000-2006	2006-2012	2012-2016	2016-2018	
Islas de la Bahía	0.0	250.6	751.8	1,754.3	459.5
Atlántico	83.5	626.5	1,127.8	751.8	584.8
La Mosquitia	83.5	543.0	0.0	1,169.5	334.2
Pacífico	5,847.7	2,840.3	107,429.9	2,506.1	27,066.3
Total (tC/año)	6,014.7	4,260.4	109,309.5	6,181.8	28,444.7

Fuente: Elaborado con datos del Mapa de Pérdidas por Deforestación 2000-2018 (ICF, 2019)

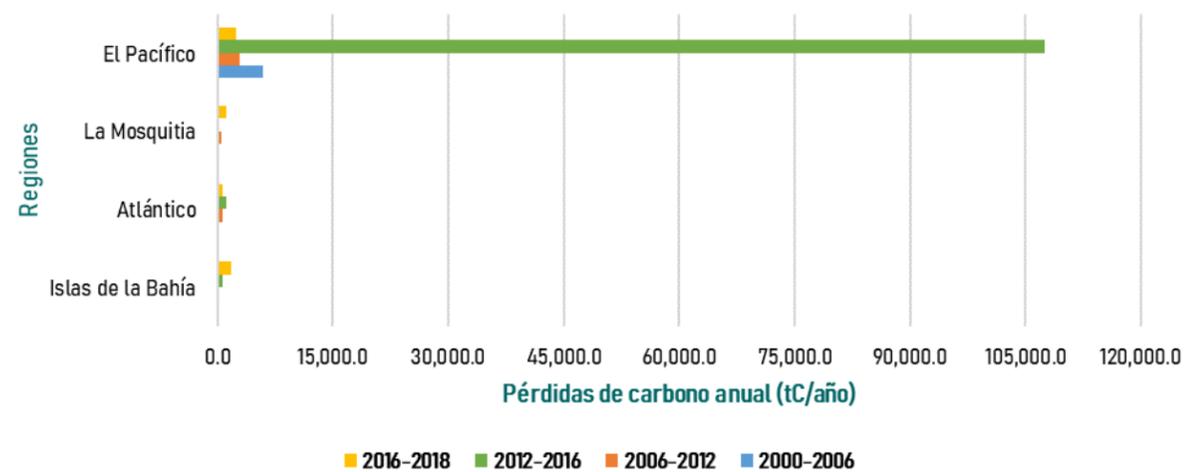


Gráfico 36. Pérdidas de carbono por deforestación bruta anual en los ecosistemas de manglar de Honduras

EMISIONES DE DIOXIDO DE CARBONO POR DEFORESTACIÓN

Como se mencionó anteriormente los ecosistemas de manglar representan un gran potencial en lo que a absorciones de CO₂ se refiere, sin embargo, la conversión de tierras de manglar representa una gran amenaza para la liberación o emisiones de este gas. Las cantidades absorbidas y almacenadas durante largos períodos de tiempo, incluso hasta milenios, fácilmente puede ser sometida a proceso de descomposición y en consecuencia liberar dichos contenidos de CO₂. La cifras de deforestación registradas en el período 2000-2018 representan un total de emisiones de CO₂ que superan las 1.87 millones de toneladas (Tabla 57; Gráfico 37).

Tabla 57. Pérdidas de CO₂ por deforestación bruta total en los ecosistemas de manglar de Honduras

Región	Emisiones de CO ₂ total por período (tCO ₂)				Total (tCO ₂)
	2000-2006	2006-2012	2012-2016	2016-2018	
Islas de la Bahía	0.0	5,671.8	11,343.6	12,876.5	29,892.0
Atlántico	1,532.9	13,796.3	16,708.9	5,518.5	37,709.9
La Mosquitia	1,686.2	11,956.8	0.0	8,431.1	22,227.4
Pacífico	129,072.1	62,696.5	1,576,917.2	18,395.1	1,787,080.8
Total (tCO ₂)	132,291.2	94,121.4	1,604,969.6	45,221.2	1,876,910.1

Fuente: Elaborado con datos del Mapa de Pérdidas por Deforestación 2000-2018 (ICF, 2019)

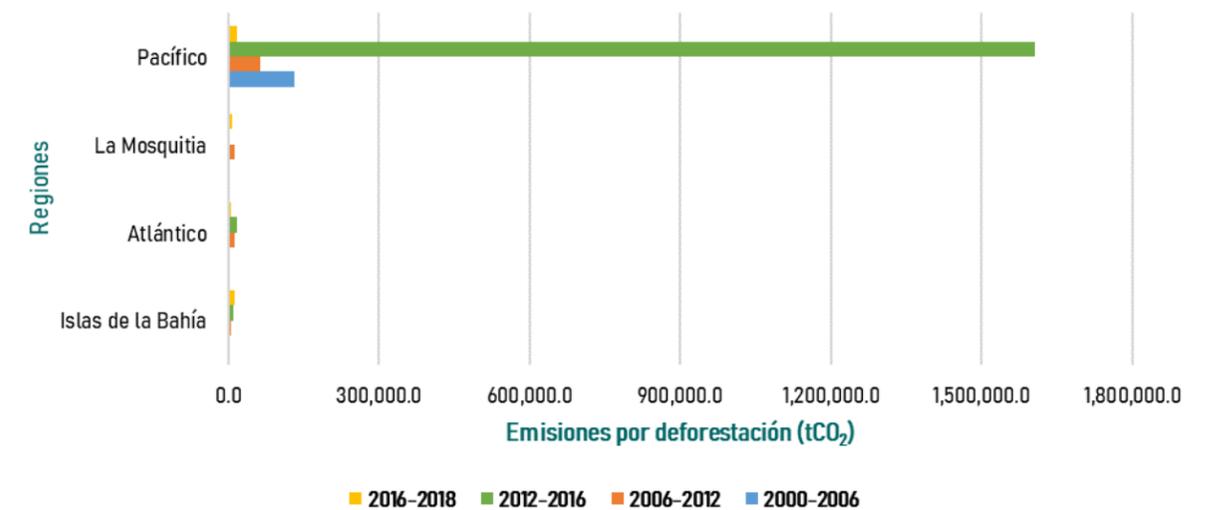


Gráfico 37. Pérdidas de CO₂ por deforestación bruta total en los ecosistemas de manglar de Honduras

Los resultados muestran que, en los períodos evaluados las menores cifras de emisiones anuales se dieron entre los años 2000-2012, fueron equivalentes a 15,635.8 tCO₂/año. Por otra parte, están las mayores cifras de emisiones anuales registradas entre los años 2012-2016 alcanzando un valor aproximado de 401,165.8 tCO₂/año. Además, los resultados muestran que en promedio la deforestación anual a nivel nacional generó un aproximado de 104,392.0 tCO₂/año de emisiones, de las cuales las mayores cifras se registraron en la región del Pacífico, alcanzando emisiones de 99,333.4 tCO₂/año (Tabla 58, Gráfico 38).

Tabla 58. Pérdidas de CO₂ por deforestación bruta anual en los ecosistemas de manglar de Honduras

Región	Emisiones de CO ₂ anual (tCO ₂ /año)				Promedio (tCO ₂ /año)
	2000-2006	2006-2012	2012-2016	2016-2018	
Islas de la Bahía	0.0	919.8	2,759.3	6,438.3	1,686.2
Atlántico	306.6	2,299.4	4,138.9	2,759.3	2,146.1
La Mosquitia	306.6	1,992.8	0.0	4,292.2	1,226.3
Pacífico	21,460.9	10,423.9	394,267.6	9,197.5	99,333.4
Total (tCO ₂ /año)	22,074.1	15,635.8	401,165.8	22,687.3	104,392.0

Fuente: Elaborado con datos del Mapa de Pérdidas por Deforestación 2000-2018 (ICF, 2019)

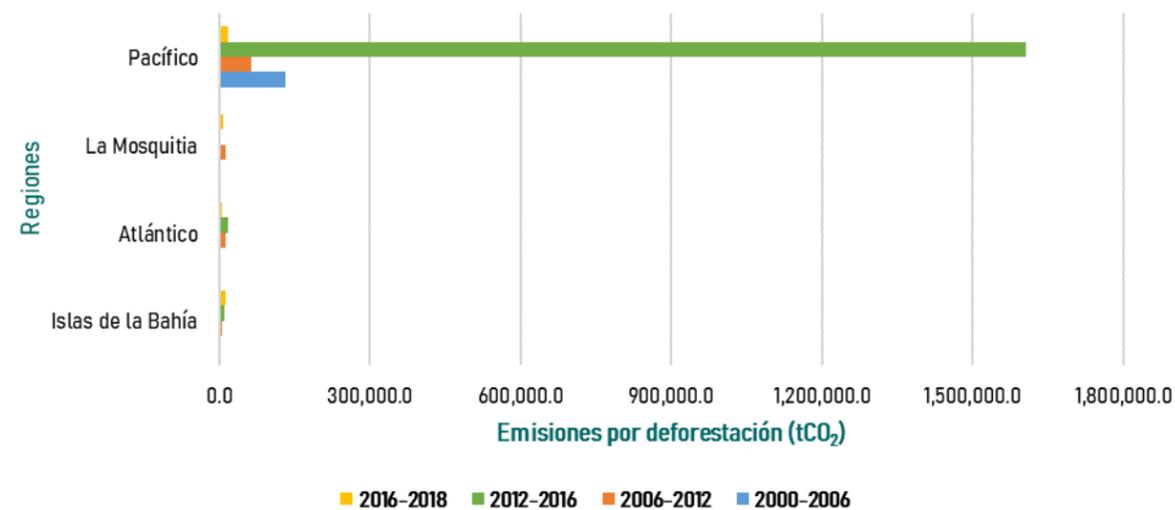


Gráfico 38. Pérdidas de CO₂ por deforestación bruta anual en los ecosistemas de manglar de Honduras

ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE MEDICIONES 2017 Y 2021 EN LA ZONA DE LA MOSQUITIA

En agosto del 2021 se realizó una remediación de 10 de las 13 unidades de muestreo que existen en la zona de La Mosquitia. Esta remediación permite realizar comparaciones entre algunos indicadores y analizar el cambio en la estructura y condición del ecosistema de manglar en el tiempo entre mediciones. El análisis de los cambios identificados en este período de tiempo nos permite identificar algunas amenazas al ecosistema de manglar en la zona de estudio.

Los cálculos de estos indicadores se realizaron de manera independiente con el set de datos de la primera y la segunda medición.

En la base de datos de unidades de muestreo se asignó a cada parcela la proporción de área según las diferentes clases de usos de la tierra identificadas en los puntos de toma de datos de CUT (Ilustración 31, Tabla 9). En la tabla 59 se pueden apreciar los cálculos de los porcentajes de bosque de mangle encontradas dentro del área muestreada en las dos ciclos de mediciones.

Tabla 59. Comparación del Porcentaje de Bosque de Mangle en el área muestreada

Cobertura del suelo	Primera medición (2017)	Segunda medición (2021)
	Porcentaje	Porcentaje
Bosque de mangle	77.78%	80.00%
Otras coberturas	22.22%	20.00%
Total (tCO ₂ /año)	100.00%	100.00%

La categoría de otras coberturas se refiere a las áreas de bosque latifoliado u otras tierras de no bosque que se encontraron dentro de las unidades de muestreo. En este caso es importante resaltar que no se puede decir con certeza que las áreas de bosque de mangle tuvieron un aumento en el período entre mediciones. Observaciones realizadas durante el segundo ciclo de mediciones indican cambios de cobertura de bosque de mangle a áreas de cultivo o ganadería en algunas de las parcelas y pérdida de cobertura de bosque de mangle por inundación luego de los Huracanes Eta y Iota. El incremento en la proporción del área correspondiente a bosque de mangle entre la primera y segunda medición se debe a mejoría en el criterio de clasificación del uso de la tierra durante el levantamiento de los datos de campo.

Tabla 60. Comparación de la Frecuencia según especie (árboles por hectárea)

Especies	Nombre común	Frecuencia (árboles/ha)		DAP promedio (cm)		Volumen (m3/ha)	
		Primera medición (2017)	Segunda medición (2021)	Primera medición (2017)	Segunda medición (2021)	Primera medición (2017)	Segunda medición (2021)
<i>Avicennia germinans</i>	Mangle negro	6.3	21.2	53.0	39.6	21.3	29.0
<i>Conocarpus erectus</i>	Botoncillo	3.5	0.0	39.6	0.0	5.2	0.0
<i>Laguncularia racemosa</i>	Mangle blanco	62.2	33.0	50.1	41.7	114.3	51.4
<i>Rhizophora mangle</i>	Mangle rojo	60.6	30.7	27.6	27.2	24.4	16.3
Total		132.6	84.9	38.2	36.9	165.2	96.8

En la Tabla 60 se muestra reducciones evidentes en los volúmenes por hectárea de los árboles de *L. racemosa* y *R. mangle*. También se puede observar que se han reducido los DAP promedio de todas las especies de mangle evaluadas. Es posible que se deba a la extracción de árboles de diámetros mayores para consumo humano. Los árboles de *C. erectus* no se encontraron en la segunda medición debido a que la única unidad de muestreo donde se encontró árboles de *C. erectus* durante la primera medición no fue evaluada durante la segunda medición. Esta unidad de muestreo se encontraba inaccesible durante la época en que se realizó la remediación.



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS



CONCLUSIONES

La presente obra permitió evaluar el estado actual de los ecosistemas de manglar en Honduras, principalmente los bienes relacionados al sector forestal. Sin embargo, existen numerosas variables que requieren estudios más profundos, especialmente aquellas relacionadas a los servicios que brindan estos ecosistemas a las comunidades costeras aledañas, en términos de sociales, culturales, económicos y recreativos.

La presente obra representa el primer reporte a nivel nacional sobre el estado de los ecosistemas de manglar en Honduras, permitiendo la generación de resultados de mayor precisión con un error de muestreo de 26.7%, tomando en cuenta que en los ciclos anteriores se contaba con muy pocas UM en los manglares lo que generaba un error de muestreo superior al 200% e impedía generar reportes confiables a nivel nacional.

La mayor parte de las regiones costeras de Honduras donde este colectaron los datos para esta obra, dependen en gran medida de los beneficios directos e indirectos obtenidos de los ecosistemas de manglar, especialmente por actividades cotidianas como el consumo de alimentos, transporte, extracción de leña, materiales de construcción, la pesca comercial, usos medicinales, turismo, entre otros.

Existe un alto grado de responsabilidad por parte de las comunidades costeras en cuanto a la conservación y manejo adecuado de los recursos existentes en los ecosistemas de manglar, de manera que las alteraciones identificadas fueron de leves a moderadas. Sin embargo, las alteraciones registradas de carácter severo son generadas en gran medida por iniciativas empresariales ajenas a las poblaciones costeras.

Los manglares del país impactan de manera positiva los procesos naturales del entorno, desde su asociación con otras especies de flora, hasta su influencia en las diferentes etapas de vida de la fauna acuática (peces, moluscos, crustáceos, etc.) y terrestre (aves, mamíferos, reptiles, anfibios, etc.). Así la conservación de los manglares tiene un efecto directo en la dinámica natural de cada una de las especies que habita el ecosistema de manglar.

La masa boscosa en términos generales presenta un buen estado fitosanitario, la estructura arbórea de las regiones evaluadas presentan porcentajes de sanidad de un 79.7% en Islas de la Bahía, un 88.0% en el Atlántico, un 82.6% en La Mosquitia y un 92.4% en la región del Pacífico.

Entre las diferentes variables evaluadas el volumen maderable a nivel de hectárea presenta diferencias significativas en las cuatro regiones. Para el caso del Atlántico los valores son muy superiores alcanzando 241.0 m³/ha, seguido de La Mosquitia con 161.0 m³/ha, después por el Pacífico con 94.6 m³/ha y los más bajos se encuentra la región de Islas de la Bahía con 77.7 m³/ha.

El desarrollo de una metodología de muestreo piloto permitió estimar los contenidos de carbono almacenado en el suelo a nivel nacional, obteniendo un promedio de 380.5 tC/ha para la región de Islas de la Bahía, 247.9 tC/ha en el Atlántico, 436.8 tC/ha en La Mosquitia y 260.2 tC/ha para la región del Pacífico. En general se estima que del total del carbono en los ecosistemas de manglar, el 80.3% se encuentra almacenado en suelo.

A nivel de carbono total (aéreo, subterráneo, necromasa, hojarasca y suelo) se estima que las regiones evaluadas presentan valores promedios equivalentes a 417.7 tC/ha en Islas de la Bahía, de 406.6 tC/ha en el Atlántico, de 561.7 tC/ha en La Mosquitia y 312.7 tC/ha en la Región del Pacífico. El promedio nacional fue de 346.6 tC/ha.

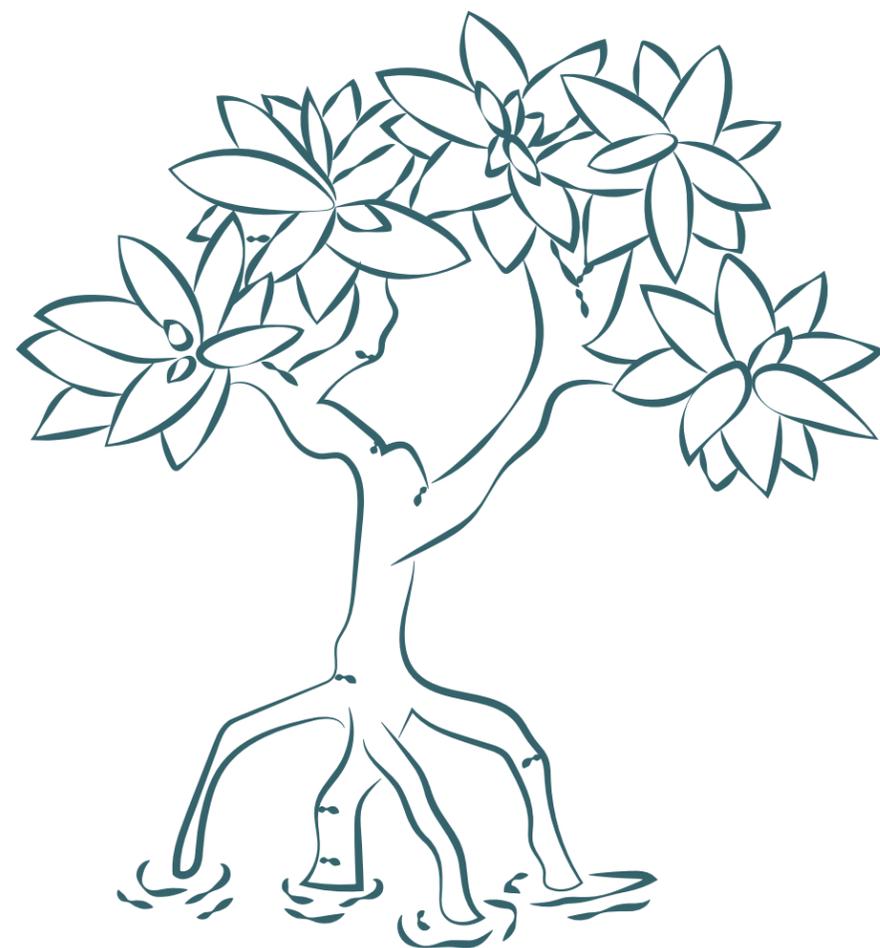
En cuanto a las absorciones de CO₂ se estimaron valores promedios de 1,532.9 tCO₂/ha en Islas de la Bahía, 1,492.2 tCO₂/ha en el Atlántico, 2,061.5 tCO₂/ha en La Mosquitia y 1,147.8 tCO₂/ha en la región del Pacífico. El promedio nacional fue de 1,272.1 tCO₂/ha.

Entre las diferentes amenazas que presentan los manglares del país, sin duda la de mayor impacto es la deforestación, registrando en el período 2000-2018 un total de 1,224.4 ha y un promedio anual de 64.0 ha de pérdidas de manglar. El mayor porcentaje se localizó en la región del Pacífico y fue equivalente al 95.2%. El resto del porcentaje se distribuyó casi de manera uniforme en las otras tres regiones evaluadas.

La superficie de deforestación anual en los manglares del país presentó un promedio de emisiones de 104,392.0 tCO₂/año, tomando en consideración los contenidos de carbono almacenados en cada uno de los depósitos evaluados. La región del Pacífico registró las mayores emisiones de CO₂ equivalentes a 99,333.4 tCO₂/año.

Considerando el grado de precisión de los resultados generados en esta obra, éstos podrán ser incluidos en los reportes de país, en atención al cumplimiento de compromisos internacionales. En años anteriores los reportes fueron realizado con cifras regionales a nivel Centroamérica, sin embargo, con los presentes resultados se contará con la información actualizada y representativa de todas las regiones de manglar en el país.

La distribución balanceada de las muestras de campo permitió la estimación de la distribución de los contenidos de carbono dentro de los rangos razonables de precisión, por lo que se cuenta con información geográfica en archivos ráster y vectorial (shapefile) sobre las diferentes concentraciones de carbono total en todas las superficies de mangle del país, que será de utilidad para análisis puntuales.



RECOMENDACIONES

Es necesaria la generación de estudios integrales que permitan cuantificar la mayoría de los bienes y servicios ecosistémicos de los manglares, considerando la importancia económica, social y cultural que éstos representan para las comunidades costeras que en ellos habitan.

Es recomendable gestionar el aumento del número de unidades de muestreo en los ecosistemas de manglar para futuros INF, particularmente en los manglares de la región del Atlántico. Esto aumentaría la certeza en los resultados reportados y disminuirían el error de muestreo. Se requiere, además, la inclusión de variables que logren cuantificar o calificar el aporte de los ecosistemas de manglar al ámbito socioeconómico de las comunidades aledañas.

Se deberá realizar un proceso de socialización y divulgación de los resultados de la presente obra con los sectores públicos, privados, academia, no gubernamentales, cooperación externa y con los actores locales, para dar a conocer la situación actual de los ecosistemas de manglar en el país y por región evaluada.

Será necesario hacer injerencia con las autoridades ambientales y forestales sobre las amenazas que enfrenta los manglares, especialmente su deforestación, cuya afectación no solamente es percibida a nivel de ecosistema sino también sobre las poblaciones costeras.

Si bien es cierto que en términos generales los manglares presentan un buen estado fitosanitario con altos porcentajes de sanidad, es necesario prestar atención al porcentaje que presenta afectaciones, especialmente por plagas de insectos y plantas parásitas, estas últimas son causa de muerte de pequeñas franjas de mangle rojo en la zona sur del país.

Con la generación de nuevos estudios en años futuros se podrá hacer evaluaciones de todos los criterios, indicadores y variables que se evalúan a través del INF, generando tendencias y proyecciones de cada variable para cuantificar la aplicabilidad de la Ordenación Forestal Sostenible en los ecosistemas de manglar del país, por lo que se alienta a desarrollar futuras remediciones a las UM establecidas.

BIBLIOGRAFÍAS

- AFE-COHDEFOR. (2005). Manual para el levantamiento de campo para la ENF. Asociación Forestal del Estado, Corporación Hondureña de Desarrollo Forestal, Tegucigalpa, Honduras.
- AFE-COHDEFOR. (2006). Informe de Resultados del Inventario de Bosque y Arboles 2005-2006. Asociación Forestal del Estado, Corporación Hondureña de Desarrollo Forestal, Tegucigalpa, Honduras.
- Alongi, D. M. (2002). Estado actual y futuro del manglar mundial. Conservación del medio ambiente.
- Amador Lorenzo, E. L. (2010). Portal EcuRed. Obtenido de <https://www.ecured.cu/index.php?title=EcuRed:Supervisores&action=edit>
- Banco Mundial. (17 de Enero de 2019). Plataforma Banco Mundial. Obtenido de <https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2019/01/17/cinco-razones-para-cuidar-los-manglares>
- BIOPEDEIA. (2012). BIOPEDEIA. Recuperado el 07 de Mayo de 2020, de BIOPEDEIA: Biodiversidad, biomas y más. Enciclopedia ilustrada de la vida en la Tierra: <https://www.biopedia.com/manglares/>
- Calderón, A., & Scott, C. (2017). Sistema de Inventarios Nacionales "Silva Metricus". Manual de Usuario, Servicio Forestal de los Estados Unidos- Programas Internacionales (USDA/FP-IP), Siguetepeque, Comayagua.
- Carrasco, J. C., & Caviedes, V. (2014). Diagnóstico de los Ecosistemas Marino - Costeros y de Agua Dulce de Honduras. Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre, Proyecto USAID ProParque.
- Carrasco, J. C., & Flores, R. (2009). Inventario Nacional de Humedales de la República de Honduras. Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente/Dirección de Biodiversidad, Proyecto Manejo Integrado de Recursos Ambientales (USAID/MIRA), Tegucigalpa, M.D.C.
- CATIE. (2003). Árboles de Centroamérica. Un manual para extensionista. Turrialba, Costa Rica.
- CCAD. (2002). El Corredor Biológico Mesoamericano. Una plataforma para el desarrollo sostenible regional. Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo, Proyecto Para La Consolidación Del Corredor Biológico Mesoamericano, Managua, Nicaragua.
- Centro de Recursos de ArcGis. (2015). Análisis geoestadístico utilizando la herramienta IDW. En línea disponible. <http://resources.arcgis.com/es/help/main/10.1/index.html/>.
- Chmura, G. L., Anisfeld, S. C., Cahoon, D. R., & Lynch, J. C. (2003). Secuestro global de carbono en mareas, suelos de humedales salinos. *Global biogeochemical cycles*, 17(11).
- CONABIO. (2008). Los Manglares: Conocimiento e Importancia. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D.F.
- CONABIO. (2009). Manglares de México: Extensión y Distribución. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Mexico D.F. Recuperado el 15 de Junio de 2019
- CONABIO. (2013). Corredor Biológico Mesoamericano en México. Boletín Bimestral Biodiversitas No 11, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México D.F.
- CONABIO. (2013). Manglares de México. Extensión, Distribución y Monitoreo. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D.F.
- CONABIO-CONANP. (2009). Mangle. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad/ Comisión Nacional de, México, D.F.
- Davidson, N. C., & Finlayson, C. M. (2018). Extensión, distribución regional y cambios en el área de diferentes clases de humedales. *Investigación marina y de agua dulce* (en prensa).
- Davidson, N. C., Fluet-Chouinard, E., & Finlayson, C. M. (2018). Extensión global y distribución de humedales: tendencias y problemas. *Marine Freshwater Research*, 69(4). Obtenido de <https://doi.org/10.1071/MF17019>
- Duarte, C., Middelburg, J., & Caraco, N. (2005). Papel principal de la vegetación marina en el ciclo del carbono oceánico. *Biogeosciences*, 1-8.
- Duggan, J. (16 de Mayo de 2016). Flickr. Obtenido de Flickr Photos: <https://www.flickr.com/photos/126765045@N07/49642514473/in/photolist-2iCNXWi-2iCJS2X-2iCGpoR-rgtGfd-doetmK-2iCJS1V-2iCGpni-2iCK59k-2hMzCpm-2hMzCpG-2hMx2w1-2hMAJRd-2hMx2nP-2hMzCfd-SayDNj-4N9FGN-24tXUkp-4N5cJf-Ca4wDw-rgAyAx-CEsgUC-2eGaCSx-4N11vt-doetiZ-BYWW>
- ESRI. (2016). Plataforma ESRI. Recuperado el 2020 de 06 de 30, de <https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/tools/spatial-analyst-toolbox/how-idw-works.htm#:~:text=La%20interpolaci%C3%B3n%20mediante%20distancia%20inversa,funci%C3%B3n%20de%20la%20distancia%20inversa>.
- FAO. (1998). FRA 2000, Terminos y Definiciones, Programa de Evaluación de Recursos Forestales. Técnico, FAO, Departamentos de Montes, Roma, Italia.
- FAO. (2005). Evaluación de Recursos Forestales Mundiales 2005/Estudio Temático Sobre Manglares. Perfil Nacional de Honduras, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Dirección de Recursos Forestales/Departamento de Montes, Roma, Italia. Recuperado el 10 de Junio de 2019
- FAO. (19 de Mayo de 2005). FAO ORG. Obtenido de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura: <http://www.fao.org/forestry/mangrove/statistics/13547/es/>
- FAO. (2007). Los manglares del mundo 1980–2005. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Roma, Italia.
- FAO. (2015). FRA 2015 y la Situación del Sector Forestal. Nota de la Secretaría, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Roma, Italia. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-az863s.pdf>
- FAO. (2020). Terminos y definiciones. FRA 2020. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Departamento Forestal, Roma, Italia.
- FAPVS, CODDEFFAGOLF, & EcoPesca. (2014). Aprendamos sobre el bosque de mangle en el Golfo de Fonseca. Cartilla Versión Popular, Fondo para el Manejo de las Áreas Protegidas y Vida Silvestre, Proyecto EcoPesca, Comité para la Defensa y Desarrollo de la Flora y Fauna del Golfo de Fonseca.
- Giri, C. (2012). Mapa mundial de distribución de manglares.
- Giri, C., Ochieng, E., Tieszen, L. L., Zhu, Z., Singh, A., Loveland, T., . . . Duke, N. (2010). Estado y distribución de los bosques de manglares usando los datos de observación satelital de la Tierra.
- Herr, D., Agardy, T., Benzaken, D., Hicks, F., Howard, J., Landis, E., . . . Vegh, T. (2015). Carbono costero "azul". Una guía revisada para apoyar los programas y proyectos de humedales costeros utilizando financiamiento climático y otros mecanismos financieros. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), Gland, Suiza.
- Hong, W. (2013). Naturalista. Obtenido de Red iNaturalista: <https://www.naturalista.mx/photos/557427>
- Hutchison, J., Manica, A., Swetnam, R., Balmford, A., & Spalding, M. (20 de Septiembre de 2013). Predicción de patrones globales en la biomasa de manglares. (R. Naidoo, Ed.) *Conservation Letters*, 233, 234, 237.

- ICF. (2011). Áreas Marinas y Costeras del Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Honduras. Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre, Departamento de Áreas Protegidas, Tegucigalpa, Honduras.
- ICF. (2014). *Geoportal ICF*. Recuperado el 2018 de Febrero de 20, de Geoportal de la IDE del Sector Forestal: <http://www.geoportal.icf.gob.hn/>
- ICF. (2014). *Manual de campo para el establecimiento de las unidades de muestreo y parcelas 2014-2015*. Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre, Tegucigalpa, Honduras.
- ICF. (2016). *Procedimientos de Cálculos en la Base de datos INF de Honduras*. Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre, Tegucigalpa, Honduras.
- ICF. (2017). *Manual para la colecta de datos de campo para el Inventario Nacional Forestal de Honduras*. Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre., Departamento de Manejo y Desarrollo Forestal, Tegucigalpa. Recuperado el 08 de 06 de 2018
- ICF. (2017). *Resultados de la Evaluación Nacional Forestal de Honduras*. Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre, Tegucigalpa, Honduras.
- ICF. (2019). *Geoportal ICF*. Obtenido de Geoportal de la IDE del Sector Forestal: <http://www.geoportal.icf.gob.hn/>
- IPCC. (2013). *Suplemento de las directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero*. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático.
- ITTO. (2017). Afianzando el terreno para los manglares. (R. Carillo, Ed.) *Actualidad Forestal Tropical*, 26(3), 1,2,3. Obtenido de <https://www.itto.int/es/tfu/id=5288>
- ITTO. (2017). Conferencia Internacional sobre la Sustentabilidad de los Ecosistemas de Manglar. En O. I. Tropicales (Ed.), *Informe de la Conferencia*. Bali, Indonesia. Obtenido de <https://www.itto.int/mangrove2017/>
- Jiménez, Q., & Murillo, F. (4 de Abril de 2011). *Portal CRBio*. Obtenido de Portal Biodiversidad de Costa Rica: <http://www.crbio.cr:8080/neoportal-web/species/Pelliciera%20rhizophorae>
- Kauffman, J. B., Donato, D. C., & Adame, M. F. (2013). *Protocolo para la medición, monitoreo y reporte de la estructura, biomasa y reservas de carbono de los manglares*. Documento de trabajo 117, Centro de Investigaciones Forestales Internacionales (CIFOR), Bogor, Indonesia.
- MAP, & CORALINA. (2001). *Los maravillosos manglares de Guatemala*. Mangrove Action Project, Corporación para el Desarrollo Sostenible del Archipiélago de San Andres, Providencia y Santa Catalina. Obtenido de <https://dcanature.org/wp-content/uploads/2012/08/Los-Maravillosos-Manglares-Guatemala.pdf>
- Maya Duque, A., Lago Cruz, N., & Barquero, J. C. (06 de Junio de 2008). *Manglares Colombianos*. Obtenido de <http://manglrecolombianos.blogspot.com/2008/06/manglares-colombianos.html>
- Mejía Quiñones, L. M., Molina, J. M., San Juan Muñoz, A., Grijalba Bendeck, L. M., & Niño Martínez, L. M. (2014). *Bosque de Manglar: Un ecosistema que debemos cuidar*. Universidad Jorge Tadeo Lozano, Instituto Colombiano de Desarrollo Rural, Cartagena de Indias.
- Mi Herbario. (2 de Octubre de 2017). *Jessica's Hervario*. Obtenido de <https://mi-herbario.blogspot.com/2017/10/avicennia-bicolor-mangle.html>
- MiAmbiente. (2017). *Política Nacional de Humedales de Honduras 2018-2038*. Ministerio de Energía, Recursos Naturales, Ambiente y Minas, Dirección General de Biodiversidad, Comité Técnico Nacional de Humedales, Tegucigalpa.
- MiAMBIENTE, ARAP, PNUD, CI, & Wetlands. (2018). *Los Manglares y el Cambio Climático*. Ministerio de Ambiente de Panamá, PNUD, Conservación Internacional, Wetlands Internacional, Autoridad de los Recursos Acuáticos de Panamá, Chiriquí, Panamá. Obtenido de <https://lac.wetlands.org/publicacion/exposicion-los-manglares-cambio-climatico/>
- MiAmbiente+. (2017). *Estrategia Nacional de Diversidad Biológica y Plan de Acción 2018-2022*. Secretaría de Energía, Recursos Naturales, Ambiente y Minas, Dirección General de Biodiversidad, Tegucigalpa, Honduras.
- MiAmbiente+. (2017). *Política Nacional de Humedales de Honduras 2018-2038*. Ministerio de Energía, Recursos Naturales, Ambiente y Minas, Dirección General de Biodiversidad, Comité Técnico Nacional de Humedales, Tegucigalpa.
- MiAmbiente+/CIAT. (2017). *Agua de Honduras*. Recuperado el 2019 de Septiembre de 06, de Plataforma Agua de Honduras: <https://aguadehonduras.gob.hn/>
- Moren-Casasola, Patricia; Infante Mata, Dulce María. (2016). *Conociendo los manglares, las selvas inundables y los humedales herbáceos*. (C. I. CONAFOR, Ed.) México, D.F. Obtenido de http://www.inecol.mx/inecol/libros/Conociendo_los_manglares,_las_selvas_inundables_y_los_humedales_herbaceos.pdf
- Murray, B. C., Pendleton, L., & Sifleet, S. (2011). *Estado de la ciencia sobre el carbono azul costero: un resumen para los responsables políticos*. Instituto Nicholas para Soluciones de Política Ambiental.
- Nelson, C. H., & Pérez, H. I. (2018). *Descubrimiento de la Familia Tetrameristaceae en Honduras*. Universidad Nacional Autónoma de Honduras, Departamento de Biología, La Ceiba.
- Núñez Ravelo, F., & Ugas Pérez, M. (2018). *Caracterización fisionómica del manglar de Avicennia germinans y Conocarpus erectus emplazado en la Laguna de Unare, Venezuela*. Universidad Central de Venezuela, Unare, Venezuela. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=72156172015>
- Pendleton, L., Donato, D. C., Murray, B. C., Crooks, S., Jenkins, W. A., & Sifleet, S. (2012). Estimación de las emisiones globales de "carbono azul" de. *PLoS One*, 7.
- Pérez, R. (Junio de 2014). *Portal STRI Symbiota*. Obtenido de Smithsonian Tropical Research Institute: <https://stricollections.org/portal/taxa/index.php?taxon=62154>
- Picard, N., Saint-André, L., & Henry, M. (2012). *Manual de construcción de ecuaciones alométricas para estimar el volumen y la biomasa de los árboles*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement, Montpellier Cedex, France & Roma, Italia.
- PNUD. (24 de Julio de 2019). *PNUD Honduras*. Obtenido de Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo/Honduras: <https://www.hn.undp.org/content/honduras/es/home/stories/levando-vida-de-mar-abierto-hacia-tierra-firme.html>
- PNUMA. (25 de Julio de 2017). *Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente*. Obtenido de <https://www.unenvironment.org/es/node/609>
- PNUMA. (28 de Noviembre de 2019). *Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente*. Recuperado el 10 de Mayo de 2020, de ONU Programa para el Medio Ambiente: <https://www.unenvironment.org/es/noticias-y-reportajes/reportajes/manglares-una-super-solucion-contr-el-cambio-climatico>
- PNUMA-WCMC. (2014). *La Importancia de los Manglares para las Personas: Un Llamado a la Acción*. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Centro Mundial de Monitoreo de la Conservación, Cambridge.
- Prahl, H. v. (Noviembre de 1990). *Villegas Editores - Escena Villegas*. (C. U. Benjamín Villegas, Ed.) Obtenido de <https://villegaseditores.com/manglares-creditos#titulo>
- Rodríguez, H. (07 de Octubre de 2016). *National Geographic España*. Obtenido de National Geographic España: https://www.nationalgeographic.com.es/mundo-ng/actualidad/humedales-del-mundo-vistos-desde-el-espacio_10101/2
- Russi, D., Brink, P. T., Farmer, A., Badura, T., Coates, D., & et al. (2013). *La economía de los ecosistemas y la biodiversidad para el agua y los humedales*. Secretaría de la Convención de Ramsar, Instituto de Política Ambiental Europea, Londres y Bruselas, Gland, Suiza.

Sánchez-Páez, H. (2004). Diagnóstico y zonificación preliminar de los manglares del caribe de Colombia. Ministerio del Medio Ambiente, Bogotá.

Secretaría de la Convención de Ramsar. (2006). Manual de la Convención de Ramsar: Guía a la Convención sobre los Humedales (Cuarta ed.). Gland, Suiza.

Secretaría de la Convención de Ramsar. (2018). Perspectiva mundial sobre los humedales: Estado de los humedales del mundo y sus servicios a las personas. Secretaría de la Convención de Ramsar, Gland, Suiza.

Secretaría de la Convención de Ramsar. (28 de Febrero de 2020). Plataforma Secretaría de la Convención de Ramsar. Obtenido de Ramsar Org.: <https://www.ramsar.org/es/nuevas/honduras-designa-al-sistema-de-humedal-laguna-de-alvarado-como-su-onceavo-humedal-de>

SERNA. (2001). Estrategia Nacional de Biodiversidad. Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente, Tegucigalpa, Honduras.

Spalding, M., Kainuma, M., & Collins, L. (2010). Atlas mundial de los manglares. The Nature Conservancy (TNC), OIMT, FAO, ISME, PNUMA, UNESCO-MAP, UNU-INWEH, UNEP-WCMC.

Thomas, S. (15 de Junio de 2009). Wikimedia Commons. Obtenido de https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Rhizophora_mangle_flowers.JPG

UI, COI-UNESCO, & UICN. (2014). Carbono Azul: Métodos para evaluar las existencias y los factores de emisión de carbono en manglares, marismas y pastos marinos. Conservación Internacional, Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI) de la UNESCO, Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.

UICN. (21 de Febrero de 2017). Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. Obtenido de <https://www.iucn.org/es/node/27925>

UICN. (2017). Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). Obtenido de Proyecto "De la Cuenca a la Costa": Mejoramiento de Cuencas Costeras y Medios de Vida: www.uicn.org

Venemedia Comunicaciones. (2015). Definiciones XYZ. Obtenido de Definición XYZ. Venemedia Comunicaciones C.A.: <https://www.definicion.xyz/2018/07/manglares.html>

WRM. (2014). "Carbono Azul" y "REDD Azul": transformando los territorios marino-costeros en mercadería. World Rainforest Movement, Montevideo, Uruguay.

WWF. (2018). WWF Org. Recuperado el 07 de Mayo de 2020, de Word Wildlife Fund: <https://www.worldwildlife.org/magazine/issues/summer-2018/articles/saving-mangroves>

Yáñez-Arancibia, A., & Lara-Domínguez, A. L. (2008). Ecosistemas de Manglar de América Tropical (Segunda ed.). (E. Sáinz-Hernández, Ed.) Xalapa, Veracruz, México: Editions A. Exbrayat, Fort-de-France Martinique.

Yáñez-Arancibia, A., Day, J. W., Twilley, R. R., & Day, R. H. (2014). Manglares: ecosistema centinela frente al cambio climático, Golfo de México. Madera y Bosques, 20, 40,41.

Anexo 1. Criterios, Indicadores y Variables del Proceso Centroamericano Lepaterique

CRITERIO	INDICADOR	VARIABLES	VERIFICADORES
1. Cobertura forestal y áreas fuera de bosque. (Evaluación de la dinámica de la frontera agrícola)	Diagnóstico de la cobertura forestal y otras áreas productivas influyentes	• Superficie total del país	Dato oficial del país o de Naciones Unidas
		• Superficie de bosque	Imágenes de satélite y mapas de uso/cobertura Inventario Nacional Forestal
		• Superficies de áreas fuera de bosque	Imágenes de satélite y mapas de uso/cobertura
		• Superficie por clase de bosque	Imágenes de satélite y mapas de uso/cobertura
		• Superficie por clase de producción en áreas fuera de bosque	Fotografía aérea Inventario Nacional Forestal
		• Superficie de tierras en abandono productivo	Inventario Nacional Forestal
		• Tasa de reconversión del bosque a otros usos del suelo	Análisis multi-temporal con imágenes satelitales Inventario Nacional Forestal
		• Tasa de reconversión de otros usos de suelos a bosques	Inventario Nacional Forestal
		• Fragmentación de los bosques	Imágenes de satélite y mapas de uso/cobertura Fotografía aérea Inventario Nacional Forestal
		Cambios en el ordenamiento de bosques	
• Superficie según capacidad de uso (Superficie de terrenos con vocación forestal)	Inventario Nacional Forestal Mapas: suelos, cuencas, ríos. Modelo de elevación digital		
Cambios sobre la tenencia de la tierra.		• Superficie según conflicto de uso.	Evaluación de potencial del sector forestal para la mitigación de cambios climáticos
		• Superficie de bosque según tenencia de la tierra	Inventario Nacional Forestal Catastro nacional INA.
		• Tasa de cambio en el estado de la tenencia de la tierra	Inventario Nacional Forestal Patrimonio Forestal Nacional Inalienable Registros del INA

2. Sanidad y vitalidad de los bosques y ecosistemas no arbóreos. (Evaluación del manejo sostenible de bosques naturales)	Regeneración y cambios en la composición y estructura de los bosques	Superficie según estados sucesionales de los bosques	Inventario Nacional Forestal
		Volumen total de todas las especies por clase de bosque	Inventario Nacional Forestal
		Distribución de frecuencias por clases diamétricas	Inventario Nacional Forestal
		Distribución de frecuencias por estructura vertical de vuelo	Inventario Nacional Forestal
		Cobertura de copas	Inventario Nacional Forestal
	Estado de ecosistemas naturales no forestales	Tipo de cobertura	Inventario Nacional Forestal
		Cobertura arbustiva	Inventario Nacional Forestal
	Perturbaciones	Superficies de bosque, clases de bosque y áreas fuera de bosque afectados por diferentes agentes naturales	Inventario Nacional Forestal
		Superficies de bosque y tipos de bosque afectados por causas antropogénicas	Inventario Nacional Forestal
		Magnitud del daño por causas naturales o antropogénicas según áreas.	Inventario Nacional Forestal
	Incendios forestales	Superficie de bosque, clases de bosque y áreas fuera de bosque incendiadas	Inventario Nacional Forestal Registros ICF Registros municipales
		Porcentaje de tipos de incendios	Inventario Nacional Forestal Registros ICF
	Manejo forestal de madera comercial (Evaluación del aprovechamiento forestal)	Superficie de bosque bajo manejo dentro y fuera de áreas protegidas	Mapa de áreas protegidas Mapa de áreas bajo manejo forestal del Estado Inventario Nacional Forestal
	Manejo de madera no comercial, leña, carbón y resinas	Existencia de plan de manejo para extracción de productos maderables	Planes de manejo Inventario Nacional Forestal
Manejo de productos forestales no maderables	Existencia de plan de manejo para extracción de productos no maderables	Planes de manejo Inventario Nacional Forestal	

3. Funciones productivas de los ecosistemas forestales. (Evaluación de fortalecimiento de la productividad forestal)	Existencias de volumen comercial de madera EN PIE	Volumen comercial de madera en pie de todas las especies que se comercializan actualmente por tipo de bosque	Inventario Nacional Forestal	
		Volumen de madera en pie del total de especies con potencial comercial	Inventario Nacional Forestal	
		Volumen de madera en pie de cada una de las especies comerciales y potenciales	Inventario Nacional Forestal Planes de manejo	
		Volumen de madera en pie, de especies maderables para uso doméstico	Registro de licencias no comerciales. Inventario Nacional Forestal Municipalidades	
		Volumen aprovechable para leña, carbón y resina por tipo de bosque	Inventario Nacional Forestal	
	Existencias de volumen para leña, carbón y resina	Producción de los bosques bajo manejo en relación con la capacidad producción forestal nacional	Agotamiento de los bosques (tocones) en relación con la producción forestal	Inventario Nacional Forestal Registros ICF
			Crecimiento y rendimiento de especies y masas forestales	Parcelas de muestreo permanente de IC Inventario Nacional Forestal
		Cambios en la extensión de plantaciones forestales y sistemas agroforestales	Superficie de plantaciones por especies o grupos de especies	Registros ICF Inventario Nacional Forestal UMAS (Autoridad municipal)
			Superficie de áreas de recursos arbóreos fuera de bosque con manejo (sistemas agroforestales)	Inventario Nacional Forestal Inventario de productores de café (IHCAFE)
			Superficie con áreas de recursos arbóreos fuera de bosque sin manejo (áreas agroforestales)	Inventario Nacional Forestal Catastro Censo (INE)
Cambios en la existencia de volumen en plantaciones y	Volumen total y comercial de plantaciones forestales categorizado biofísicamente	Inventario específico de plantaciones certificadas y no certificadas		
	Volumen total y comercial de todas las especies por clase de área fuera de bosque	Inventario Nacional Forestal		

5. Contribución de los ecosistemas forestales a los servicios ambientales. (Evaluación de integración de servicios ambientales al MFS)	Manejo de bosques con fines de recreación y turismo	Número y superficie de bosques públicos y privados con fines recreativos y de turismo con plan de manejo	Inventario Nacional Forestal Planes de manejo de áreas protegidas públicas y privadas
		Superficie potencial de bosque y áreas fuera de bosque públicos y privados con fines recreativos y turismo	Inventario Nacional Forestal
	Manejo de bosques con fines educativos y científicos	Número y superficie de bosques públicos o privados con fines educativos con plan manejo	Inventario Nacional Forestal
		Superficie potencial de bosque y áreas fuera de bosque, públicos o privados, con fines educativos y científicos	Inventario Nacional Forestal
	Manejo de bosques con fines religiosos y culturales	Número y superficie de bosques públicos o privados con fines religiosos y culturales	Inventario Nacional Forestal
		Superficie potencial de bosque y áreas fuera de bosque, públicos o privados, con fines religiosos y culturales	Inventario Nacional Forestal
	Manejo de bosques con fines de producción de agua	Número y superficie de cuencas o microcuencas aplicando plan de manejo	Planes de manejo de cuencas hidrográficas
			Mapa de cuencas hidrográficas
			Registros ICF
		Declaratoria de microcuencas	
Superficie de bosques con fines de producción de agua con plan de manejo	Inventario Nacional Forestal		
	Mapa forestal		
Superficie de bosque con potencial de conservación de suelos y agua	Inventario Nacional Forestal		
Manejo de bosques con fines de conservación de suelos	Relación entre uso actual de la tierra en zonas con pendientes mayores de 60%	Inventario Nacional Forestal	
		Mapas de riesgo a inundaciones y deslizamientos	
Registros de inundaciones y deslizamientos			
Potencial de almacenamiento de carbono en ecosistemas forestales	Estimación de biomasa en ecosistemas forestales y agroforestales en función del secuestro y almacenamiento de carbono	Inventario Nacional Forestal	

6. Diversidad biológica de los ecosistemas forestales. (Evaluación de la conservación de la biodiversidad en los ecosistemas forestales)	Representatividad de los ecosistemas forestales en las áreas protegidas	Superficie de tipos de bosque en las diferentes categorías de manejo en las áreas protegidas	Mapa de áreas protegidas
			Planes de manejo de áreas protegidas
			Mapa de cobertura forestal y de uso de suelo
			Inventario Nacional Forestal
		Superficie y longitud de corredores biológicos en los diferentes ecosistemas forestales	Mapa de corredores biológicos
			Planes de manejo
			Otros estudios
			Mapa de cobertura forestal
			Inventario Nacional Forestal
	Conservación de especies	Número de especies endémicas amenazadas y en peligro de extinción	Informe nacional de CITES
			Listado de especies en peligro
		Inventario Nacional Forestal	
		Inventarios específicos	
		Listado y número de especies arbóreas del país dentro y fuera de bosques	Inventario Nacional Forestal
			Inventarios específicos
	Banco germoplasma		
	Número de especies de árboles conservadas in-situ	Herbarios	
		Jardín Botánico Lancetilla	
		Estudios florísticos	
		Número de especies de árboles conservadas ex.situ	Jardín botánico Lancetilla
			Zoológicos
Manejo de áreas protegidas	Número y superficie de áreas protegidas bajo planes de manejo, operativos o de vigilancia		Registros ICF
			Planes de manejo
			Planes operativos
			Planes de vigilancia
			Convenios de co-manejo



7. Mantenimiento y mejoramiento de los múltiples beneficios sociales, económicos y culturales de los ecosistemas forestales.	Integración a las cuentas nacionales de los productos forestales maderables, no maderables y servicios ambientales	Valoración de las existencias totales y comerciales maderables por tipo de bosque	Planes de manejo Registros ICF Inventario Nacional Forestal Banco de datos de subastas de AFE Valor de producto en el mercado (AMAHDO).
		Valor agregado por la fijación de carbono	Estudios específicos sobre biomasa Inventario Nacional Forestal
(Evaluación del aporte económico de los bosques para la sociedad)	Tipificación de propietarios y las comunidades al manejo forestal sostenible	Tipo de propietario / extractor	Entrevista INF
		Nombre de propietario o compañía	Entrevista INF



