

# Valoración de carbono almacenado en los bosques del departamento de Atlántida Honduras, Centroamérica

PROCORREDOR



Proyecto de Gestión Sostenible de los Recursos Naturales  
y Cuencas del Corredor Biológico Mesoamericano en el Atlántico Hondureño



Servimos por Naturaleza

## Créditos

El presente estudio fue elaborado en el año 2011 por la Fundación Hondureña de Ambiente y Desarrollo (Fundación VIDA). Concretamente, el documento muestra datos sobre la cantidad de carbono almacenado en los bosques del Departamento de Atlántida, Honduras. Cabe mencionar que la metodología utilizada para el estudio se encuentra aprobada a nivel mundial por el Panel Intergubernamental de Expertos en Cambio Climático (IPCC).

### Publicado por:

Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente (SERNA) – PROCORREDOR con el apoyo técnico y financiero de la Unión Europea.



PROCORREDOR



Proyecto de Gestión Sostenible de los Recursos Naturales  
y Cuencas del Corredor Biológico Mesoamericano en el Atlántico Hondureño

### Producción:

Fundación Hondureña de Ambiente y Desarrollo – Vida Contrato de SER -01-2008



### Proyecto de Gestión Sostenible de Recursos Naturales y Cuencas del Corredor Biológico Mesoamericano en el Atlántico Hondureño (PROCORREDOR)

### Valoración de carbono almacenado en los bosques del departamento de Atlántida Honduras, Centroamérica

#### Elaboración Técnica

M.Sc. Enrique Alvarado Irías (Especialista en Socioeconomía Ambiental)

M.Sc. Jorge Cárcamo (Especialista en Manejo Integrado de Cuencas)

#### Supervisión Técnica

M.Sc. Isaac Ferrera (Director Fundación VIDA)

#### Edición técnica y de estilo

M.Sc. Enrique Alvarado Irías (Especialista en Socioeconomía Ambiental)

#### FUNDACIÓN VIDA

Tegucigalpa, M.DC., Francisco Morazán, 5 de mayo del 2011

## Contenido

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>5</b>
1.1 Antecedentes .....	5
1.2 Objetivos del estudio .....	5
1.2.1 Objetivo general .....	5
1.2.2 Objetivos específicos .....	6
<b>2. MARCO CONCEPTUAL.....</b>	<b>7</b>
2.1 Bienes y servicios ambientales .....	7
2.1.1 Servicios ambientales objeto de pago o compensación.....	7
2.2 Servicio ambiental de almacenamiento de carbono .....	7
2.2.1 Ciclo de carbono.....	7
2.3 Mecanismos financieros y servicios ambientales.....	8
2.4 Mercados para el carbono.....	8
2.4.1 Proyectos para los mercados voluntarios.....	9
<b>3. METODOLOGÍA PROPUESTA .....</b>	<b>10</b>
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>11</b>
4.1 Identificación de zonas de vida .....	11
4.2 Uso actual del suelo .....	12
4.3 Estimación del carbono almacenado.....	15
4.4 Créditos de carbono .....	17
<b>5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>19</b>
<b>6. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>21</b>

## SIGLAS Y ABREVIACIONES

ALIDES	Alianza Centroamericana para el Desarrollo Sostenible
AMUPROLAGO	Asociación de Municipios del Lago de Yojoa y su área de Influencia
BCIE	Banco Centroamericano de Integración Económica
CBM	Corredor Biológico Centroamericano
CC	Código Civil
CCAD	Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo
CCo	Código de Comercio
CERs	Certificados de Reducción de Emisiones
CIAMA	Conferencia Internacional sobre el Agua y el Medio Ambiente
CONABISAH	Comité Nacional de Bienes y Servicios Ambientales de Honduras
CONASA	Consejo Nacional de Agua Potable y Saneamiento
CONOT	Consejo Nacional de Ordenamiento Territorial
CT	Código Tributario
DEFOMIN	Dirección Ejecutiva para el Fomento de la Minería
DINADERS	Dirección Nacional de Desarrollo Rural Sostenible
DIGEPESCA	Dirección General de Pesca
ENEE	Empresa Nacional de Energía Eléctrica
ESNACIFOR	Escuela Nacional de Ciencias Forestales
FIDA	Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola
ICF	Instituto Nacional De Conservación Y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre
IHAH	Instituto Hondureño de Antropología e Historia
IHT	Instituto Hondureño de Turismo
LDRS	Ley para el Desarrollo Rural Sostenible
LFAPVS	Ley Forestal, Aéreas Protegidas y Vida Silvestre
LHC	Ley de Hidrocarburos
LGA	Ley General del Ambiente
LGAg	Ley General de Aguas
LGAP	Ley General de la Administración Pública
LGM	Ley General de Minería
LIHT	Ley del Instituto Hondureño de Turismo
LIT	Ley de Incentivos al Turismo
LM	Ley de Municipalidades

# 1 Introducción

El presente estudio “Valoración de Carbono Almacenado en los Bosques del Departamento de Atlántida, Honduras, Centroamérica”, se encuentra escrito en un lenguaje técnico pero sencillo; de tal forma, que pueda ser claramente comprendido por las distintas organizaciones nacionales e internacionales, investigadores, pobladores, estudiantes y otros actores clave interesados en apoyar la tarea de conservar los bienes y servicios ambientales que brindan los ecosistemas.

El documento está conformado por una breve introducción, la cual, a su vez, incluye los antecedentes sobre el tema y los objetivos del estudio. Seguidamente, se expone un pequeño marco conceptual que pone en contexto al lector sobre los principales temas que se abordan. Posteriormente, se presenta un resumen de la metodología utilizada, para que sirva de guía y efecto multiplicador entre los interesados en promover la conservación a través de la gestión de mecanismos financieros de sostenibilidad.

Además, como parte medular del documento, se presenta la sección de análisis de los resultados de la estimación de carbono en el área propuesta. Finalmente, se exponen las principales conclusiones y recomendaciones del estudio, aspectos que deben ser considerados claves para socializar el valor que tienen los bosques y como pueden contribuir a la sostenibilidad de la región. Igualmente, se presenta una sección de bibliografía que respalda científicamente la discusión y los resultados expuestos.

## 1.1 Antecedentes

Honduras es un país que debido a su posición geográfica posee una amplia diversidad de ecosistemas, los cuales proveen de bienes y servicios ambientales a la sociedad; sin embargo, estos no son adecuadamente valorados por la población en general. Aun así, la preocupación por la conservación de los bienes y servicios am-

biales ha ganado importancia en los últimos años. Concretamente, existe gran inquietud por la destrucción de los recursos naturales como el bosque, el suelo y la contaminación o pérdida de fuentes de agua, pero sobretodo por los efectos negativos del cambio climático, los cuales se deben en gran parte a las actividades antropológicas y a la consecuente generación de Gases de Efecto Invernadero (GEI).

Básicamente, la deforestación y degradación de los bosques es considerada como una de las causas más importantes de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI). Estas emisiones contribuyen aproximadamente al 20% del total de emisiones anuales, además de las pérdidas asociadas al bienestar social, a la biodiversidad, a los servicios ambientales y al patrimonio cultural.

Según Pagiola y Bosquet (2010), para confrontar este problema se están implementando esfuerzos que permitan articular sistemas de pagos para reducir las emisiones causadas por la deforestación y la degradación de los bosques en los países en vías de desarrollo. Para tal caso, en diciembre del 2007, en Bali, Indonesia; hubo una reunión de las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre Cambio Climático (CMNUCC) donde acordaron explorar políticas implementables e incentivos financieros para promover Proyectos de Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación de los Bosques (REDD) después del año 2012.

## 1.2 Objetivos del estudio

### 1.2.1 Objetivo general

Cuantificar la cantidad de carbono almacenado en los bosques naturales del Departamento de Atlántida, Honduras, a través de una metodología internacionalmente aprobada, lo cual permitirá obtener una primera aproximación del valor de los bosques de la región, facilitar el establecimiento de mecanismos financieros para su conservación y concientizar a la población.

### 1.2.2 Objetivos específicos

- Estimar la cantidad de carbono almacenado en los bosques naturales del Departamento de Atlántida, lo cual facilitará la articulación de mecanismos financieros que promuevan su conservación y la sostenibilidad de la región.
- Concientizar a las organizaciones públicas y privadas, cooperantes, gobiernos locales, investigadores, estudiantes y a la población en general, sobre el valor de los bosques y su importancia para dinamizar la economía regional en el mediano plazo.
- Brindar lineamientos para enriquecer futuros estudios y/o proyectos relacionados con el almacenamiento de carbono.

## 2. Marco conceptual

### 2.1 Bienes y servicios ambientales

La interacción entre las especies de flora y fauna de los ecosistemas, el espacio o ambiente físico (o abiótico) y la energía solar, dan origen a una serie de funciones ambientales, también llamadas funciones ecológicas o ecosistémicas. De esta interacción surgen los bienes y servicios ambientales.

Es así, que los servicios ambientales o ecosistémicos son funciones que brindan los ecosistemas, de las cuales se desprenden beneficios para la comunidad local, nacional o internacional. La transformación de una función ecológica o ecosistémica en servicio ambiental implica que dicha función genera un beneficio económico, ecológico y social. En el caso de bosques u otros ecosistemas en un buen estado de conservación, los servicios ambientales que estos generan, tienen la característica de que no se gastan ni se transforman cuando son utilizados (CCAD-PNUD/GEF, 2002). Lo que no ocurre en ecosistemas donde se desarrollan actividades productivas, porque se dan cambios en el uso del suelo o se da un uso no sostenible; en estos casos si hay cambios en la provisión de servicios ambientales.

Por otro lado, un bien ambiental es un producto de la naturaleza directamente aprovechado por el ser humano. El agua, la madera, las sustancias medicinales, son ejemplos de bienes ambientales (Nasi *et al.*, 2002).

#### 2.1.1 Servicios ambientales objeto de pago o compensación

Según Robertson y Wunder (2005), los servicios ambientales que se transan con mayor frecuencia, en escala significativa, son los asociados con los bosques tropicales y el mercado de carbono.

En primer lugar, esto se debe a que los bosques naturales, colectivamente, brindan innumerables y valiosos servicios. Segundo, el aumento de amenazas a los bosques naturales tropicales ha motivado elevadas tasas de deforestación en las dos últimas décadas, incrementando la atención en la necesidad de ensayar instrumentos innovadores para su protección.

Concretamente, existe una lista que expone con mayor claridad los servicios ambientales que poseen mayor potencial de recibir pago o compensación para su conservación:

- Carbono:
  - Captación o fijación de carbono.
  - Reducción de Emisiones de CO<sub>2</sub> por Deforestación y Degradación (REDD).
- Conservación de cuencas hidrográficas:
  - Servicios hidrológicos.
  - Conservación de suelos.
- Belleza escénica o paisajística
- Biodiversidad

### 2.2 Servicio ambiental de almacenamiento de carbono

Antes de exponer la temática en relación al presente servicio ambiental, es necesario aclarar que el carbono es el que se almacena en los árboles y plantas en general, pero al momento de la captura o liberación al ambiente se habla de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Para aclarar más este tema es necesario conocer el ciclo del carbono.

#### 2.2.1 Ciclo de carbono

El ciclo del carbono inicia cuando las plantas, mediante la fotosíntesis, hacen uso del dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) presente en la atmósfera o disuelto en el agua. Parte de este carbono pasa a los animales (que a su vez se alimentan de plantas y/o de otros animales), que lo devuelven a la atmósfera en forma de CO<sub>2</sub> mediante la respiración, como producto secundario del metabolismo (Encarta, 2006).

Otra parte del carbono se almacena en los tejidos vegetales. Las plantas leñosas absorben el CO<sub>2</sub> atmosférico al crecer, en un proceso llamado captación o fijación de carbono. La plantación de árboles y la regeneración natural de los ecosistemas boscosos remueve el CO<sub>2</sub> atmosférico a medida que la vegetación crece. Es aceptado universalmente que, alrededor del 50% del peso seco de la vegetación leñosa es carbono (IIED *et al.*, 2002).

Ahora bien, los flujos de CO<sub>2</sub> entre océanos, bosques y atmósfera ocurren naturalmente; pero cuando existe un aumento en los niveles de CO<sub>2</sub>

atmosférico, el cual forma parte de los Gases de Efecto Invernadero (GEI), se origina parte del cambio climático. Básicamente, las emisiones producto de la quema de combustibles fósiles y el cambio de uso del suelo de bosques a agricultura, entre otras acciones, alteran el balance natural de GEI, aumentando su nivel en la atmósfera y modificando la estabilidad climática. Aproximadamente, el 25% del total de las emisiones de CO<sub>2</sub> son causadas por la tala de bosques. El manejo de los suelos también es clave, estos contienen más carbono que la atmósfera. Por lo que diferentes actividades, tendrán diferentes impactos en el balance de carbono, resultando en emisiones netas y/o en fijación (IIED et. al., 2002).

### 2.3 Mecanismos financieros y servicios ambientales

El reconocimiento de la multifuncionalidad de los bosques y otros ecosistemas, al proveer bienes y servicios esenciales para la vida humana, ha originado el reto de ampliar y diversificar la base financiera para su conservación y manejo. Lo que requiere el desarrollo y aplicación de estrategias y mecanismos financieros que capten el verdadero valor de todas sus funciones, y que aseguren la distribución equitativa de costos y beneficios entre los consumidores y productores de los bienes y servicios ambientales (Izko y Cordero, 2007).

Un mecanismo financiero puede ser definido como un conjunto de elementos y dispositivos interconectados que aseguran un flujo de dinero, de origen público y/o privado, para la conservación y gestión sostenible de los ecosistemas, de manera que sea apreciada y reconocida su multifuncionalidad. Los Pago por Servicios Ambientales (PSA), son uno de los mecanismos financieros más utilizados actualmente para la conservación de los bosques y otros ecosistemas como los humedales.

La lógica de los Pago por Servicios Ambientales (PSA) o pago por servicios de los ecosistemas, se basa en que los usuarios de los servicios hacen un pago a los proveedores del mismo, para que estos conserven y/o rehabiliten los ecosistemas que brindan dichos servicios (Cordero y Kosmus, 2008).

### 2.4 Mercados para el carbono

La captura y almacenamiento de carbono puede considerarse como el servicio ambiental con mayor probabilidad de establecerse en un mercado regular y globalizado. Se trata de un servicio ambiental de interés global, cuyas transacciones, en la mayoría de los casos involucran a compradores e incluso intermediarios (brokers) internacionales.

En relación a esto, es necesario explicar que la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), firmada en 1992, es un acuerdo internacional para estabilizar las concentraciones de Gases Efecto Invernadero (GEI) en la atmósfera, a los niveles de 1990. En 1997, el Protocolo de Kyoto, adoptado por países industrializados y no industrializados (países Anexo 1 y países no Anexo 1), estableció metas vinculantes de reducción de emisiones de GEI, para los países Anexo I durante el período 2008-2012 (Neef y Henders, 2007). Básicamente, con el Protocolo se crean mercados para el carbono.

El Protocolo de Kyoto permite a los países desarrollados (o países Anexo 1) alcanzar sus metas de reducción de emisiones a través de distintos mecanismos de flexibilidad tales como: i) el Comercio de Emisiones (comercio de permisos de emisiones entre países desarrollados), ii) la Implementación Conjunta (transferencia de permisos de emisiones entre países Anexo 1 relacionadas a proyectos de reducción de emisiones específicas) y iii) el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), el único en tomar en cuenta a los países en desarrollo (IIED, et. al., 2002).

El MDL facilita que países desarrollados cumplan con una parte de sus compromisos de reducción de emisiones a través de proyectos en países en desarrollo, que reduzcan emisiones o fijen CO<sub>2</sub> atmosférico. Las únicas actividades forestales elegibles bajo el MDL son forestación y reforestación. Estas pueden realizarse en tierras degradadas. Asimismo, pueden convertirse tierras agrícolas a sistemas agroforestales y plantaciones forestales (Neef y Henders, 2007).

Un proyecto MDL forestal es un proyecto de fijación de carbono atmosférico, que debe producir beneficios reales y cuantificables contra el cam-



bio climático, adicionales a cualquier proyecto que ocurriría en ausencia del mecanismo. Está sujeto a metodologías y procedimientos específicos. Debe tener un plan de monitoreo, como base para la verificación futura, sobre la reducción de emisiones y el cumplimiento de los objetivos del proyecto (Neef, y Henders, 2007; CORDELIM, 2007).

Una de las principales debilidades del MDL son los altos costos en la fase de factibilidad y diseño, dada la complejidad de las metodologías de diseño y de los planes de monitoreo. Entre los años 2006 y 2007 se logró un gran avance en el desarrollo de metodologías para proyectos MDL forestales, teniendo actualmente diez metodologías aprobadas.

Por otro lado, el mercado voluntario de carbono, también llamado mercado abierto o paralelo, ha venido operando por más de quince años. Este también responde a acuerdos y mercados internacionales, pero no se rige bajo el Protocolo de Kyoto y su normativa. El mercado voluntario financia proyectos forestales tendientes a:

- Fijar de carbono atmosférico mediante el establecimiento de plantaciones forestales, sistemas agroforestales y la regeneración de bosques naturales.
- Reducción de emisiones por deforestación y degradación (REDD) mediante la conservación de bosques naturales (deforestación evitada).

#### 2.4.1 Proyectos para los mercados voluntarios

El ciclo de proyectos para el mercado voluntario de carbono, suele ser un poco más simple que para los MDL. Esto ya que dichos proyectos no deben de cumplir con los pasos relacionados con el apoyo y/o acreditación por parte de entidades oficiales en los países anfitriones. No obstante, estos suelen cumplir con una serie de pasos o procedimientos, en forma similar al MDL. Estos se resumen seguidamente:

- Demostración de que los terrenos, dentro de los límites del proyecto, no estaban cubiertos de bosques en 1990, ni al momento de iniciar el proyecto (caso contrario, estaríamos hablando de un incentivo perverso)
- Elaboración de un PIN y/o de un PDD
- Medición de la línea base utilizando una metodología de carácter científico
- Acuerdos de compra de VERs (Verified Emission Reduction o Reducciones Verificadas de Emisiones)<sup>1</sup>
- Validación del proyecto por un organismo certificador independiente
- Monitoreo utilizando una metodología de monitoreo de carácter científico

En el mercado voluntario, además de los proyectos de forestación y reforestación, también se financian proyectos para la Reducción de emisiones por deforestación y degradación (REDD), también conocidos como deforestación evitada. Está comprobado que una de las principales fuentes de emisiones de GEI en los países en desarrollo es la deforestación. Adicionalmente, la deforestación y degradación de los bosques trae consigo la disminución o incluso la desaparición de los múltiples bienes y servicios que estos proveen a las poblaciones locales, incrementando su vulnerabilidad a la pobreza.

Los proyectos REDD representan una alternativa para alcanzar objetivos relacionados con la mitigación del cambio climático, conservación de bosques tropicales, así como un apoyo para el mantenimiento de los medios de vida de poblaciones rurales.

Se espera que para el próximo período de cumplimiento del Protocolo de Kyoto, los proyectos REDD sean aceptados como una alternativa para que los países desarrollados (o países Anexo I), cumplan con una parte de sus compromisos de reducción de emisiones.

1. Corresponde a una tonelada métrica de CO<sub>2</sub> equivalente compensado. Es la unidad de medida utilizada en el mercado voluntario de carbono.

### 3. Metodología Propuesta

Con el objetivo de cuantificar la cantidad de carbono almacenado en los bosques naturales del Departamento de Atlántida fue necesario recurrir a la metodología del Panel Intergubernamental de Expertos en el Cambio Climático (IPCC), actualmente este es el ente que regula las metodologías para cuantificación de carbono a nivel mundial.

Este organismo ha construido tres metodologías diferentes para la cuantificación de carbono en los bosques naturales, mismas que varían de una a otra con respecto a la cantidad de la información que se dispone. *Tier 3*; es utilizada cuando se tiene información histórica y específica de los bosques en donde se hará el análisis, en este marco esta metodología no tiene muchos errores. *Tier 2*; esta metodología es usada cuando no se tiene información específica de los bosques, pero si se tiene información de bosques simila-

res en el país en cuestión, y finalmente el *Tier 1*; misma que se emplea cuando no se dispone de información específica local ni nacional, por lo tanto, se utilizan valores generados en bosque similares en diferentes partes del globo terráqueo.

Bajo este contexto, para poder cuantificar el carbono almacenado de los bosques naturales del Departamento de Atlántida, se utilizó la metodología *Tier 1* o “Método Ganancias - Pérdidas (*Gain - Loss Method*) desarrollada por el IPCC (Figura 1).

La metodología se basa en cambios aproximados anuales de la biomasa, lo que permite determinar datos de emisión o remoción aunque no se tenga toda la información. Esta metodología combina la información de las zonas de vida y datos de vegetación existente en conjunto con los datos de las tablas regionales para almacenamiento de carbono. De esta forma, fue necesario contar con una serie de insumos, mismos que son mencionados a continuación:

- Zonas de vida
- Uso actual del suelo
- Pendientes

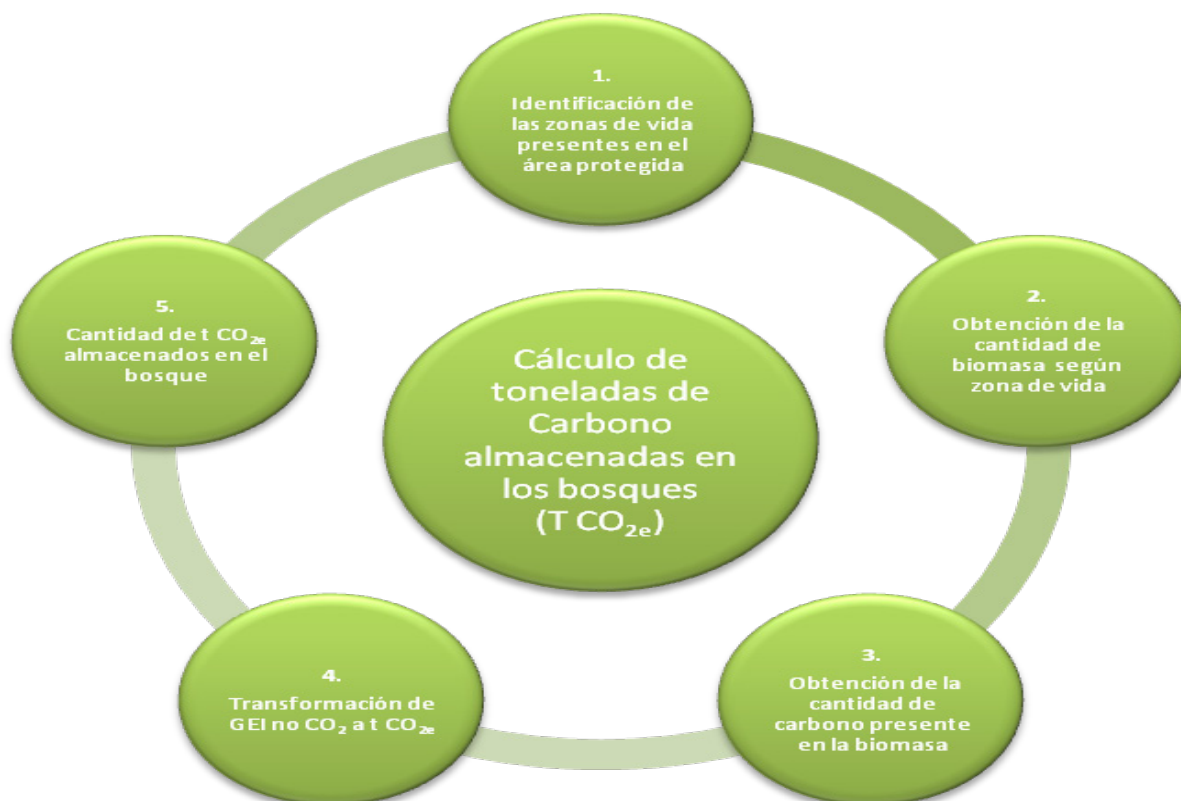


Figura 1. Metodología para estimar las toneladas de carbono almacenadas.

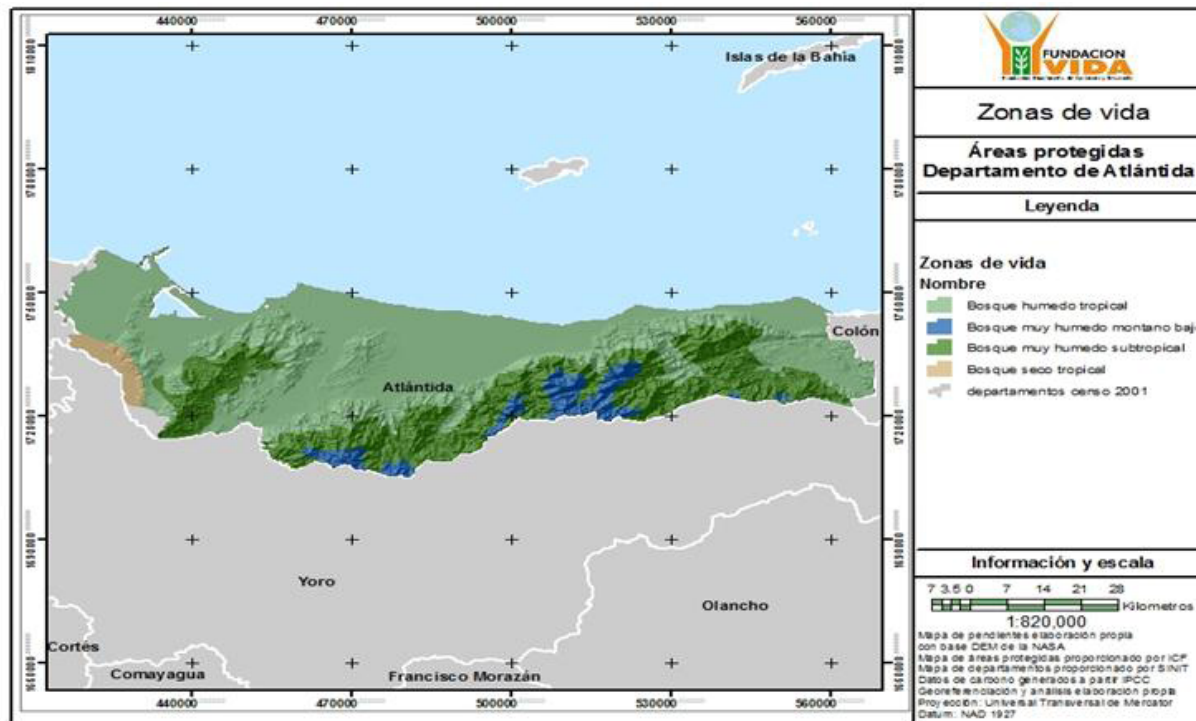
## 4. Resultados y Discusión

### 4.1 Identificación de zonas de vida

El Departamento de Atlántida cuenta con cuatro zonas de vida, mismas que fueron identificadas según la metodología desarrollada por Holdridge, estas zonas de vida son las siguientes (Figura 2):

- Bosque húmedo tropical: considerado por muchos como la zona de vida más productiva a nivel mundial, contemplando un 6% del área de la tierra en esta categoría; sin embargo, a pesar de solo tener esa cantidad de área tiene más del 50% de especies de plantas y animales del planeta. Se ubica en latitudes tropicales, estas zonas tienen precipitaciones muy altas (mayores a 2000 mm por año) y tienen una temperatura promedio de 24 °C.
- Bosque muy húmedo montano bajo: posee una precipitación promedio anual que oscila entre los 1000 y 2000 mm por año, con una temperatura promedio entre los 12 y 18 °C. Se caracteriza por una alta incidencia de neblina y un superávit de humedad, sobre todo en aquellas partes que se ubican en las vertientes externas de las dos cordilleras. Los límites inferiores varían en función de estos factores, donde es más húmedo se lo encuentra a los 2.800, y donde es menos húmedo a los 3.000 metros.
- Bosque muy húmedo subtropical: se ubica entre los 1000 y 2000 metros sobre el nivel del mar, tiene precipitaciones que oscilan entre los 2000 – 4000 mm por año y con temperaturas promedio entre 17 y 24 °C.
- Bosque seco tropical: presentan una cobertura boscosa continua, en piso térmico cálido con uno o dos períodos marcados de sequía. Tiene una precipitación promedio que varía entre los 700 y 2000 mm por año.

Figura 2. Zonas de vida del Departamento de Atlántida



Fuente: Zonas de vida de Holdridge, información georeferenciada elaborada por ICF

De esta forma, es necesario conocer la distribución en área de cada una de las zonas de vida previamente descritas (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Áreas según zona de vida.

Zona de vida	Hectáreas	Porcentaje
Bosque húmedo tropical	276,691.60	63
Bosque muy húmedo montano bajo	24,181.00	6
Bosque muy húmedo subtropical	126,548.10	29
Bosque seco tropical	8,822.00	2
<b>Total</b>	<b>436,242.60</b>	<b>100</b>

Fuente: Zonas de vida según Holdridge

Con base en estas zonas de vida entra en juego el primer aspecto metodológico desarrollado por el IPCC y es referente a la cantidad de biomasa

aérea que tiene la zona de vida (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Biomasa aérea según zona de vida.

Zona de vida	Biomasa aérea*
Bosque húmedo tropical	125
Bosque muy húmedo montano bajo	300
Bosque muy húmedo subtropical	200
Bosque muy seco tropical	130
Bosque seco tropical	130

\*Datos expresados en toneladas de materia seca por hectárea.  
Fuente: IPCC, 2006.

## 4.2 Uso actual del suelo

Actualmente, en el Departamento de Atlántida existen diez tipos de cobertura de suelos (Cuadro 3).

**Cuadro 3.** Descripción de la cobertura del suelo.

Cobertura	Sistema de clasificación
Bosque de pino denso	Bosque-Árboles de acícula perenne: Dominado por la vegetación arbolada con el 60% de cobertura de la vegetación y de la altura > 2 M. Casi todos los árboles siguen siendo verdes todo el año. El árbol nunca está sin follaje verde.
Bosque de pino ralo	Sabana arbolada con pinos: Sistemas herbáceos y otros de sotobosque, con la cobertura de bosque entre el 30% y el 60% y >2 M de altura del bosque.
Bosque Latifoliado	Bosque de hoja ancha: Dominado por la vegetación arbolada con un 60% de cobertura y > 2 de altura; comunidades arbóreas con períodos de un ciclo anual de hoja caducifolia.
Bosque Mixto/Bosque Deciduo	Dominado por los árboles con cobertura mayor del 60% y >2 M de altura; comunidades con mezclas o mosaicos entremezclados de pino y latifoliado.
Matorrales	Vegetación arbolada mediana; <2 m de altura con cobertura arbustiva entre el 10% y el 60%. El follaje del arbusto puede ser imperecedero o de hojas caducas.
Mangle	Humedales permanentes: Tierras con la mezcla permanente de agua y de vegetación herbácea o arbolada. La vegetación puede estar presente en el agua salada o agua dulce.
Cuerpos de Agua	Océanos, mares, lagos, depósitos, y ríos. Puede ser de agua salada o agua dulce.
Agropecuario	Las tierras cubiertas con cultivos de cosechas temporales siguiendo al período de la cosecha un periodo de barbecho. Además de áreas de pasto natural o plantado para el alimento de ganado mayor.
Agro-comercial	Las cosechas de plantación perennes (ej: plátano, piña, palma de aceite)
Urbano	Tierra cubierta por edificios y otras estructuras hechas por el hombre.

Fuente: ICF 2009

En este sentido, es clave poder observar la distribución espacial de estos diez tipos de cobertura del suelo (Figura 3).

Con respecto a la cobertura del suelo, metodológicamente se deben tomar en cuenta dos aspectos importantes, la relación biomasa aérea y subterránea, misma que es importante para estimar la biomasa subterránea y el otro aspecto es la definición de las coberturas, que por su naturaleza no pueden almacenar carbono, tales como: agrocomercial, agropecuario, áreas agrícolas y cuerpos de agua (Cuadro 4).

Con la información generada hasta el momento se pudo aplicar la primera fórmula de la metodología Tier 1 del IPCC:

$$cmss = cmsa * rms a/s$$

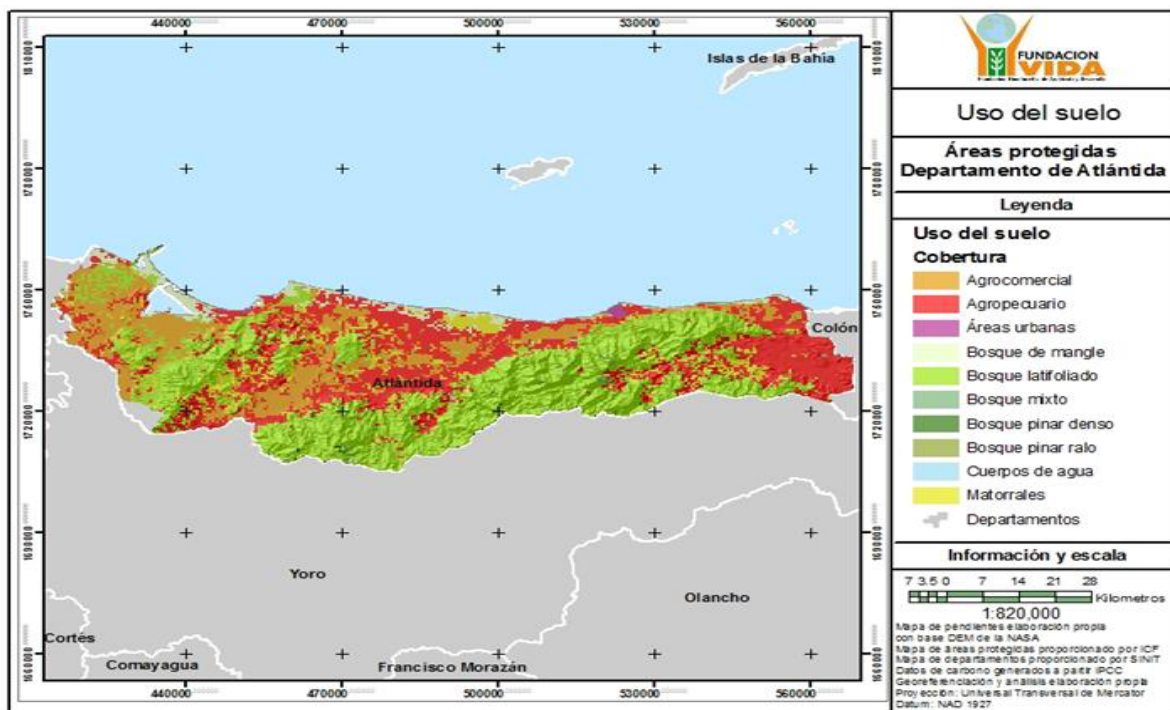
Dónde:

Cmss: Cantidad de materia seca subterránea

Cmsa: Cantidad de materia seca aérea

Rms a/s: Relación de materia seca aérea/subterránea

Figura 3. Uso actual del suelo.



Fuente: ICF, 2009.

Cuadro 4. Coberturas del suelo.

Cobertura	Relación biomasa aérea/subterránea	Hectáreas
Agrocomercial	0.00	72,376.80
Agropecuario	0.00	129,048.68
Bosque pinar denso	0.34	885.65
Bosque pinar raro	0.34	51.95
Bosque latifoliado	0.31	185,455.55
Bosque de mangle	1.15	13,937.47
Bosque mixto	0.33	1,091.00
Cuerpos de agua	0.00	814.43
Matorrales	3.95	30,439.64
Áreas urbanas	0.00	1,140.13
<b>Total</b>		<b>436,242.60</b>

Fuente: IPCC, 2006.

Con esta información se obtuvo la cantidad de materia seca subterránea, misma que es importante para la estimación de carbono (Cuadro 5).

Consecutivamente, con la información generada, fue posible estimar la cantidad de carbono almacenado en los bosques naturales del Departamento de Atlántida; sin embargo, ya que la información que facilita el IPCC no es estrictamente de la región si no de zonas de vida y coberturas del suelo similares, fue necesario realizar ajustes con el objetivo de reducir el margen de error que el presente análisis podría tener; sobre todo, para evitar exponer datos muy elevados en relación al almacenamiento del carbono en la región.

Debido a esto, se utilizaron dos factores de corrección: porcentaje de la cobertura del suelo y el rango de pendientes del suelo.

Concretamente, esto se realizó porque si se considerara la información obtenida hasta el momento, se obtendría que un bosque de pino denso almacena la misma cantidad de carbono que un bosque de pino ralo, cuando eso en realidad no es así, es por esto que se recurrió a la descripción de la cobertura del suelo (**Cuadro 3**) donde se analizaron los diferentes niveles de cobertura según el uso del suelo (Cuadro 8).

La pregunta es: ¿Cómo saber qué partes del bosque están más degradadas que otras, si por cuestiones de logística no se puede visitar todo el

departamento ni establecer monitoreo permanente del recurso bosque? La respuesta a esta interrogante se explica a continuación.

#### Factor de corrección

Las fórmulas generadas por el IPCC cuantifican el carbono almacenado en los bosques naturales de una región o zona; sin embargo, dichas fórmulas cumplen un supuesto y es que se asume que todos los bosques son densos.

No obstante, si se realiza una comparación con el mapa de cobertura de uso del suelo se puede observar que este explica que los bosques densos son aquellos que tienen al menos un 60% de cobertura boscosa; de igual forma, contempla la posibilidad de los bosques degradados o “ralos”.

Bajo este contexto, fue necesario elaborar un factor de corrección que se aplicara a las áreas degradadas y bosques que tienen menos del 100% de cobertura boscosa. De esta forma, se utilizó la información general y la leyenda de la cobertura del suelo elaborada por el Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre (ICF)

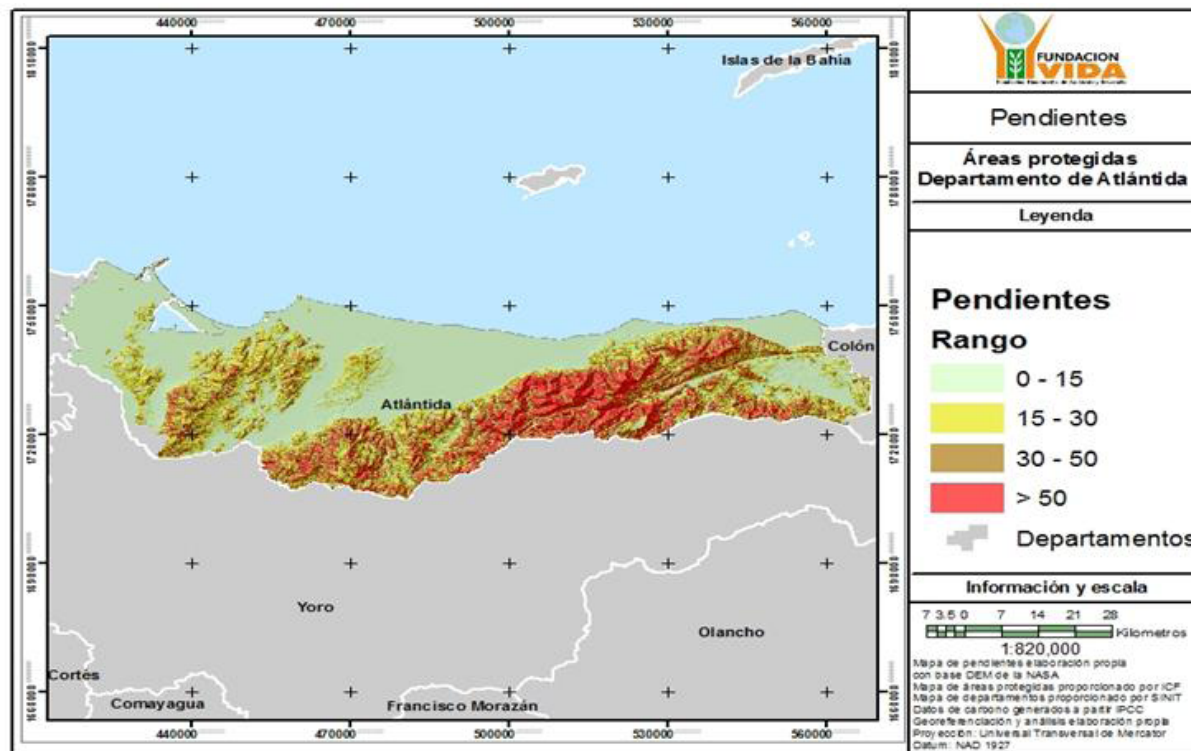
Además, fue necesario obtener las pendientes del Departamento de Atlántida. Para obtener la pendiente del suelo se elaboró un mapa de elevación digital, esto con base en el DEM SRTM elaborado por la NASA (Figura 4).

**Cuadro 5.** Biomasa total según zona de vida.

Zona de vida	B i o m a s a aérea	Biomasa subterránea	Total
Bosque húmedo tropical	3,875.0	2,813.8	6,688.8
Bosque muy húmedo montano bajo	4,800.0	1,176.0	5,976.0
Bosque muy húmedo subtropical	5,200.0	4,216.0	9,416.0
Bosque seco tropical	2,080.0	2,215.2	4,295.2
<b>Total</b>	<b>15,955.0</b>	<b>10,421.0</b>	<b>26,376.0</b>

Fuente: elaboración propia con base en la información del IPCC, 2006.

Figura 4. Pendientes del suelo



Fuente: Elaboración propia con base en el DEM SRTM de la NASA.

Tomando como base la información expuesta, fue posible determinar el área correspondiente a cada rango de pendientes del Departamento de Atlántida (Cuadro 7).

Cuadro 6. Áreas según el rango de pendientes.

Rango de pendientes	Hectáreas
0 - 15	217,315.4
15 - 30	76,379.4
30 - 50	85,216.5
> 50	57,350.9
<b>Total</b>	<b>436,262.3</b>

Fuente: elaboración propia con base en el DEM SRTM NASA.

Una vez obtenidos los insumos para la corrección estos se cruzaron de la siguiente forma:

- Leyenda de cobertura del suelo: esta variable brinda los porcentajes máximos y mínimos según el tipo de cobertura.
- Pendientes: las pendientes se reclasificaron en cuatro valores; 0-15, 15-30, 30-50, > 50, el valor máximo observado en la cobertura del suelo se asigna al menor porcentaje de pendiente (0-15) y va disminuyendo según

aumenta la pendiente. En este contexto el máximo porcentaje de pendiente (> 50) no debe ser menor que el valor mínimo observado en la cobertura del suelo.

Como resultado de este análisis se generaron nuevos valores de cobertura por pendiente (Cuadro 8).

Finalmente, con el factor de corrección creado el siguiente paso fue la estimación del carbono almacenado en los bosques naturales del Departamento de Atlántida.

### 4.3 Estimación del carbono almacenado

Para obtener una estimación del carbono almacenado en los bosques naturales del Departamento de Atlántida se utilizó otra fórmula del IPCC, misma que se puede observar a continuación:

$$\text{Dónde: } tCO_{2e} = cms * fc * \frac{CO_2}{C}$$

tCO<sub>2e</sub>: Toneladas de dióxido de carbono equivalente  
 cms: Cantidad de materia seca (aérea y subterránea)

**Cuadro 7.** Factor de corrección por diferentes coberturas del suelo.

Cobertura	Porcentaje de cobertura	Nivel de pendiente			
		0 - 15	15 - 30	30 – 50	> a 50
Bosque de pino denso	Al menos 60% de cobertura de la vegetación	100	90	80	70
Bosque de pino ralo	Cobertura de bosque entre el 30% y el 60%	60	50	40	30
Bosque Latifoliado	Con al menos un 60% de cobertura	100	90	80	70
Bosque Mixto/Bosque Deciduo	Cobertura mayor del 60%	100	90	80	70
Matorrales	Cobertura arbustiva entre el 10% y el 60%.	100	100	100	100
Mangle	Tierras con mezcla permanente de agua y vegetación (se asume que la cobertura es mayor al 60%)	100	90	80	70
Cuerpos de Agua	Océanos, mares, lagos, depósitos, y ríos. (no aplica)	0	0	0	0
Agropecuario	Las tierras cubiertas con cultivos de cosechas temporales (no aplica)	0	0	0	0
Agro-comercial	Las cosechas de plantación perennes (no aplica)	0	0	0	0
Urbano	Tierra cubierta por edificios y otras estructuras hechas por el hombre (no aplica).	0	0	0	0

fc: Fracción de carbono (0.47 por defecto del IPCC)

CO<sub>2</sub>/C: relación de la molécula de dióxido de carbono con respecto al carbono

Como resultado de esta fórmula se encontró que en el Departamento de Atlántida existe un total de 106,219,441.28 toneladas de CO<sub>2</sub>e, distribuidas en sus bosques naturales; sin embargo, es importante analizar la cantidad de carbono almacenado en las áreas protegidas presentes en este departamento (Cuadro 9).

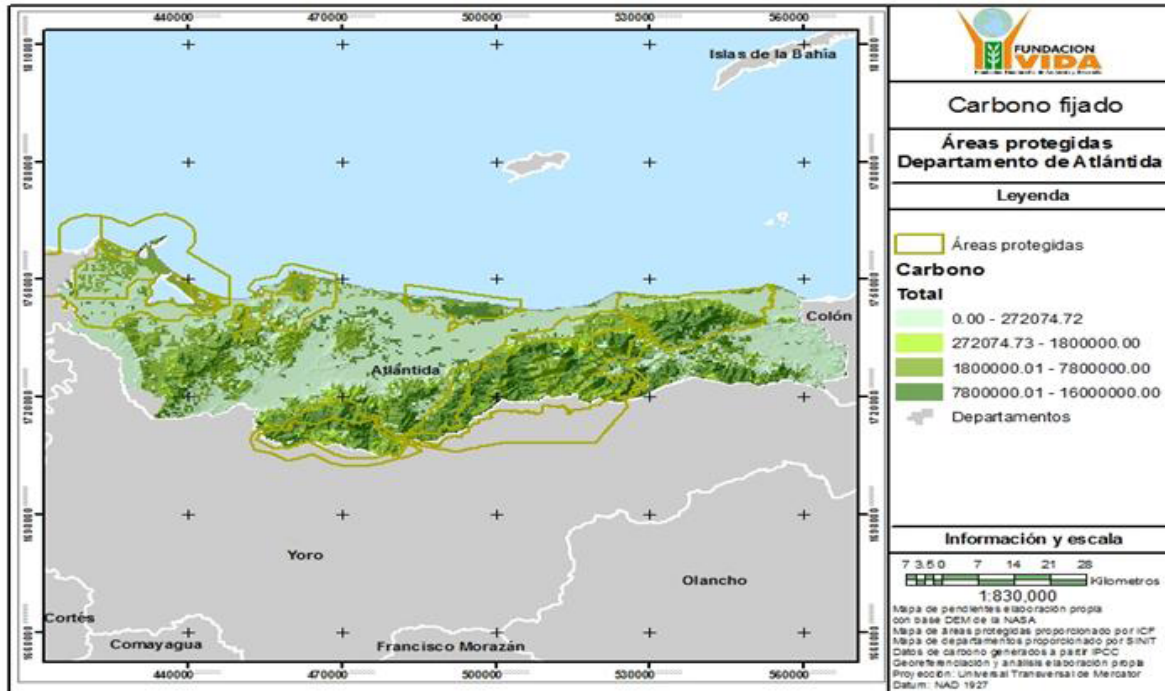
Tal como se puede observar (Cuadro 9), en las áreas protegidas del departamento se encuentra el 52% del total del carbono almacenado (Figura 5), al mismo tiempo estas áreas protegidas representan aproximadamente el 43% de la extensión territorial del departamento. Esto significa que aún existen 50,805,784.98 (48%) toneladas de dióxido de carbono equivalente que se encuentran almacenadas en los bosques del departamento que no están bajo ningún tipo de protección legal o con restricción de uso.

**Cuadro 8.** Carbono almacenado en las áreas protegidas.

Área protegida	T CO <sub>2</sub> e	Porcentaje
Barras de Cuero y Salado	4610,855.40	4.34
Blanca Jeannette Kawas	5645,568.70	5.32
Lancetilla	591,220.50	0.56
Nombre de Dios	7264,635.80	6.84
Pico Bonito	25837,181.70	24.32
Punta Izopo	2383,025.50	2.24
Texiguat	9081,168.70	8.55
<b>Total áreas protegidas</b>	<b>55413,656.30</b>	<b>52.17</b>
<b>Total Departamento</b>	<b>106,219,441.28</b>	<b>100</b>



Figura 5. Carbono almacenado en las áreas protegidas del Departamento de Atlántida.



Cabe establecer que la cantidad de carbono cuantificado en este documento puede diferir de otros estudios debido a los siguientes factores:

- Por cuestiones de logística y recursos no se pudo ir al campo para estimar la degradación del bosque, así como la posibilidad de llevar a cabo estratos de edades en los bosques predominantes del departamento (latifoliado y pino).
- La biomasa se calculó a partir de la información del IPCC, otros estudios pueden haber calculado la biomasa específica para el bosque en cuestión; sin embargo, sin un adecuado trabajo de campo estimarla puede traer más errores que utilizar la información ya generada por otras instituciones.

#### 4.4 Créditos de carbono

Actualmente, no existen datos de deforestación específicos para el Departamento de Atlántida; sin embargo, si se utiliza la tasa de deforestación nacional, se tiene que se deforestan anualmente 1.1% de la cobertura boscosa (FAO, 2000<sup>2</sup>).

2. <http://www.fao.org/docrep/007/ad680s/ad680s05.htm>

De igual forma, hasta el momento no se puede estimar qué tipo de bosque es el más afectado, solamente se conoce que este porcentaje representa un total de 2,215.00 hectáreas de bosque perdidas anualmente.

Tomando esto como base, significa que año con año se pierden el 1.1% del total de carbono almacenado en estos bosques. Si se tienen 106,219,441.28 toneladas de dióxido de carbono y se tiene que la tasa de deforestación anual es de 1.1%, entonces al año se pierden 1,168,413.85 toneladas de CO<sub>2</sub>. Esta cantidad de toneladas de dióxido de carbono se convierten en créditos de carbono.

Si en todo el departamento se establecen medidas de protección del recurso bosque mediante la elaboración de decretos de establecimiento de áreas protegidas y una aplicación estricta de las leyes y políticas nacionales en la temática forestal, con el objetivo de reducir la deforestación se tiene que:

Asumiendo que se logre frenar la deforestación en el departamento, significa que ese 1.1% de carbono que se emitía por concepto de deforestación ahora se mantiene protegido y almacenado en los bosques naturales del departamento;

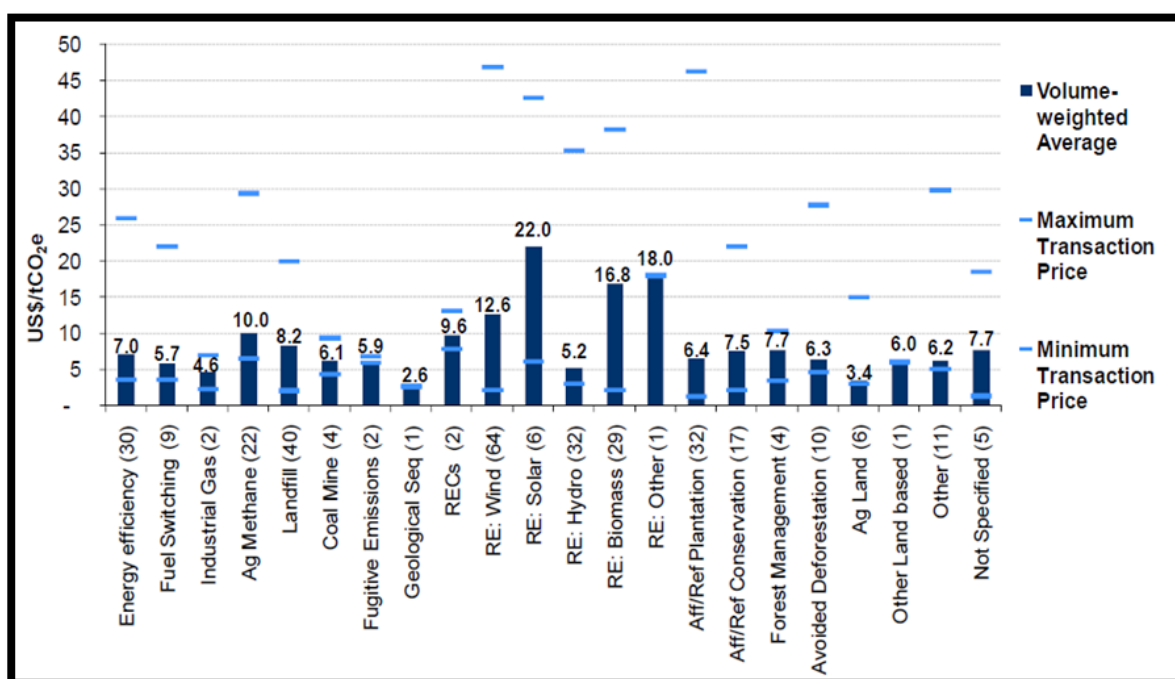
por lo tanto, se puede acceder a los mercados voluntarios de carbono por concepto de deforestación evitada.

Si se toma como base el total de carbono almacenado en los bosques naturales del Departamento de Atlántida, multiplicándolo por el precio promedio por tonelada de dióxido de carbono equivalente que se puede obtener en los mercados voluntarios (Figura 6) se tiene que representan un total de US\$ 669,182,480.1; sin embargo, este valor no es efectivo, ya que por concepto de

REDD solamente se contabiliza la deforestación evitada, es decir, ese 1.1% anual.

Tomando como base este concepto se tiene que por año, con la formulación y aplicación adecuada de leyes, políticas y decretos, se pueden generar aproximadamente US\$ 7,361,007.28 en todo el departamento, lo que representa un total de aproximado de Lps. 140,006,358.48. Ahora bien, es necesario exponer la cantidad de carbono almacenado y los créditos de carbono que se podrían generar por área protegida (Cuadro 10).

**Figura 6.** Rango promedio de precios según tipo de proyecto en los mercados voluntarios



Fuente: Hamilton K., Sjardin M., Shapiro A., Marcello T. 2009<sup>3</sup>.

**Cuadro 10.** Carbono almacenado y créditos de carbono por área protegida.

Área protegida	T CO <sub>2</sub> e	Valor total	Créditos de carbono (US\$)	Créditos de carbono (L.)
Barras de Cuero y Salado	4,610,855.40	29,048,389.02	319,532.28	6,077,503.95
Blanca Jeannette Kawas	5,645,568.70	35,567,082.81	391,237.91	7,441,345.07
Lancetilla	591,220.50	3,724,689.15	40,971.58	779,279.46
Nombre de Dios	7,264,635.80	45,767,205.54	503,439.26	9,575,414.74
Pico Bonito	25,837,181.70	162,774,244.71	1,790,516.69	34,055,627.48
Punta Izopo	2,383,025.50	15,013,060.65	165,143.67	3,141,032.55
Texiguat	9,081,168.70	57,211,362.81	629,324.99	11,969,761.33
<b>Total áreas protegidas</b>	<b>55,413,656.30</b>	<b>349,106,034.69</b>	<b>3,840,166.38</b>	<b>73,039,964.58</b>
<b>Total departamento</b>	<b>106,219,441.28</b>	<b>669,182,480.06</b>	<b>7,361,007.28</b>	<b>140,006,358.48</b>

3. Hamilton K., Sjardin M., Shapiro A., Marcello T. 2009. Fortifying the foundation: State of voluntary carbon markets. Ecosystem Marketplace. Washington. USA. 109 p.

## 5. Conclusiones y Recomendaciones

A continuación se presentan las principales conclusiones y recomendaciones del estudio; sin embargo, es necesario establecer que se presentan de forma conjunta para generar discusión y mayor análisis del lector, ya que se contrasta una conclusión específica con una o varias recomendaciones sobre un tema específico:

1. El Departamento de Atlántida, Honduras, ubicado en el litoral atlántico, posee una amplia diversidad de ecosistemas, los cuales proveen de bienes y servicios ambientales a la población regional y a la sociedad en general; sin embargo, estos no son adecuadamente valorados por la población.

Por lo tanto, se recomienda realizar estudios cada vez más precisos que permitan establecer el valor de los bosques, lo que, a su vez, facilitará la concientización de la población en aspectos de conservación y obtener insumos para elaborar estrategias de sostenibilidad que se basen en la transacción nacional e internacional de bienes y servicios ambientales.

2. Los servicios ambientales que se transan o negocian con mayor frecuencia y a gran escala a nivel internacional son los asociados con los bosques tropicales y el mercado de carbono. Concretamente, servicios como la regulación de sistemas hídricos, y la captura y almacenamiento de carbono son los que tienen mayor potencial en las áreas protegidas y bosques naturales del Departamento de Atlántida. En este sentido, sería recomendable que los tomadores de decisión de Honduras y de la región del Departamento de Atlántida pudieran ingresar a mercados de captación o fijación de carbono y/o Reducción de Emisiones de CO<sub>2</sub> por Deforestación y Degradación Forestal (REDD). Para esto, es necesario definir la metodología a seguir, determinar los costos de los posibles proyectos y ante todo establecer contactos puntuales con representantes de los mercados.

Cabe mencionar que los proyectos REDD representan una alternativa para alcanzar objetivos relacionados con la mitigación del cambio climático, conservación de bosques tropicales, así como un apoyo para el mantenimiento de los medios de vida de poblaciones rurales.

3. Con el objetivo de cuantificar la cantidad de carbono almacenado en los bosques naturales del Departamento de Atlántida y establecer el primer paso para vincularse a mercados de negociación de servicios ambientales globales, fue necesario recurrir a la metodología del Panel Intergubernamental de Expertos en Cambio Climático (IPCC), que es el ente que regula las metodologías para cuantificación de carbono a nivel mundial. Básicamente, se utilizó la metodología *Tier 1* o “Método Ganancias - Pérdidas (*Gain - Loss Method*).

A través de esta metodología se identificó que en el Departamento de Atlántida se cuenta con cuatro zonas de vida: Bosque húmedo tropical, Bosque muy húmedo montano bajo, Bosque muy húmedo subtropical y Bosque seco tropical. Por otro lado, cuenta con diez tipos de cobertura de suelo: Bosque de pino denso, Bosque de pino ralo, Bosque Latifoliado, Bosque Mixto/Bosque Deciduo, Matorrales, Mangle, Cuerpos de Agua, Agropecuario, Agro-comercial, Urbano.

Con esta información se obtuvo la cantidad de materia seca del área, misma que es importante para la estimación de carbono. De esta forma, y después de aplicar las fórmulas y los parámetros del IPCC; además de un factor de corrección relacionado con las pendientes y cobertura de uso de suelo que actualmente se posee en el país, se encontró que en el Departamento de Atlántida existe un total de 106,219,441.28 toneladas de CO<sub>2e</sub>, distribuidas en sus bosques naturales.

Sin embargo, es necesario aclarar que este es el carbono almacenado, pero no necesariamente el que se puede negociar en los mercados globales de servicios ambientales, ya que en estos mercados solamente se transa la deforestación evitada, lo que, tomando la tasa anual de deforestación del país, significa que de las 106,219,441.28 toneladas de dióxido de carbono almacenadas, al año se pierden 1,168,413.85 toneladas de CO<sub>2</sub>.

Esta cantidad de toneladas de dióxido de carbono es la que se convierte en créditos de carbono, los que pueden generar aproximadamente US\$ 7,361,007 en todo el departamento.

Este dato sería la base para iniciar un proyecto REDD, lo que se traduce en el acceso a mercados voluntarios de carbono por concepto de deforestación evitada, pero es recomendable poder realizar mediciones más precisas que integren resultados de parcelas de campo o proyectos piloto. Además, es básico establecer estrategias que permitan reducir o controlar la deforestación. Entre las estrategias que se pueden implementar están las siguientes: protección del bosque (decretando y haciendo cumplir las leyes en áreas protegidas y mediante construcción racional de infraestructura), manejo sostenible del bosque (agroforestería, manejo del bosque basado en la comunidad, entre otros), mecanismos financieros (PSA) e Intercambio responsable (establecer

la cadena de monitoreo de la madera, para que todo producto proveniente del bosque que sea exportado demuestre ser legal).

4. En relación a las áreas protegidas, las que poseen mayor carbono almacenado son Pico Bonito (24.32%), Texiguat (8.55%), y Nombre de Dios (6.84%) y por ende son las que tienen mayor potencial para transar créditos de carbono. Básicamente, en las áreas protegidas del departamento se encuentra el 52% del total del carbono almacenado, al mismo tiempo estas áreas protegidas representan aproximadamente el 43% de la extensión territorial del departamento.

Esto significa que aún hay 50,805,784.98 (48%) toneladas de dióxido de carbono equivalente que se encuentran almacenadas en los bosques del departamento que no están bajo ningún tipo de protección legal, jurídica o con restricción de uso.

## 6. Bibliografía

- **CCAD-PNUD/GEF, 2002.** Guía metodológica de valoración de bienes, servicios e impactos ambientales. Proyecto para la consolidación del corredor biológico mesoamericano. Serie Técnica 04. Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD) – Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Impresión Comercial La Prensa. Managua, Nicaragua.
- **Cordero, D.; Moreno, A.; Kosmus, M. 2008.** Manual para el desarrollo de mecanismos de pago/compensación por servicios ambientales. GTZ. Quito, Ecuador. 116 p.
- **CORDELIM. 2007.** Corporación para la Promoción del MDL. ¿Qué es un proyecto MDL? <http://cordelim.net/cordelim.php?c=839>
- **IIED-ECOSECURITIES-ECCM. 2002.** Colocando los cimientos para el desarrollo limpio: preparando al sector de uso de la tierra. Una guía rápida al MDL. [http://www.cdmcapacity.org/CDM\\_Booklet\\_Sp.pdf](http://www.cdmcapacity.org/CDM_Booklet_Sp.pdf)
- **Encarta, 2006.** Ciclo del carbono (ecología). Microsoft® Encarta® (CD). Microsoft Corporation.
- **IIED, et. al., 2002.** Colocando los cimientos para el MDL: preparando al sector de uso de la tierra. [http://www.cdmcapacity.org/CDM\\_Booklet\\_Sp.pdf](http://www.cdmcapacity.org/CDM_Booklet_Sp.pdf)
- **Izko, X. y Cordero, D., 2007.** Elementos para una Estrategia Nacional de Financiamiento Forestal -Ecuador. En: Comunidad de prácticas sobre financiamiento forestal. <http://www.fao.org/forestry/site/36978/es/>
- **Neef, T. y Henders, S., 2007.** Guía sobre los mercados y la comercialización de proyectos MDL forestales. Serie Técnica. Manual Técnico no.65. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica.
- **Pagiola, S.; Bosquet, F. 2010.** Estimando los costos de REED a nivel de país. Banco Mundial
- **Robertson, N. y Wunder, S. 2005.** Huellas frescas en el bosque. Evaluación de iniciativas incipientes de PSA en Bolivia. Centro para la Investigación Forestal Internacional (CIFOR). Bogor, Indonesia.