



GOBIERNO DE LA
REPÚBLICA DE HONDURAS

**Propuesta Nivel de Referencia de Emisiones Forestales por
Deforestación en la República de Honduras.**

Francisco Morazán, Honduras

Mayo, 2017

★ ★ ★ ★ ★
SECRETARÍA DE ENERGÍA,
RECURSOS NATURALES,
AMBIENTE Y MINAS

**Propuesta Nivel de Referencia de las Emisiones Forestales por Deforestación en la
República de Honduras**

Secretaría de Energía, Recursos Naturales, Ambiente y Minas (MiAmbiente)

José Antonio Galdámez- Secretario de Estado MiAmbiente

Dirección Nacional de Cambio Climático

Sergio Adrián Palacios Cárcamo – Director Nacional

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

Misael Alsides León - Director Ejecutivo ICF

Selvin Pacheco - Subdirector Ejecutivo ICF

Saddy Pineda – Jefe Departamento de Cambio Climático y Bosques

Gerson Perdomo – Jefe Centro de Información de Patrimonio Forestal (CIPF)

Héctor Lagos – Unidad de Monitoreo Forestal (UMF)

Yovani Antonio Murillo – Jefe Departamento de Manejo Forestal

Betina Salgado – Encargada Evaluación Nacional Forestal

**Proyecto Apoyo a la preparación para la Reducción de las Emisiones debidas a la
Deforestación y le Degradación Forestal (REDD+) en Honduras**

Nelson Saúl Ulloa Colindres – Coordinador Nacional

Equipo Nacional de apoyo a la preparación del nivel de referencia (FCPF –ONUREDD)

Rommel Porfirio Sarmiento – Coordinador componente MRV MiAmbiente

Amy Alicia Lazo – Enlace técnico FAO ONU-REDD

Jorge Luis Santos

Juan José Barahona

Jairon Isidro Castellanos

Fernando Roberto Bernárdez

Ivan Emilio Maradiaga

Omar Orellana Díaz

Fabio Leonel Casco

Yolibeth Aderlí López

Rodolfo Josué Bautista

Fernando Danilo Padilla

Manuel Enrique Erazo

SIGLAS Y ACRÓNIMOS

| | |
|------------|--|
| ACDI | Agencia Canadiense para la Cooperación Internacional |
| CART* | Árbol de clasificación y regresión |
| CMNUCC | Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático |
| COHDEFOR | Corporación Hondureña de Desarrollo Forestal |
| COP | Conferencia de las Partes de la CMNUCC |
| CURLA | Centro Universitario Regional del Litoral Atlántico |
| CUT | Clase de uso de la tierra |
| DA | Datos de Actividad |
| ENF | Evaluación Nacional Forestal |
| ENFB | Evaluación Nacional Forestal y de Biodiversidad |
| ESNACIFOR | Escuela Nacional de Ciencias Forestales |
| FAO | Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura |
| FE | Factores de Emisión |
| FRA* | Programa de Evaluación de Recursos Forestales Mundiales de FAO |
| GEE | Google Earth Engine |
| ICF | Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre |
| INF | Inventario Nacional Forestal |
| INFONAC | Inventario Forestal Nacional |
| IPCC* | Panel Intergubernamental de Cambio Climático |
| MENF | Monitoreo y Evaluación Nacional Forestal |
| MiAmbiente | Secretaría de Energía, Recursos Naturales, Ambiente y Minas |
| MOSEF | Proyecto Modernización del Sector Forestal de Honduras |
| NASA* | Administración Nacional de Aeronáutica y Espacio |
| NREF | Nivel de Referencia de Emisiones Forestales |
| PRONAFOR | Programa Nacional Forestal |
| REDD+ | Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación de los Bosques Conservación y aumento de las reservas de carbono y manejo sostenible de los bosques. |
| SIBP2 | Sistema de Inventarios en Bosques Públicos y Privados |
| SNMB | Sistema Nacional de Monitoreo de Bosque |
| UM | Unidad de Muestreo |
| UNACIFOR | Universidad Nacional de Ciencias Forestales |
| USGS* | Servicio Geológico de los Estados Unidos |

*_ Por sus siglas en inglés.

INDICE

| | |
|---|----|
| SIGLAS Y ACRÓNIMOS | 3 |
| INDICE..... | 4 |
| ÍNDICE DE FIGURAS | 5 |
| ÍNDICE DE TABLAS | 6 |
| 1. INTRODUCCIÓN..... | 7 |
| 2. INFORMACIÓN UTILIZADA EN LA CONSTRUCCIÓN DEL NIVEL DE REFERENCIA DE EMISIONES FORESTALES (NREF)..... | 8 |
| 2.1 Escala y ubicación del NREF | 8 |
| 2.2 Actividades incluidas en el NREF..... | 8 |
| 2.3 Definición de bosque..... | 9 |
| 2.4 Datos de actividad (DA)..... | 10 |
| 2.4.1 Fuente de los datos | 10 |
| 2.4.2 Procesamiento y clasificación | 11 |
| 2.4.3 Edición | 12 |
| 2.4.4 Control de Calidad..... | 12 |
| 2.4.5 Filtro por área..... | 13 |
| 2.4.6 Evaluación de la Exactitud..... | 13 |
| 2.4.7 Resultados de DA | 14 |
| 2.5 Factores de emisión (FE) | 16 |
| 2.5.1 Fuente de los datos | 16 |
| 2.5.2 Diseño de muestreo estadístico..... | 16 |
| 2.5.3 Depósitos medidos en ENF..... | 19 |
| 2.5.4 Estratificación del bosque | 20 |
| 2.5.5 Otras variables medidas..... | 24 |
| 2.5.6 Recopilación de datos de campo | 25 |
| 2.5.7 Control de calidad | 26 |
| 2.5.8 Procesamiento de los datos | 26 |
| 2.5.9 Metodología para cálculo de biomasa total por tipo o estrato de bosque. | 26 |
| 2.6 Gases incluidos | 35 |
| 2.7 Circunstancias Nacionales | 35 |
| 2.7.1 Visión de País y Plan de Nación..... | 35 |
| 2.7.2 Análisis de las causas de la deforestación..... | 36 |
| 2.7.3 Crecimiento Poblacional | 36 |
| 2.7.4 Economía..... | 37 |
| 2.7.5 Sector Agrícola | 37 |

| | |
|--|----|
| 2.7.6 Sector Forestal..... | 38 |
| 2.7.7 Políticas y reglamentos | 38 |
| 3. CONSTRUCCIÓN DEL NIVEL DE REFERENCIA DE EMISIONES FORESTALES..... | 39 |
| 3.1 Emisiones forestales promedio para los años del período 2000-2006..... | 39 |
| 3.2 Emisiones forestales promedio para los años del período 2006-2012..... | 39 |
| 3.3 Emisiones forestales promedio para los años del período 2012-2016..... | 40 |
| 3.4 Emisiones históricas por deforestación | 40 |
| 4. CONSIDERACIONES FINALES..... | 42 |
| 4.1 Incremento de las reservas forestales de carbono | 42 |
| 4.2 Tercera Medición de la Evaluación Nacional Forestal | 42 |
| 4.3 Degradación | 42 |
| 4.3.1 Incendios Forestales..... | 42 |
| 4.3.2 Plagas Forestales | 43 |
| 4.4 Ecuaciones alométricas | 45 |
| 4.5 Plan Maestro Agua, Bosque y Suelo (ABS) | 45 |
| 5. BIBLIOGRAFÍA..... | 46 |
| 6. ANEXOS | 48 |
| Anexo 1 Definición de Bosque | 48 |
| Anexo 2 Protocolo para la clasificación digital de Imágenes RapidEye en Marco de la elaboración del Mapa Forestal y Cobertura de la Tierra de Honduras..... | 48 |
| Anexo 3 Metodología de elaboración de mapa de cobertura forestal y uso de la tierra 2012 Landsat. | 48 |
| Anexo 4 Tipología de bosques de Honduras..... | 48 |
| Anexo 5 Protocolo para la generación de pérdidas de cobertura boscosa mediante scripts construidos en la plataforma de Google Earth Engine (GEE)..... | 48 |
| Anexo 6 Metodología para la elaboración del mapa de cambios por deforestación utilizando el sensor Landsat. | 48 |
| Anexo 7 Protocolo para la segmentación de imágenes satelitales utilizando el programa Monteverdi. | 48 |
| Anexo 8 Protocolo de validación y exactitud temática del Mapa de Cambios por Deforestación de Honduras en las temporalidades 2000-2006, 2006-2012 y 2012-2016..... | 48 |
| Anexo 9 Manual de levantamiento de Campo para la Evaluación Nacional Forestal Honduras 2005-2006..... | 48 |
| Anexo 10 Manual del Campo para el establecimiento de las UM y Parcelas 2014 – 2015. | 48 |
| Anexo 11 Procedimiento de Cálculos en la base de datos INF de Honduras..... | 48 |
| Anexo 12 Metodología del Control de Calidad en el marco de la segunda Evaluación Forestal en Honduras..... | 48 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 Mapa de ubicación regional de Honduras | 8 |
| Figura 2 Mapa de sistema agroforestal..... | 10 |
| Figura 3 Mapa de ecosistemas potenciales | 11 |

| | |
|---|----|
| Figura 4 Mapa de Cambios en la Cobertura Forestal por Deforestación para los periodos 2000-2006-2012-2016 | 12 |
| Figura 5 Pérdida promedio anual por tipo de bosque | 15 |
| Figura 6 Malla de Puntos (340 UM) | 17 |
| Figura 7 Ubicación de Unidades de Muestreo Inventario Ciclo I (2005)..... | 17 |
| Figura 8 Ubicación de Unidades de Muestreo Inventario Ciclo II (2011-2016). | 17 |
| Figura 9 Diseño original, usado en inventario 2005 y para remediación de parcelas en 2011 y 2015.... | 18 |
| Figura 10 Diseño modificado para la segunda medición. | 18 |
| Figura 11 Biomasa promedio por tipo de cobertura (t/ha) | 32 |
| Figura 12 Carbono promedio por tipo de cobertura (t/ha) | 33 |
| Figura 13 Dióxido de carbono promedio por tipo de cobertura (t/ha)..... | 35 |
| Figura 14 Tasas intercensales de crecimiento poblacional | 37 |
| Figura 15 Emisiones de CO ₂ por año | 41 |
| Figura 16 Emisiones históricas por tipo de cobertura..... | 41 |
| Figura 17 Comportamiento histórico de incendios forestales a nivel nacional | 43 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1 Matriz de confusión simple | 13 |
| Tabla 2 Datos de categorías y exactitud obtenidos de validación de los datos de deforestación en los diferentes periodos de análisis | 14 |
| Tabla 3 Datos de deforestación total en el período de análisis | 15 |
| Tabla 4 Datos de deforestación promedio en el período de análisis..... | 15 |
| Tabla 5 Unidades de muestreo realizadas en la ENF (ciclos I y II)..... | 17 |
| Tabla 6 Tamaños y formas de parcelas usados en cada medición..... | 18 |
| Tabla 7 Descripción de depósitos incluidos | 19 |
| Tabla 8 Clasificación del uso de la tierra y tipos de bosque..... | 21 |
| Tabla 9 Ecuaciones utilizadas para estimar biomasa | 27 |
| Tabla 10 Valores de Densidad y Fracción de Carbono utilizados para la estimación de carbono en tocones..... | 28 |
| Tabla 11 Densidades y fracciones de carbono para estimación de carbono en madera muerta. | 29 |
| Tabla 12 Porcentaje de cobertura en ciclo I de la ENF..... | 30 |
| Tabla 13 Porcentaje de cobertura en ciclo II de la ENF..... | 30 |
| Tabla 14 Toneladas de Biomasa por hectárea (C_t/ha) según la ENF | 31 |
| Tabla 15 Toneladas de Biomasa promedio (C_t/ha) según la ENF | 31 |
| Tabla 16 Estimación del contenido de carbono equivalente (C_t/ha) según ENF..... | 32 |
| Tabla 17 Estimación del contenido de carbono equivalente promedio (C_t/ha) según ENF | 33 |
| Tabla 18 Estimación del contenido de Dióxido de carbono (CO ₂ _t/ha) según ENF..... | 34 |
| Tabla 19 Estimación de contenido de Dióxido de carbono promedio (CO ₂ _t/ha) según ENF | 34 |
| Tabla 20 Emisiones forestales promedio para los años del período 2000-2006 | 39 |
| Tabla 21 Emisiones forestales promedio para los años del período 2006-2012 | 39 |
| Tabla 22 Emisiones forestales promedio para los años del período 2012-2016 | 40 |
| Tabla 23 Emisiones de dióxido de carbono promedio ponderado (t_CO ₂)..... | 40 |
| Tabla 24 Brotes de <i>Dendroctonus frontalis</i> detectados en Honduras desde 2013 hasta diciembre de 2016..... | 44 |
| Tabla 25 Número de brotes y área controlada por departamento, 2014 a 2016..... | 44 |

1. INTRODUCCIÓN

En cumplimiento a los acuerdos establecidos ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), Honduras a través de la Secretaría de Energía Recursos Naturales Ambiente y Minas (MiAmbiente) en estrecha coordinación con el Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre (ICF) y el apoyo técnico y financiero del Proyecto REDD+ de MiAmbiente, presenta el primer Nivel de Referencia de Emisiones Forestales (NREF).

El NREF forma parte de la adopción de las medidas mencionadas en el párrafo 70 de la decisión 1/CP.16 (CMNUCC, 2011), siendo la misma de carácter voluntaria y teniendo como objetivo principal el proporcionar una línea base que permita medir el desempeño de la implementación de las actividades REDD+ en el país, de conformidad con las decisiones 9/CP.19, 13/CP.19 (párrafo2), 14/CP.19 (párrafo 7 y 8) de la CMNUCC. Para que sea incluido en el proceso de evaluación técnica en el contexto de la reducción de emisiones por deforestación, degradación, conservación, manejo forestal sostenible y mejora de los contenidos de carbono en los países en desarrollo (REDD+).

Basándose en las directrices de la decisión 12/CP.17, párrafos 10 y 11, Honduras desarrolló a escala nacional el presente NREF enmarcados en la actividad de reducción de emisiones por deforestación, permitiendo efectuar con la implementación del Sistema Nacional del Monitoreo de Bosques (SNMB) la incorporación a futuro de información actualizada, utilización de mejores metodologías y nuevos reservorios de carbono y actividades.

La información proporcionada en este documento está acorde con las orientaciones y lineamientos del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), e incluye:

- a) Información utilizada en la construcción del NREF (Datos de Actividad obtenidos de mapas de cambios por deforestación en los periodos: 2000-2006, 2006-2012, 2012-2016 y Factores de Emisión producto de los ciclos I y II de la Evaluación Nacional Forestal).
- b) Transparencia, coherencia, consistencia y precisión en la información y metodologías utilizadas para la construcción del NREF.
- c) Sumideros, gases y actividades incluidas en el NREF.
- d) La definición de bosque utilizada.

El presente documento refleja los esfuerzos realizados de manera interinstitucional para obtener una línea base que contribuya a cuantificar las emisiones históricas de Dióxido de Carbono (CO₂) en el sector forestal, elaborar estrategias que reduzcan las emisiones y cómo estas aportan a los compromisos de país en el contexto de REDD+.

2. INFORMACIÓN UTILIZADA EN LA CONSTRUCCIÓN DEL NIVEL DE REFERENCIA DE EMISIONES FORESTALES (NREF)

2.1 Escala y ubicación del NREF

Para la estimación del Nivel de Referencia de Emisiones Forestales Honduras ha tomado la totalidad (100%) de su territorio, abarcando 112,492.00 km² y con una división política que comprende 18 departamentos formados por 298 municipios.

Honduras se encuentra ubicado en la región centroamericana en la longitud 8°6' Norte y Latitud 87°13' Oeste como se muestra en la (Figura 1).

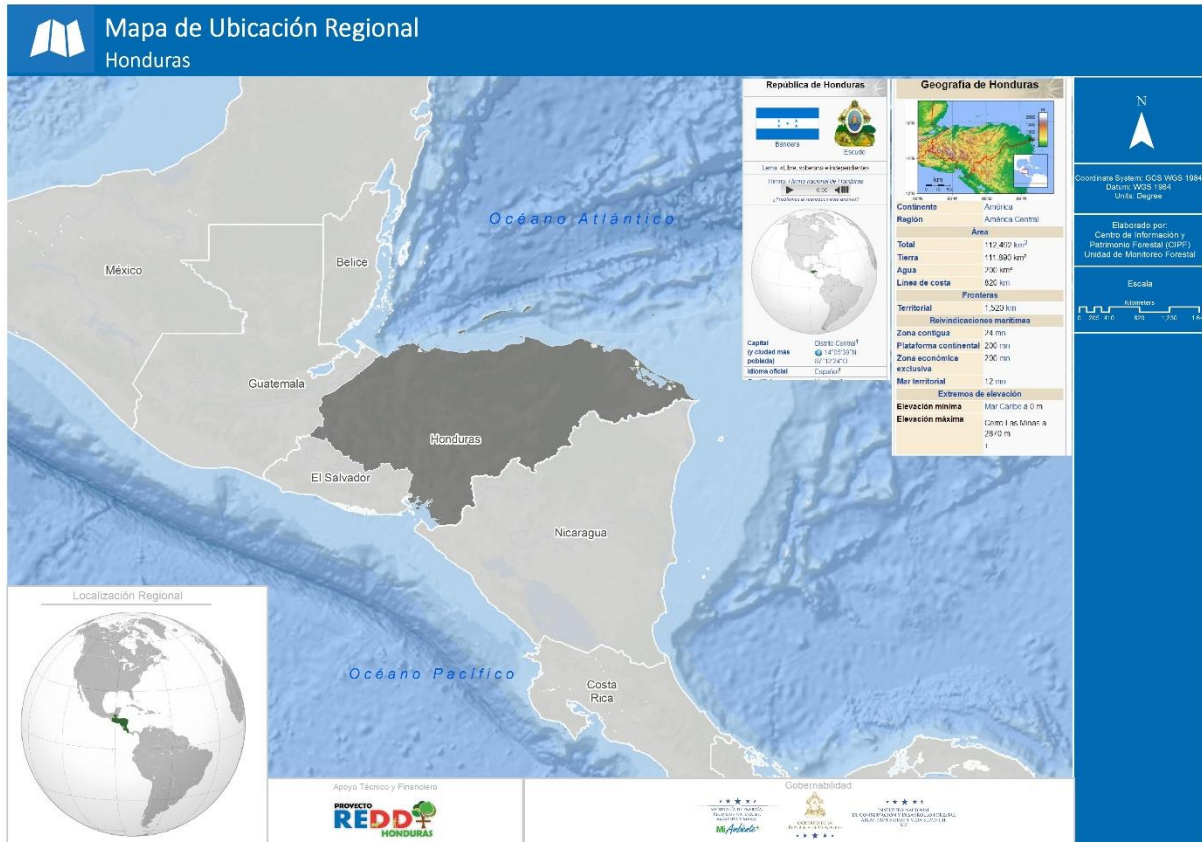


Figura 1 Mapa de ubicación regional de Honduras

2.2 Actividades incluidas en el NREF

El Nivel de Referencia de Emisiones Forestales incluye únicamente las emisiones de CO₂ provenientes de la deforestación.

Es importante mencionar que el país se encuentra trabajando en la definición de degradación, así como en la identificación de herramientas y metodologías que servirán para cuantificar dicha degradación de los bosques; por lo tanto, actualmente no se incluirá en el Nivel de Referencia de Emisiones Forestales.

Por otra parte, cabe aclarar que la deforestación estimada para éste Nivel de Referencia no incluye el incremento de las reservas forestales de carbono (ganancias) por lo que la misma se considera una tasa bruta de deforestación en términos de área y emisiones.

2.3 Definición de bosque

De manera participativa, Honduras ha realizado una definición de Bosque enfocada en el mecanismo REDD+ y otras actividades de interés para el manejo forestal sostenible del país, la cual se define a continuación:

“Es una asociación natural o plantada de árboles (en cualquier etapa del ciclo natural de vida) la cual puede o no estar acompañada de arbustos u otros estratos, que cubre una superficie mínima de 1 hectárea y que es capaz de producir madera, otros productos forestales, bienes y servicios ecosistémicos para beneficio de la población y que ejercen influencia sobre el régimen de aguas, suelo, clima y proveen hábitat para la vida silvestre. La cobertura de copa de dicha asociación debe de ser mayor al 10% y los árboles deberán alcanzar una altura mínima de dos metros para manglares y cuatro metros para el resto de los ecosistemas. Asimismo, se considera bosque las superficies que temporalmente carecen de población forestal a consecuencia de la intervención humana o de causas naturales, pero con potenciales condiciones, características y vocación para convertirse en bosque.”

La definición contempla consideraciones y criterios técnicos enfocados en el tema REDD lo cual describe la importancia de incluir parámetros e indicadores que sean medibles, verificables y consistentes en el tiempo, que tomen en cuenta las herramientas y tecnologías utilizadas en el país (Anexo 1).

A nivel nacional y para efectos de presentar algunas comunicaciones internacionales, se cuentan con algunas definiciones de Bosque que han sido utilizadas para el reporte y medición de la evolución de los bosques a nivel nacional. La Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales (FRA) ha utilizado la definición sugerida por la FAO la cual tiene un enfoque coherente para describir el estado de los bosques del mundo y cómo estos han estado cambiando, pero el área mínima para definir los bosques es de 0.5 ha, la cual no es compatible con la unidad mínima del mapa utilizado en la construcción del NREF.

Otra definición de bosque es la descrita en la Ley Forestal vigente (Decreto No. 98-2007), la cual denota un enfoque orientado hacia la conservación, biodiversidad y productividad de los bosques. Esta definición fue utilizada como punto de partida en la construcción de la definición de bosque para el NREF, sin embargo, debido a las debilidades en la detección de los bosques con una cobertura mayor al 10% de la cobertura de dosel y a las especificaciones del sensor utilizado en el NREF se utilizó un 30% de cobertura de copa para la generación de los Datos de Actividad. Se prevé la utilización de herramientas actualizadas que permitan monitorear el 10% de cobertura de copa, como lo menciona la definición de bosque del presente NREF.

Para la construcción del NREF, existe una diferencia entre la definición utilizada en la evaluación nacional forestal (ENF) y los mapas de cambios por deforestación la cual se debe a las capacidades y limitaciones que prestan los sensores remotos para discriminar y caracterizar los bosques del país. El área mínima de bosque y porcentaje de cobertura para la ENF es de 0.5 ha y 10% y para los sensores remotos es de 1 ha y 10 % (30% en la práctica) respectivamente.

Otra de las discrepancias es la inclusión de los sistemas agroforestales en la definición de Bosque de los sensores remotos y su exclusión para la ENF. Los sistemas agroforestales (café y cacao) cuentan con una cobertura de dosel mayor al 30% por lo que fueron incluidos en los mapas de cobertura obtenidos de los sensores remotos. Los sistemas agroforestales forman parte del bosque latifoliado húmedo dentro del NREF y en caso de deforestarse estas áreas, el factor de emisión corresponde al de bosque latifoliado húmedo.

Los sistemas agroforestales (café) comprenden un área total de 243,406 ha (Mapa Forestal de Honduras 2014) distribuidos principalmente en los departamentos de El Paraíso, Copán, Santa Bárbara, Comayagua y La Paz (Figura 2). Con respecto al sistema agroforestal cacao, actualmente no se cuenta con la información espacial completa que permita su identificación en un mapa ni su posterior estratificación.

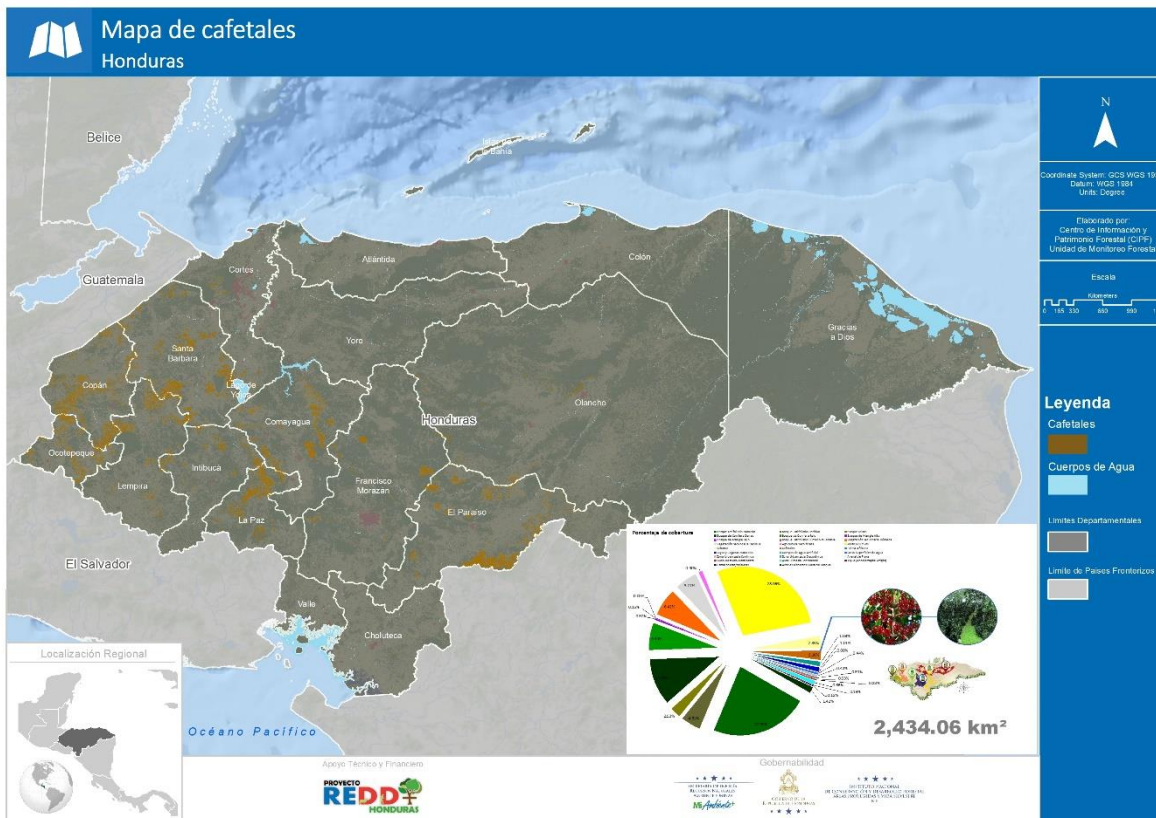


Figura 2 Mapa de sistema agroforestal

2.4 Datos de actividad (DA)

Los datos de actividad evalúan los cambios en el uso del suelo, para el presente NREF se obtuvieron a partir de una serie temporal histórica entre los periodos 2000-2006, 2006-2012 y 2012-2016 (Anexo 6). La metodología utilizada para la estimación de los datos de actividad corresponde al nivel 2 de complejidad descrito en el documento “Orientación sobre las buenas prácticas para uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura” (IPCC, 2003).

2.4.1 Fuente de los datos

Los datos de actividad se elaboraron a partir de un mapa base de cobertura y uso de la tierra 2012¹(Anexo 3) y el mapa de tipología de bosques en Honduras (Anexo 4). Debido a la disponibilidad histórica y la facilidad de acceso a los datos, se utilizaron imágenes satelitales de mediana resolución espacial provenientes del sensor satelital Landsat para la generación de mosaicos (2000, 2006, 2012 y 2016) a nivel nacional que fueron la base en la identificación de los cambios por deforestación.

¹ El mapa base fue obtenido del resamplado del mapa forestal y cobertura de la tierra en la República de Honduras elaborado con imágenes de alta resolución del sensor RapidEye generando así un mapa base a nivel nacional con el sensor Landsat.

El mapa de Tipología de Bosques en Honduras permite la identificación de los bosques existentes a nivel nacional y la definición de las áreas potenciales para cada uno de ellos mediante el uso de sensores remotos, información de mapas de cobertura históricos, estudios nacionales y regionales de ecosistemas y una clasificación según variables como la altitud, precipitación, temperatura, suelo, pendiente, eco-regiones y cobertura forestal. Con la metodología implementada se han obtenido 4 tipos de bosque, siendo el predominante el bosque latifoliado húmedo que abarca aproximadamente el 50.75% del territorio hondureño; seguido del bosque de conífera representando un 25.85%, el bosque latifoliado decidual con 20.81% y 0.81% bosque de mangle; el 1.78% restante corresponde a cuerpos de agua. La exactitud global del mapa de tipología es de 99.82% según el proceso de validación externa.

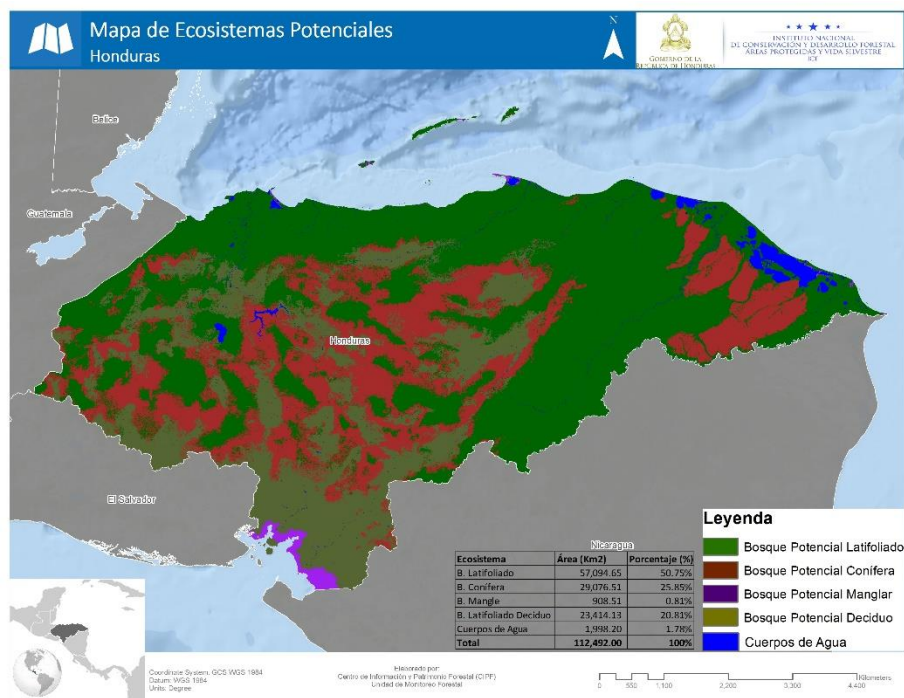


Figura 3 Mapa de ecosistemas potenciales

2.4.2 Procesamiento y clasificación

Se utilizó la plataforma de Google Earth Engine (GEE) para el proceso de detección de cambios de forma semi automatizada (Anexo 5), la cual consistió en desarrollar y ejecutar un Script especializado que incluye una serie de algoritmos entre los que se destacan el método de clasificación llamado “Árbol de clasificación y regresión” (CART²). Dentro del Script se establecieron muestras espectrales para determinar cambios por deforestación en los diferentes tipos de bosque que comprende el país.

El Script combina una serie de procesos que contemplan el uso de imágenes compuestas en función de diferentes temporalidades basadas en la selección del mejor píxel (nubosidad de 10%). Como resultado del script se cuantificó y clasificó la superficie del país según las siguientes categorías (Figura 4).

² Classification and Regression Trees. L. Breiman, J. Friedman, R. Olshen, C. Stone Chapman y Hall, 1984. Es un método de clasificación basado en un árbol de decisión estadístico, el cual combina diferentes parámetros en función de muestras establecidas.

- **Bosque Estable:** Constituye aquella superficie que ha sido clasificada como bosque en el periodo inicial (año 2000) y se mantiene como tal en los años siguientes (hasta 2016).
- **No Bosque Estable:** Constituye aquella superficie que ha sido clasificada como No Bosque en el periodo inicial de análisis (año 2000), y se mantiene en esa categoría en los años siguientes (hasta el 2016).
- **Pérdida en la Superficie cubierta por Bosque:** Es la diferencia entre la superficie de bosque detectada en el periodo inicial y la superficie de bosque detectada en el periodo final. Para el país se determinaron tres períodos (2000 – 2006, 2006 – 2012 y 2012 – 2016). Solamente considera el cambio de un área de Bosque Estable a No Bosque Estable.



Figura 4 Mapa de Cambios en la Cobertura Forestal por Deforestación para los periodos 2000-2006-2012-2016

2.4.3 Edición

Luego de ejecutar el proceso semi automatizado se obtuvo el primer resultado de los cambios por deforestación, con éste se procedió a realizar una revisión y edición de forma manual para depurar la información y mejorar los cambios detectados. Para la edición de cambios se utilizaron los mosaicos generados para el país y se procesaron en el programa Erdas Imagine a través de las herramientas de digitalización de polígonos (AOI) y recodificación.

2.4.4 Control de Calidad

Con el propósito de mejorar la calidad de los datos se realizaron actividades de control de calidad durante todo el proceso, las cuales consistieron en hacer rotación de áreas de clasificación entre personal responsable del proceso de edición.

Por otra parte, de manera visual se utilizaron datos de cambios filtrados a 1 ha de la base de datos de Hansen³ para realizar comparaciones y mejorar los datos generados.

³ Link de descarga: https://storage.googleapis.com/earthenginepartners-hansen/GFC2015/Hansen_GFC2015_lossyear_20N_090W.tif

2.4.5 Filtro por área

Como proceso final se realizó un filtro de la información digital (cambios por deforestación) utilizando los segmentos de mosaicos multifecha. Este proceso se realizó con el objetivo de llevar los datos a una unidad mínima de mapeo de 1 ha (Anexo 7).

2.4.6 Evaluación de la Exactitud

Considerando las sugerencias planteadas en el capítulo 2, sección 2.4.4.1 y el capítulo 5, sección 5.3.4.1 de las guías de buenas prácticas (IPCC, 2003), donde se establece la realización de una validación de la exactitud temática y estimación de proporciones de áreas para la presentación de mapas ante la CMNUCC. En base a lo anterior Honduras utilizó la metodología de estimación del área y evaluación de exactitud de cambios en la tierra establecida por (Olofsson, 2014), la cual contempla la unidad de evaluación espacial, fuentes de información de referencia, construcción de matrices de error, estimaciones de exactitud y corrección de áreas. No obstante, este último paso no fue desarrollado debido al incremento significativo de las pérdidas por deforestación para el periodo 2012-2016 el cual impactaba directamente con la tasa de deforestación anual.

La información sujeta a la evaluación de exactitud corresponde a 20 categorías del mapa de Cambios los cuales comprenden para cada tipo de bosque (4) una clase de Bosque Estable, No Bosque Estable, Pérdidas para el período 2000-2006, pérdidas 2006-2012 y pérdidas 2012-2016. Para la estimación del tamaño de la muestra se utilizó la fórmula establecida por Cochran 1977 citado por (FAO, 2015), la cual dio como resultado un total de 2768 polígonos (segmentos) necesarios para la evaluación de exactitud del mapa. Seguidamente se distribuyeron en las 20 categorías del mapa, en donde se definió un número mínimo de 100 polígonos (con excepción de 2 categorías de mangle el cual se definió un total de 25) y el resto se distribuyeron de manera proporcional al área de categoría del mapa. Seguidamente se seleccionaron de manera aleatoria para su posterior validación. Se definió como unidad de evaluación espacial los segmentos con un área mínima de 1 ha.

Con el objetivo de realizar la evaluación de exactitud con el involucramiento de una institución ajena al proceso de generación del mapa de cambios, se contó con la participación de 3 intérpretes asignados por la Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH) (Tabla 1 y Anexo 8).

Tabla 1 Matriz de confusión simple

| Validación/MAPA | Bosque estable | No Bosque estable | Pérdida 00-06 | Pérdida 06-12 | Pérdida 12-16 | Total | Exactitud del Usuario |
|-------------------------------|----------------|-------------------|---------------|---------------|---------------|-------|-----------------------|
| Bosque estable | 802 | 15 | 9 | 20 | 9 | 855 | 93.80% |
| No Bosque estable | 5 | 506 | 4 | 10 | 1 | 526 | 96.20% |
| Pérdida 00-06 | 3 | 1 | 425 | 8 | | 437 | 97.25% |
| Pérdida 06-12 | 2 | | 2 | 365 | 1 | 370 | 98.65% |
| Pérdida 12-16 | 6 | 5 | | 6 | 563 | 580 | 97.07% |
| Total | 818 | 527 | 440 | 409 | 574 | 2768 | |
| Exactitud de Productor | 98.04% | 96.02% | 96.59% | 89.24% | 98.08% | | 96.13% |

Finalmente se construyó la matriz de confusión y la estimación de exactitud para cada categoría utilizando la información modal de cada segmento analizado. El resultado de la exactitud global del mapa de cambios por deforestación es de 96.13% (Tabla 1) y las exactitudes para cada categoría analizada se presentan en la tabla 2.

Tabla 2 Datos de categorías y exactitud obtenidos de validación de los datos de deforestación en los diferentes periodos de análisis

| Categoría | Descripción | Exactitud/categoría |
|-----------|--|---------------------|
| 1_1 | Latifoliado húmedo_bosque estable | 96.15% |
| 1_2 | Latifoliado húmedo_no bosque estable | 98.17% |
| 1_5 | Latifoliado húmedo_pérdida 00-06 | 85.50% |
| 1_6 | Latifoliado húmedo_pérdida 06-12 | 93.15% |
| 1_7 | Latifoliado húmedo_pérdida 12-16 | 52.13% |
| 2_1 | Conífera_bosque estable | 96.68% |
| 2_2 | Conífera_no bosque estable | 99.91% |
| 2_5 | Conífera_pérdida 00-06 | 65.07% |
| 2_6 | Conífera_pérdida 06-12 | 45.11% |
| 2_7 | Conífera_pérdida 12-16 | 39.27% |
| 3_1 | Mangle_bosque estable | 99.51% |
| 3_2 | Mangle_no bosque estable | 97.41% |
| 3_5 | Mangle_pérdida 00-06 | 25.34% |
| 3_6 | Mangle_pérdida 06-12 | 100.00% |
| 3_7 | Mangle_pérdida 12-16 | 75.95% |
| 4_1 | Latifoliado Decídulo_bosque estable | 97.95% |
| 4_2 | Latifoliado Decídulo_no bosque estable | 99.99% |
| 4_5 | Latifoliado Decídulo_pérdida 00-06 | 97.48% |
| 4_6 | Latifoliado Decídulo_pérdida 06-12 | 100.00% |
| 4_7 | Latifoliado Decídulo_pérdida 12-16 | 100.00% |

2.4.7 Resultados de DA

A continuación, se describen los datos provenientes del análisis realizado en los mapas de cambio de las temporalidades 2000 al 2016 para todo el país. Las pérdidas totales por deforestación ascienden a **372,856.90 ha** (Tabla 3) con una tasa de deforestación promedio de **23,303.56 ha** (Tabla 4). La cobertura con mayor deforestación anual es el bosque latifoliado húmedo con un promedio de **17,407.51 ha** (Figura 5).

Tabla 3 Datos de deforestación total en el periodo de análisis

| | Total de área por periodo/cobertura | | | |
|-------------------------|-------------------------------------|-------------------|------------------|-------------------|
| | 2000-2006 | 2006-2012 | 2012-2016 | 2000-2016 |
| Intervalo de año | 6 | 6 | 4 | 16 |
| Cobertura | Área (ha) | Área (ha) | Área (ha) | Área (ha) |
| B. Latifoliado Húmedo | 71,533.50 | 127,785.50 | 79,201.11 | 278,520.11 |
| B. Conífera | 28,918.05 | 10,030.33 | 3,205.35 | 42,153.72 |
| B. Mangle | 86.40 | 61.40 | 1,047.00 | 1,194.80 |
| B. Latifoliado Deciduo | 20,224.41 | 23,172.41 | 7,591.44 | 50,988.26 |
| Total | 120,762.36 | 161,049.64 | 91,044.90 | 372,856.90 |

Tabla 4 Datos de deforestación promedio en el periodo de análisis

| | Pérdida promedio anual/cobertura | | | |
|---------------------------------------|----------------------------------|------------------|------------------|------------------|
| | 2000-2006 | 2006-2012 | 2012-2016 | 2000-2016 |
| Intervalo de año | 6.00 | 6.00 | 4.00 | 16.00 |
| Cobertura | Área (ha) | Área (ha) | Área (ha) | Área (ha) |
| B. Latifoliado Húmedo | 11,922.25 | 21,297.58 | 19,800.28 | 17,407.51 |
| B. Conífera | 4,819.67 | 1,671.72 | 801.34 | 2,634.61 |
| B. Mangle | 14.40 | 10.23 | 261.75 | 74.68 |
| B. Latifoliado Deciduo | 3,370.73 | 3,862.07 | 1,897.86 | 3,186.77 |
| Perdida Promedio anual/periodo | 20,127.06 | 26,841.61 | 22,761.22 | 23,303.56 |

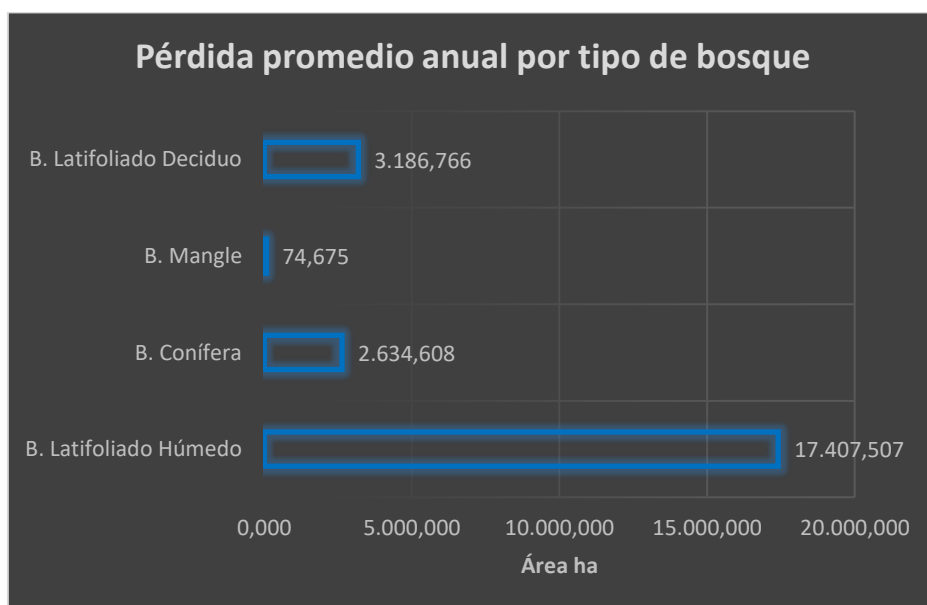


Figura 5 Pérdida promedio anual por tipo de bosque

2.5 Factores de emisión (FE)

La estructura de niveles (Tier)⁴ utilizada en las Directrices del IPCC (2003) es jerárquica, siendo el Tier 1 el nivel más alto y que presenta una mayor exactitud en los resultados referentes a factores de emisión. Para Honduras el proceso de estimación de factores de emisión corresponde al Tier 2.

2.5.1 Fuente de los datos

Para este nivel, se emplearon datos específicos del país colectados mediante la Evaluación Nacional Forestal (ENF), realizada a escala nacional en el periodo 2005-2006 y la Evaluación Nacional Forestal y Biodiversidad (ENFB), realizada en el periodo 2011-2015 por el Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre (ICF). El ICF genera como parte de los instrumentos para la gestión forestal la ENF, la cual existe por mandato de la Ley Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre (art. 18, núm. 10).

La ENF se realizó con base en criterios e indicadores que fueron desarrollados a partir de una actualización de los resultados del proceso centroamericano de Lepaterique para la ordenación forestal sostenible realizado en 1997 (CCAD, 2004). Además, se consideraron los criterios propuestos por el Programa de Evaluación de Recursos Forestales Mundiales de FAO (FAO, 2000), elementos del actual Programa Nacional Forestal (PRONAFOR) (PRONAFOR, 2004) y la Ley Forestal vigente. El diseño de la ENF se basa en 7 criterios, 31 indicadores y 98 variables.

Debido a que el diseño de la ENF solo contempla la medición de 2 UM en B. Mangle y que dicha categoría presenta un error de estimación significativo, Honduras decidió utilizar los valores de FE obtenidos de un estudio local sobre análisis de carbono orgánico total en manglares del Parque Nacional Jeannette Kawas (Rivera-Monroy, 2013). Sin embargo, este estudio solo contempla la estimación de biomasa y carbono aéreo.

2.5.2 Diseño de muestreo estadístico

La ENF tiene un diseño de muestreo estadístico tomando como base el área total del país (112,492 Km²). El muestreo contempla el levantamiento de datos dentro y fuera de las áreas de bosque, lo que permite recabar información de los recursos en todas las áreas productivas del país; además, esta consideración también permite realizar un diagnóstico para evaluar la dinámica de los ecosistemas forestales degradados.

El diseño estadístico de la ENF tuvo un muestreo sistemático, para lo cual se definió una malla de puntos cada 10 minutos en latitud y 10 minutos en longitud haciendo un total de 340 unidades de muestreo (Figura 6), de las cuales por dificultad de acceso y falta de recursos solo se midieron 181(ciclo I) y 263 (ciclo II) (Figuras 7 y 8 y Tabla 5).

⁴ Tier: Niveles de complejidad establecidos por la “Guía de buenas prácticas del IPCC”

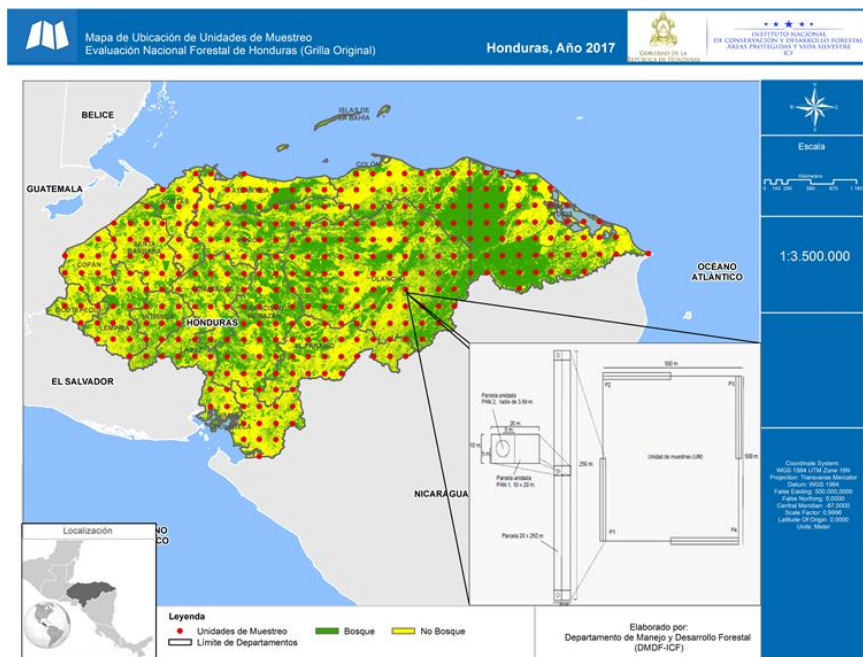


Figura 6 Malla de Puntos (340 UM)



Figura 7 Ubicación de Unidades de Muestreo Inventario Ciclo I (2005).



Figura 8 Ubicación de Unidades de Muestreo Inventario Ciclo II (2011-2016).

Tabla 5 Unidades de muestreo realizadas en la ENF (ciclos I y II)

| Unidades de muestreo (UM) realizadas en la ENF | | |
|--|------------|------------|
| | Ciclo I | Ciclo II |
| Con Bosque | 29 | 37 |
| Con bosque parcial | 102 | 192 |
| No Bosque | 50 | 34 |
| Total de UM medidas | 181 | 263 |

Fuente: Departamento de Manejo Forestal ICF, 2017.

Cada unidad de muestreo (UM) está constituida por 4 parcelas rectangulares distribuidas en un cuadrado de 500 m x 500 m. Las parcelas tienen una forma rectangular y el tamaño es de 250 m x 20m (0.5 ha de superficie) y tienen una estructura anidada, según el tamaño y tipo de recursos que se van a medir (Figura 9 y Tabla 6) (Anexo 9).

Las nuevas unidades agregadas a la segunda medición tienen parcelas con una dimensión de 20 m x 130 m (Figura 10). Las unidades remedidas fueron 156 (comparables) y 107 UM son nuevas. Dentro de Áreas Protegidas se levantaron 53 UM en el ciclo I y 79 UM en el ciclo II (Anexo 10).

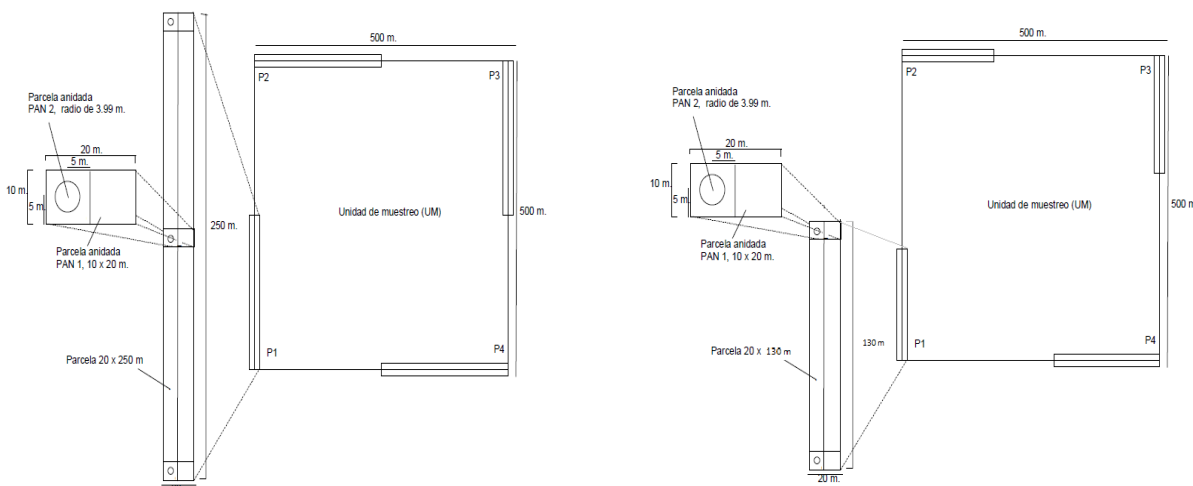


Figura 9 Diseño original, usado en inventario 2005 y para remediación de parcelas en 2011 y 2015. Figura 10 Diseño modificado para la segunda medición.

Tabla 6 Tamaños y formas de parcelas usados en cada medición

| Elemento a medir | UM de primera medición y de remediación (segunda medición) ⁵ | | | UM nuevas en segunda medición ⁶ | | |
|--|---|-----------------------------|-------------------------------|--|-----------------------------|-------------------------------|
| | Forma y tamaño de la parcela | Cantidad de parcelas por UM | Área por UM (m ²) | Forma y tamaño de la parcela | Cantidad de parcelas por UM | Área por UM (m ²) |
| Árboles y tocones en bosque con DAP≥20 cm o árboles y tocones con DAP≥10 cm en áreas fuera de bosque | Rectángulo de 20m x 250m | 4 por UM | 20,000 | Rectángulo de 20m x 130m | 4 por UM | 10,400 |
| Árboles en bosque con DAP entre 10 y 20 cm. | Rectángulo de 20m x 10m | 12 por UM | 2,400 | Rectángulo de 20m x 10m | 8 por UM | 1,600 |

⁵ Hace referencia al tamaño de las parcelas de las UM del primer ciclo de la ENF y al tamaño de las parcelas remedidas en el segundo ciclo de la ENF

⁶ Hace referencia al tamaño de las parcelas de las UM que se establecieron como nuevas en el ciclo II de la ENF

| Elemento a medir | UM de primera medición y de remediación (segunda medición) ⁵ | | | UM nuevas en segunda medición ⁶ | | |
|--|---|-----------------------------|-------------------------------|---|-----------------------------|-------------------------------|
| | Forma y tamaño de la parcela | Cantidad de parcelas por UM | Área por UM (m ²) | Forma y tamaño de la parcela | Cantidad de parcelas por UM | Área por UM (m ²) |
| Regeneración, árboles con DAP<10 cm y altura mayor que 1.3 metros. | Parcela circular con radio de 3.99m (50m ²) | 12 por UM | 600 | Parcela circular con radio de 3.99m (50m ²) | 8 por UM | 400 |
| Uso del suelo mediante croquis que se genera en el terreno | Rectángulo de 20m x 250m | 4 por UM | 20,000 | Rectángulo de 20m x 130m | 4 por UM | 10,400 |
| Hojarasca | Parcelas cuadradas de 50cm de lado | 12 por UM | 3 | Parcelas cuadradas de 50cm de lado | 8 por UM | 2 |
| Madera muerta caída mayor o igual que 10 cm de diámetro | Transectos de 20m | 12 por UM | | Transectos de 20m | 8 por UM | |
| Madera muerta caída menor que 10 cm de diámetro | Transectos de 10m | 12 por UM | | Transectos de 10m | 8 por UM | |

(ICF, 2014)

2.5.3 Depósitos medidos en ENF

La ENF incluyó en el ciclo I la medición y cuantificación de biomasa y carbono en los siguientes depósitos: biomasa aérea y subterránea, tocones y árboles muertos. En la segunda medición de la ENF se incorporaron los depósitos de hojarasca y madera muerta caída (Tabla 7).

A continuación, se describen los depósitos antes mencionados:

Tabla 7 Descripción de depósitos incluidos

| Depósito Forestal (pool) | | Descripción |
|--------------------------|---------------------|--|
| Biomasa | Biomasa aérea | Toda la biomasa de la vegetación viva, tanto maderera como herbácea, que se halla por encima del suelo, incluidos tallos, cepas, ramas, corteza, semillas y follaje. Nota: En los casos en los que el sotobosque sea un componente menor del depósito de carbono de la biomasa aérea, es aceptable que se lo excluya para las metodologías y los datos asociados que se utilizan en ciertos niveles, siempre que éstos se empleen de manera coherente a lo largo de toda la serie temporal del inventario. |
| | Biomasa subterránea | 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. |
| Materia orgánica muerta | Madera muerta | Incluye toda la biomasa leñosa no viviente que no está contenida en la hojarasca, ya sea en pie, tendida en el suelo o enterrada. La madera muerta incluye la madera tendida en la superficie y raíces muertas. Para Honduras se sugieren diámetros ≥ 5 cm. |
| | Hojarasca/detritus no vivos | 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), que yace muerta, en diversos estados de descomposición por encima del suelo mineral u orgánico. Incluye la capa de hojarasca como se la define habitualmente en las tipologías de suelos. Las raíces vivas finas por encima del suelo mineral u orgánico (por debajo del diámetro mínimo límite elegido para la biomasa subterránea, 2mm) se incluyen con la hojarasca cuando no se las puede distinguir de esta última empíricamente. |
| | Tocones | Parte del tronco de un árbol que permanece unida a las raíces después de un aprovechamiento (igual o mayor a 10 cm). En caso de que sea un tronco quebrado por viento se considerara tocón si es menor a 3 m desde el suelo. |
| | Árboles muertos | Incluye toda la biomasa leñosa no viviente que está contenida en pie. |

Para la información de carbono en el suelo, Honduras utiliza la clasificación realizada por la FAO en 1965, la cual tiene una actualización que lleva por nombre FAO WRB 2006-2010 que contiene 9 clases de suelo, con información sobre profundidad, origen, textura, etc, sin incluir información acerca del carbono en suelos orgánicos o minerales. Es por ello que se ha decidido excluirlos del presente NREF ya que se presenta información limitada al respecto.

2.5.4 Estratificación del bosque

El Programa de Evaluación de Recursos Forestales Mundiales de FAO (FRA) desarrolló una clasificación global de coberturas para realizar las evaluaciones a nivel mundial, las cuales están definidas en el documento de términos y definiciones. (FAO, 1998)

Para la ENF de Honduras se desarrolló una clasificación más específica, basada en las clases globales de la FAO (FAO, 1998) y en otras clases utilizadas en el país por instituciones estatales. En la tabla 8, se detalla la clasificación del uso de la tierra y tipos de bosque (CUT) la cual se divide en los siguientes niveles:

Primer Nivel: Las clases agrupadas corresponden a la división entre bosque y áreas fuera de bosque.

Segundo Nivel: Posee categorías de cada tipo de bosque y de las encontradas en áreas fuera de bosque. Para el caso de bosque, se identifican los 4 tipos generales en que se pueden dividir los bosques de Honduras (latifoliado, coníferas, mixtos y manglares); en el caso de áreas fuera de bosque, se dividen

en tres categorías que corresponden a: otras tierras naturales con plantas leñosas, otras tierras y cuerpos de agua interior.

Tercer Nivel: Divide estas categorías en tipos más específicos, en el caso de bosque: estado sucesional u origen y en el caso de áreas fuera de bosque: origen o tipo de uso productivo.

Cuarto Nivel: Divide las categorías de bosque del nivel 3 según la cobertura de copas.

Tabla 8 Clasificación del uso de la tierra y tipos de bosque

| Términos | Definiciones |
|-----------------------|---|
| NIVEL 1 | |
| Bosque | Es una asociación vegetal natural o plantada, en cualquier etapa del ciclo natural de vida, con árboles que alcanzan una altura superior a 5 m, con una cobertura de dosel mayor del 10 %, que se extienden por más de 0.5 hectáreas y un mínimo de 20 m de ancho, que con o sin manejo, es capaz de producir bienes y servicios; ejercer influencias sobre el régimen de aguas, suelo, clima y proveer hábitat para la vida silvestre. El término excluye de manera específica las formaciones de árboles utilizados en sistemas de producción agrícola, por ejemplo, plantaciones frutales, sistemas agroforestales y los árboles que crecen en parques y jardines urbanos. |
| Áreas Fuera de Bosque | Incluye todas aquellas tierras que no son clasificadas como bosque y comprenden a Otras Tierras Naturales con Plantas Leñosas, Otras Tierras (OT) y Cuerpos de Agua Interior (CAI). |
| Términos | Definiciones |
| NIVEL 2 | |
| Bosque Latifoliado | Bosque en el que más del 75% de la cubierta arbórea está compuesta por especies de hoja ancha. |
| Bosque de Coníferas | Bosque en el que más del 75% de la cubierta arbórea consiste en especies de coníferas. Son áreas de bosque dominadas por pino en diferentes estados de madurez. |
| Bosque Mixto | Bosque compuesto de especies latifoliadas y coníferas donde ninguna de ellas sobrepasa el 75 % de la cobertura arbórea. Son áreas en donde se encuentra una combinación del pino con otras especies de hoja ancha, como robles, encinos, nance de montaña, etc. Debe tomarse en cuenta todos los estratos del bosque para identificar la dominancia de coníferas o latifoliadas. Pueden ser jóvenes o adultos. |
| Bosque Manglar | Bosque dominado por un grupo de especies típicamente arbóreas y arbustivas, que han desarrollado adaptaciones fisiológicas, reproductivas y estructurales que les permite colonizar sustratos inestables y áreas anegadas; sujetas a los cambios de las mareas en las costas tropicales y subtropicales protegidas por el oleaje. |

| | |
|---|---|
| Otras Tierras Naturales con Plantas Leñosas | Terreno natural no clasificado como “bosque”, de extensión superior a 0.5 ha.; con árboles de más de 5 m de altura y/o capaces de alcanzar esta altura en la madurez, con una cubierta de copas de 5 al 10 %; o pueden ser combinaciones de árboles, arbustos y matorrales. |
| Otras Tierras | La tierra que no ha sido clasificada como bosque u otras tierras arboladas. Incluye tierras agrícolas, praderas naturales, terrenos con construcciones, tierras improductivas, etc. |
| Cuerpos de Agua Interior | Superficie ocupada por ríos, lagos, lagunas y embalses importantes. |

(ICF, 2014)

| Términos | Definiciones |
|----------------------|---|
| NIVEL 3 | |
| Latifoliado primario | Bosque que se encuentra en la etapa final o clímax de una serie evolutiva, no está intervenido por el hombre. Si existe presencia humana, sus actividades no interfieren la dinámica natural del bosque. |
| Latifoliado maduro | Bosque donde los árboles presentan tasas máximas de crecimiento; pero su estructura y composición han sido alteradas alguna vez por la actividad humana. |
| Latifoliado medio | Bosques con alturas mayores de 5 m y que aún no han llegado a su estado de madurez. |
| Latifoliado joven | Bosque con alturas menores de 5 m. |
| Pino maduro | Árboles adultos, maduros o sobre maduros, con copas cónicas o ligeramente redondeadas, con alturas > 20 m y/o DAP > 30 cm. |
| Pino medio | Árboles aun en estado de crecimiento, con copas cónicas, la altura > 15 m y/o DAP > 20 cm y < 30 cm. Pueden existir algunos árboles semilleros con copas redondeadas, los cuales no deben exceder de 20 árboles/ha. |
| Pino joven | Árboles jóvenes con altura > de 5 m < 15 m y/o DAP > 10 cm y < 20 cm, pueden existir árboles semilleros, los cuales pueden estar en proporción de 15-20 árboles/ha. |
| Pino regeneración | Arbolitos con alturas < 5 m y/o DAP < 10 cm, pueden existir árboles semilleros en proporción de 15-20 árboles/ha. |
| Mixto maduro | Bosque donde los árboles presentan tasas máximas de crecimiento; pero su estructura y composición han sido alteradas alguna vez por la actividad humana. |
| Mixto medio | Bosques con alturas mayores de 5 m y que aún no han llegado a su estado de madurez |

| | |
|---------------------------|--|
| Mixto joven | Bosque con alturas menores de 5 m. |
| Manglar maduro | Bosque donde los árboles presentan tasas máximas de crecimiento; pero su estructura y composición han sido alteradas alguna vez por la actividad humana. |
| Manglar medio | Bosques con alturas mayores de 5 m y que aún no han llegado a su estado de madurez |
| Manglar joven | Bosque con alturas menores de 5 m. |
| Arbustos | Plantas leñosas con uno o varios troncos. Se refiere a tipos de vegetación cuyos elementos leñosos dominantes son arbustos, es decir, plantas leñosas perennes, generalmente de más de 0,5 m y menos de 5 m de altura en su madurez y sin una copa definida. Los límites de altura para árboles y arbustos deben interpretarse con flexibilidad, particularmente la altura mínima de los árboles y la máxima de los arbustos, que pueden variar entre 5 y 7 m aproximadamente. |
| Pasto natural con árboles | Vegetación de crecimiento natural con predominancia de gramíneas y herbáceas arbustivas con árboles dispersos, donde la cobertura de copas es mayor de 5% y menor al 20%. |
| Pasto natural sin árboles | Vegetación de crecimiento natural con predominancia de gramíneas y herbáceas arbustivas, si hay presencia de árboles, la cobertura de copas es menor de 5%. |
| Sabanas con árboles | Vegetación de crecimiento natural con predominancia de gramíneas y herbáceas arbustivas con árboles dispersos, donde la cobertura de copas es mayor de 5% y menor al 20%. Se ubican en áreas llanas o planas. Este tipo de ecosistema se puede encontrar en la zona sur de Honduras, por ejemplo, pasto con jícaros; también en la Mosquitia hondureña, pasto con pino caribea o costanero. |
| Sabana sin árboles | Vegetación de crecimiento natural con predominancia de gramíneas y herbáceas arbustivas, sin presencia de árboles. Se pueden encontrar como áreas de recarga para acuíferos. |
| Humedales | Tierra cubierta periódica y temporalmente por agua y dominada por gramíneas, sin presencia significativa de árboles y arbustos. |
| Suelo desnudo | Áreas o tierras desprovistas de vegetación donde el suelo está compuesto de arena y rocas, muy limitadas o no aptas para producción agropecuaria. Incluye las zonas de derrumbe, cauces de los ríos con evidencia de inundación reciente, y las zonas de extracción de material selecto. |
| Sistemas agroforestales | Uso de la tierra en el cual los árboles o arbustos crecen en asociación con cultivos agrícolas y/o pastos. |

| | |
|--------------------------------|--|
| Cultivo anual sin árboles | Incluye la agricultura tradicional que es la que se hace con fines de subsistencia (cultivo de granos básicos, en especial con frijol y maíz) y comúnmente se realiza con ciclos de producción anual. Incluye la tierra en preparación. |
| Cultivo permanente sin árboles | Cultivos plantados para producción de más de dos años. Este tipo de cultivo es el que se realiza con fines comerciales (a gran escala); con cultivos permanentes tales como: piña, caña de azúcar, yuca, cacao y plantaciones de frutales. Se lleva a cabo principalmente en los valles o suelos de buena fertilidad natural. Se desarrolla en monocultivos tecnificados y se caracteriza por sus exigencias en inversión de capital y alto uso de insumos, como fertilizantes y pesticidas. |
| Ganadería | Áreas cubiertas de pasto cultivado, dedicado a la producción de ganado (vacuno, bovino, caprino, equino). Por sus condiciones de manejo puede ser intensiva o extensiva. |
| Asentamientos humanos | Áreas pobladas con construcciones significativas. Incluye las viviendas dispersas en el campo y todas las zonas pobladas. Áreas sometidas a uso intensivo cubierto en gran parte por estructuras, incluye ciudades, poblados, aldeas y fajas a lo largo de carreteras y rutas de transporte. Estos asentamientos son muy diversos en cuanto a infraestructura, distribución de las viviendas y número de habitantes. También incluye zonas en donde se localizan instalaciones y edificaciones tales como granjas avícolas y otros complejos industriales. |
| Términos | Definiciones |
| NIVEL 4 | |
| Ralo | Por condiciones de sitio, la cobertura de copas es entre 10-40%. |
| Explotado | Por perturbación humana (aprovechamiento, incendios, etc.), la cobertura de copas es entre 10-40%. |
| Intermedio | La cobertura de copas es entre 40-70%. |
| Denso | La cobertura de copas es mayor de 70%. |

(ICF, 2014)

2.5.5 Otras variables medidas

El diseño también contempla puntos de medición para las variables de suelo. Cada parcela tiene tres grupos de parcelas anidadas y tres puntos de medición (12 puntos por unidad de muestreo), los cuales están distribuidos sistemáticamente.

En cada punto se tomaron datos de:

Pedregosidad: Se refiere a la presencia de fracciones mayores a las gravas sobre la superficie del suelo y dentro del perfil del mismo. Las categorías de pedregosidad que se diferencian son :

- < 5 %: Libre o ligeramente pedregosa: con ninguna o muy pocas rocas de tamaño pequeño dispersas sobre el suelo.
- 5–20 %: Moderadamente pedregosa: con pocas rocas distribuidas sobre la superficie.
- 21-50%: Pedregosa: rocas distribuidas sobre el área o en grupos cubriendo del 21% al 50%.
- 51-90%: Muy pedregosa: rocas de todo tamaño cubriendo un 50 a 90% de la superficie.
- 91-100%: Extremadamente pedregosa: rocas de todo tamaño repartidas por todas partes (90% al 100%).

Textura: esta medición se realizó con base en la guía que se proporciona a los técnicos de campo y que describe las características y la manera de identificar la siguientes clases:

- | | |
|-------------------|--------------------|
| • Material rocoso | • Limo franco |
| • Arena pura | • Limo arcilloso |
| • Arena limosa | • Arcilla arenosa |
| • Limo arenoso | • Franco arcilloso |
| • Limo puro | • Arcilla franca |
| • Arena arcillosa | • Franco limoso |
| • Arena franca | • Arcilla limosa |
| • Franco arenoso | • Arcilla pura |

Pendiente: el ángulo de la pendiente dominante del punto de medición, expresada en porcentaje.

Profundidad: se refiere a la profundidad máxima del suelo susceptible de ser penetrada por sistemas radiculares de plantas, nativas o cultivadas. Se considera como limitante de la profundidad, las capas endurecidas cuya dureza no permitan ser rayadas (en estado seco), con una moneda. Esta variable se midió según los rangos siguientes: < 20 cm, 20 –50 cm, 51-90 cm y > 90 cm.

Fisiografía: se refiere a la unidad de paisaje donde se ubica el punto de medición, según las siguientes opciones:

- Lomo de colina: Área más alta y plana de una colina o montaña.
- Ladera alta: Falda de una montaña, colina o cerro que se ubica de hacia la mitad superior.
- Ladera media: Falda de una montaña, colina o cerro que se ubica hacia la mitad inferior.
- Pie de monte: Área de inicio de una falda o ladera de montaña.
- Valle: Depresión de la superficie terrestre, de forma alargada e inclinada hacia un lago, mar o cuenca endorreica, habitualmente ocupada por un río. Generalmente se forma por la erosión fluvial y la meteorización mecánica.
- Terraza: Planicie en un área intermedia de una colina, puede ser natural o hecha por el hombre.
- Depresión: Área más baja de un barranco o guindo, no forma parte de un río o quebrada.
- Planicie: Área llana o plana sin presencia de cerros o montañas. Llanura.

2.5.6 Recopilación de datos de campo

En el primer ciclo de la ENF se realizó el levantamiento de los datos mediante la contratación de profesionales, quienes por sí mismos organizaban los equipos de trabajo en campo. En dicho proceso se tuvo como organismo ejecutor a la Asociación Forestal del Estado, Corporación Hondureña de Desarrollo Forestal (AFE-COHDEFOR) y como organismo nacional de contraparte a la Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG). Además, se contó con el apoyo financiero de la Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) a través del Proyecto de Apoyo a la Evaluación e Inventario de Bosques y Árboles, TCP/HON/3001 (A), (AFE-COHDEFOR, 2005). Las

cuadrillas de trabajo estaban formadas de 4 y 6 personas teniendo como jefe de cuadrilla a un profesional forestal capacitado en el proceso de levantamiento de datos.

Para el segundo ciclo de la ENF se realizó una licitación internacional que resultó con la contratación de la empresa consultora TRAGSATEC de España para hacer la colecta de datos de campo con técnicos nacionales. El proceso fue financiado por la Unión Europea (UE) a través del Proyecto Modernización del Sector Forestal de Honduras (MOSEF). Para definir de manera puntual los procedimientos a seguir en el levantamiento de datos, se elaboró un manual de campo detallado el cual sirvió de guía a los técnicos forestales en campo y en procesos de capacitación (Anexo 10).

2.5.7 Control de calidad

Se llevó a cabo un proceso de control de calidad en ambas mediciones de la ENF. En la primera medición, el control de calidad lo realizó el equipo de inventario FAO-COHDEFOR cubriendo un total de 32 UM (20%). Paralelamente se realizaron supervisiones a 17 UM (10%) seleccionadas por dudas surgidas durante las revisiones de gabinete o escogidas al azar para verificar el trabajo realizado (Ramírez & Salgado, 2005-2006).

En el caso de la segunda medición, para realizar el control de calidad se consideró que la verificación de campo se realizaría en el 10% de las UM. Esta actividad fue ejecutada parte de la empresa UNIQUE Forestry and Land Use GmbH. Por otra parte, el personal de ICF vinculado a la ENF también realizó un proceso de control de calidad adicional en otro 10% de las UM, con lo cual se tiene control de calidad en un 20% de las UM (Anexo 12).

2.5.8 Procesamiento de los datos

Los datos de campo fueron ingresados en una base de datos de MS Access, la cual fue diseñada de manera específica para dicha ENF. El cálculo de resultados se realizó con el programa estadístico SIBP2 (Sistema de Inventarios en Bosques Públicos y Privados). Para el cálculo de los valores de cada variable se asoció un error de muestreo a un nivel confianza de 95% (Anexo 11).

La información dasométrica producto de los dos ciclos de la ENF se agrupó en las categorías de: Bosque Latifoliado húmedo, Latifoliado deciduo, Mangle y Conífera. Para derivar los FE se utilizó el mapa potencial de bosque y la información dasométrica de los CUT del ENF.

2.5.9 Metodología para cálculo de biomasa total por tipo o estrato de bosque.

Para el cálculo del volumen total que cada uno de los árboles representados por hectárea se utilizan las fórmulas nacionales de volumen total; en el caso de bosque de coníferas se usan las desarrolladas por Inventario Forestal Nacional (INFONAC) y para bosque latifoliado las desarrolladas por Agencia Canadiense para la Cooperación Internacional (COHDEFOR-ACDI) (Calderón Amaya, 2017).

No se utilizaron las ecuaciones de volumen debido a que las existentes en el país están enfocadas en el cálculo del volumen a nivel fustal y generalmente se utilizan para cálculos de volumen de bosque destinados a la extracción de madera. En cambio, las ecuaciones de biomasa calculan a nivel de fustes y ramas, por tanto, genera un resultado más aproximado a la realidad (Tabla 9). A continuación, se describen las ecuaciones utilizadas en los cálculos de biomasa en los diferentes depósitos:

Tabla 9 Ecuaciones utilizadas para estimar biomasa

| Aplicación | Ecuación o Factor | Referencia |
|---|--|--|
| Biomasa Aérea | (1) $ba = (0.11264421 * (dap^2 * h) 0.85091168) / 1000$ | Alberto D., 2005 |
| | (2) $ba = (0.0673 * (\rho * dap^2 * H) 0.976) / 1000$ | Chave et al., 2014 |
| Biomasa subterránea | $bs = e^{[-1.0587 + 0.8836 * \ln(ba)]}$ | Cairns, Brown, Helmer, & Baumgardner, 1997 |
| Volumen de Tocones | $vtoc = \frac{[(d_1/100)^2 + (d_2/100)^2]}{2} * \frac{\pi}{4} * h$ | Smalian citado por Ferreira, 2005 |
| Volumen Madera muerta caída | $V = 1.2337 / L * D^2$ | |
| Biomasa de Hojarasca: Parcelas de 20m x 250m | $B = PS / 1000000 * 10000 / (0.25 * 12) \Rightarrow PS * 0.003333$ | |
| Biomasa de Hojarasca: Parcelas de 20m x 130m | $B = PS / 1000000 * 10000 / (0.25 * 8) \Rightarrow PS * 0.005$ | |

Dónde: **ba** = biomasa aérea, peso seco (t/ha); **dap** = diámetro a la altura del pecho o diámetro de referencia (cm); **H** = altura total del árbol (m); **ρ** = densidad de la madera (g/cm³); **bs** = biomasa subterránea, peso seco (t/ha); **ba** = biomasa aérea, peso seco (t/ha); **vtoc** = volumen del tocón (m³); **d1 y d2** = diámetro menor y mayor del tocón (cm); **h** = altura del tocón (m); **V** = volumen en m³/ha; **L** = largo del transecto(m); **D** = diámetro de la pieza (cm); **B**= biomasa en Tm/ha; **PS**= peso seco (gramos)

2.5.9.1 Biomasa Aérea

El modelo (1) se utiliza para calcular la biomasa de los árboles de especies de coníferas. Fue desarrollado por Alberto D., 2005 específicamente para el cálculo de biomasa de la especie *Pinus oocarpa*, pero, dadas las características de los bosques de conífera en Honduras y la similitud entre las maderas de este género, es aplicable para generar datos de biomasa de las 7 especies del género *Pinus* presentes en el país. Este modelo tiene implícita la densidad de la madera del género *Pinus* y basa su cálculo en el dap y la altura del árbol.

Para el cálculo de biomasa de las especies latifoliadas se utiliza el modelo (2) el cual es un modelo utilizado a nivel regional. Para utilizar esta ecuación alométrica de biomasa aérea, se requiere el valor de la densidad de la madera. Para establecer la densidad de cada especie se utiliza la base de datos de DRYAD (Zanne AE, 2009). De esta base de datos se utilizaron solamente las especies de Centroamérica, México y la zona tropical de la América del Sur. Si la especie no tiene una referencia de densidad promedio, se utiliza el promedio del género; si no existen datos de género se usa el promedio de la familia; si ninguna de las anteriores es posible de obtener, se utiliza el promedio de todas las especies de las tres regiones antes mencionadas, correspondiente a 0.6277 g/cm³.

Cada una de las especies en la base de datos tiene asociado un porcentaje de carbono. Para obtener la cantidad de carbono se multiplica la biomasa por el contenido de carbono (%). Para las especies de B. Conifera se utilizó una fracción de carbono de 0.518 (Alberto D., 2005) y para las especies de B. Latifoliado húmedo y B. Latifoliado deciduo se utilizó el valor por defecto de 0.47 establecido por McGroddy, et al., 2004 citado por (IPCC, 2006).

La cantidad de CO₂ equivalente se obtiene multiplicando el contenido de carbono por la constante 3.67.

2.5.9.2 Biomasa Subterránea

Para el cálculo de la biomasa subterránea se utiliza como variable independiente la estimación de la biomasa aérea. Así como es el caso del cálculo del carbono aéreo, el carbono subterráneo se obtiene de la multiplicación de la biomasa subterránea por el contenido de carbono que está asociado a cada especie. Para el B. Mangle se utilizó la fórmula descrita en la tabla 9 para dicha estimación.

2.5.9.3 Biomasa de Tocones

Para la estimación de la biomasa de tocones se debe contar con los datos de volumen de tocones y la densidad de la madera de los tocones.

El volumen individual de cada uno de los tocones, obtenido de la ecuación de Smalian (Ferreira, 2005), se multiplica por la cantidad de tocones por hectárea a fin de tener el valor en metros cúbicos por hectárea (m³/ha). La cantidad que representan por hectárea depende del tamaño de parcelas usadas; si las parcelas son de 20 m x 250 m cada tocón representa 0.5 tocones por hectárea, en el caso de parcelas de 20 m x 130 m la cantidad de tocones representa 0.96 tocones por hectárea.

Para la estimación de la biomasa del tocón se multiplica el volumen del tocón por la densidad de la madera. Para la estimación del carbono del tocón, se multiplica la biomasa por la fracción de carbono en función del tiempo en que el árbol fue cortado como se determina en campo, según indica la tabla 10:

Tabla 10 Valores de Densidad y Fracción de Carbono utilizados para la estimación de carbono en tocones

| Categoría de descomposición | Densidad g/cm ³ | Fracción de carbono (%) |
|-----------------------------|----------------------------|-------------------------|
| [0] No aplica | 0.63 (promedio especies) | 50 |
| 1) < de 1 año | 0.63 | 40 |
| [2] > de 1 año | 0.50 | 30 |
| 3) No sabe | 0.63 | 50 |
| 4) No definido | 0.63 | 50 |

Fuente: Datos adaptados de Zanne AE, 2009.

2.5.9.4 Biomasa de Madera Muerta Caída

Para la estimación de la biomasa de madera muerta caída se debe contar con los datos de volumen de madera muerta caída y la densidad de esas piezas de madera muerta caída.

El volumen de la madera muerta caída se determina utilizando los datos recolectados a lo largo de transectos establecidos en las unidades de muestreo. Para la madera menor que 10 cm de diámetro el largo del transecto es 10 metros y para la madera con diámetro mayor o igual que 10 cm el largo del transecto es de 20 metros. El número de transectos depende del tamaño de la parcela que sea objeto de medición, para el caso de las UM del ciclo I se hizo el levantamiento de 3 transectos, donde todas las parcelas presentan dimensiones de 20m x 250m.

Para el ciclo II, las mediciones se realizaron para 2 tipos de UM de acuerdo al tamaño de las mismas; en consecuencia, se levantaron 2 transectos para las parcelas que presentan dimensiones de 20m x 130m y se levantaron 3 transectos para las parcelas con dimensiones de 20m x 250m.

La biomasa es el resultado de la multiplicación del volumen de madera muerta caída por hectárea por la densidad según el estado de descomposición. Para las diferentes piezas de madera muerta caída se han establecido valores de densidad y de contenido de carbono, para ello se tomará como base la

categoría de descomposición de cada pieza que se observa en el campo. En la tabla 11 se muestran los valores por cada categoría:

Tabla 11 Densidades y fracciones de carbono para estimación de carbono en madera muerta.

| Categoría de descomposición | Densidad Kg/m ³ | Contenido de carbono (%) |
|-------------------------------------|----------------------------|--------------------------|
| 01- Solido | 0.63 (promedio especies) | 50 |
| 02- Intermedio | 0.4 | 40 |
| 03- Descompuesto | 0.2 | 30 |
| 04-Desconocido/indeterminado | 0.63 | 50 |

Para la estimación de carbono en madera muerta en el B. Mangle se utilizó un porcentaje de carbono derivado de los datos para mangle del Inventario Nacional de Costa Rica (Emanuelli, y otros, 2015).

2.5.9.5 Biomasa de la Hojarasca

Previo al cálculo de las variables de la hojarasca es importante definir qué tipo de parcelas se están usando en la UM; si son parcelas de 20m x 250m se tienen en total 12 puntos de muestreo de hojarasca y si son parcelas de 20m x 130m se tienen en total 8 puntos de muestreo de la hojarasca. Cada parcela de hojarasca tiene un área de 0.25 m² (0.5m x 0.5m). Básicamente lo que se registra en cuanto a la hojarasca es el peso húmedo (campo), peso seco (laboratorio) y contenido de carbono de la hojarasca (laboratorio); con estos valores se estima la biomasa, carbono y el CO₂ equivalente en toneladas por hectárea (t/ha). La biomasa de la hojarasca corresponde a su peso seco en toneladas por hectárea.

Al igual que en la estimación de carbono en madera muerta, para la estimación de carbono en hojarasca en el B. Mangle se utilizó un porcentaje de carbono derivado de los datos para mangle del Inventario Nacional de Costa Rica (Emanuelli, y otros, 2015).

2.5.10 Resultados (FE)

Después del procesamiento de los datos del ciclo I y II de la Evaluación Nacional Forestal, se realizó el análisis de cobertura encontrada en las unidades de muestreo para cada ciclo, cálculos de biomasa, carbono y CO₂ equivalente para cada ciclo.

Para el cálculo de los FE se utilizó un promedio de los resultados del ciclo I y ciclo II de la ENF debido a que se presentó un incremento significativo en los valores de biomasa para el ciclo II en la cobertura de B. Latifoliado Húmedo.

2.5.10.1 Porcentajes de coberturas en UM del ciclo I y II en la ENF

El área total de las 181 UM medidas en el ciclo I es de **361.26 ha** de las cuales **102.30 ha** están dentro de áreas protegidas. La cobertura que mayor porcentaje presentado en las UM en el ciclo I y dentro de áreas protegidas corresponde al B. latifoliado húmedo, con un **19.51%** y **35.50%** respectivamente (Tabla 12).

Tabla 12 Porcentaje de cobertura en ciclo I de la ENF

| Análisis en 181 UM medidas | | | Análisis de UM en áreas protegidas | |
|----------------------------|---------------|---------------|------------------------------------|---------------|
| Cobertura | ha | % | ha | % |
| B. Conífera | 68.00 | 18.82 | 7.40 | 7.30 |
| B. Latifoliado húmedo | 70.49 | 19.51 | 36.30 | 35.50 |
| B. Mangle | 1.04 | 0.29 | 1.00 | 1.00 |
| B. Latifoliado deciduo | 14.61 | 4.04 | 1.00 | 0.90 |
| No Bosque | 207.12 | 57.33 | 56.60 | 55.30 |
| Total | 361.26 | 100.00 | 102.30 | 100.00 |

Para el ciclo II del INF, el área total de las 263 UM medidas es de **419.42 ha** de las cuales **110.77 ha** están dentro de áreas protegidas. La cobertura que mayor porcentaje presentado en las UM en el ciclo II y dentro de áreas protegidas corresponde al B. latifoliado húmedo, con un **23.76%** y **48.10%** respectivamente (Tabla 13).

Tabla 13 Porcentaje de cobertura en ciclo II de la ENF

| Análisis en 263 UM medidas | | | Análisis de UM en áreas protegidas | |
|----------------------------|---------------|---------------|------------------------------------|---------------|
| Cobertura | ha | % | ha | % |
| B. Conífera | 83.34 | 19.87 | 10.60 | 9.60 |
| B. Latifoliado húmedo | 99.67 | 23.76 | 53.30 | 48.10 |
| B. Mangle | 0.77 | 0.18 | 0.70 | 0.60 |
| B. Latifoliado deciduo | 19.79 | 4.72 | 2.00 | 1.80 |
| No Bosque | 215.85 | 51.46 | 44.20 | 39.90 |
| Total | 419.42 | 100.00 | 110.77 | 100.00 |

2.5.10.2 Estimación de Biomasa

La biomasa por hectárea calculada según los datos de la ENF para el ciclo I (excluyendo la madera muerta y hojarasca), es de **159.08** toneladas en B. Latifoliado Húmedo, **79.57** en B. Conífera, **498.18** en B. Mangle y **47.47** en B. Latifoliado Deciduo y para el ciclo II es de **221.27** toneladas en B. Latifoliado Húmedo, **77.79** en B. Conífera, **498.18** en B. Mangle y **68.14** en B. Latifoliado Deciduo. La biomasa por hectárea calculada con la madera muerta y hojarasca es de **222.95** toneladas en B. Latifoliado Húmedo, **78.56** en B. Conífera, **514.13** en B. Mangle y **71.05** en B. Latifoliado Deciduo. La biomasa a su vez se calculó en aérea, subterránea, tocones, árboles muertos, madera muerta y hojarasca (Tabla 14).

Tabla 14 Toneladas de Biomasa por hectárea (C_t/ha) según la ENF

| Año | Cobertura /Pool (C_t/ha) | B. Latifoliado Húmedo | B. Conífera | B. Mangle | B. Latifoliado Deciduo |
|--------------------------------|--------------------------|-----------------------|--------------|---------------|------------------------|
| 2005 | Aérea | 113.77 | 55.53 | 419.52 | 33.11 |
| | Subterránea | 40.11 | 21.86 | 78.66 | 13.19 |
| | Tocones | 0.09 | 0.19 | 0.00 | 0.06 |
| | Árboles Muertos | 5.12 | 1.99 | 0.00 | 1.10 |
| | Madera Muerta | N/A | N/A | N/A | N/A |
| | Hojarasca | N/A | N/A | N/A | N/A |
| 2015 | Aérea | 162.51 | 53.47 | 419.52 | 48.78 |
| | Subterránea | 55.00 | 20.33 | 78.66 | 18.76 |
| | Tocones | 0.23 | 0.14 | 0.00 | 0.03 |
| | Árboles Muertos | 3.53 | 3.84 | 0.00 | 0.57 |
| | Madera Muerta (MM) | 1.65 | 0.26 | 14.00 | 1.40 |
| | Hojarasca (H) | 0.03 | 0.52 | 1.95 | 1.51 |
| Total 2005 | | 159.08 | 79.57 | 498.18 | 47.47 |
| Total 2015 | | 221.27 | 77.79 | 498.18 | 68.14 |
| Total 2015 + MM & H | | 222.95 | 78.56 | 514.13 | 71.05 |

La biomasa promedio estimada para las cuatro coberturas según los datos de la ENF (ciclo I y II) es de **211.54** toneladas. Por cobertura el promedio estimado es de: **191.86** toneladas en B. Latifoliado Húmedo, **79.46** en B. Conífera, **514.13** en B. Mangle y **60.71** en B. Latifoliado Deciduo. La biomasa a su vez se calculó en aérea, raíces, tocones, árboles muertos, madera muerta y hojarasca (Tabla 15 y Figura 11).

Tabla 15 Toneladas de Biomasa promedio (C_t/ha) según la ENF

| No | Cobertura /Pool (C_t/ha) | B. Latifoliado Húmedo | B. Conífera | B. Mangle | B. Latifoliado Deciduo | Promedio |
|--------------|--------------------------|-----------------------|--------------|---------------|------------------------|---------------|
| 1 | Aérea | 138.14 | 54.50 | 419.52 | 40.95 | 163.28 |
| 2 | Subterránea | 47.55 | 21.09 | 78.66 | 15.98 | 40.82 |
| 3 | Tocones | 0.16 | 0.17 | 0.00 | 0.04 | 0.09 |
| 4 | Árboles Muertos | 4.32 | 2.92 | 0.00 | 0.84 | 2.02 |
| 5 | Madera Muerta | 1.65 | 0.26 | 14.00 | 1.40 | 4.33 |
| 6 | hojarasca | 0.03 | 0.52 | 1.95 | 1.51 | 1.00 |
| Total | | 191.86 | 79.46 | 514.13 | 60.71 | 211.54 |

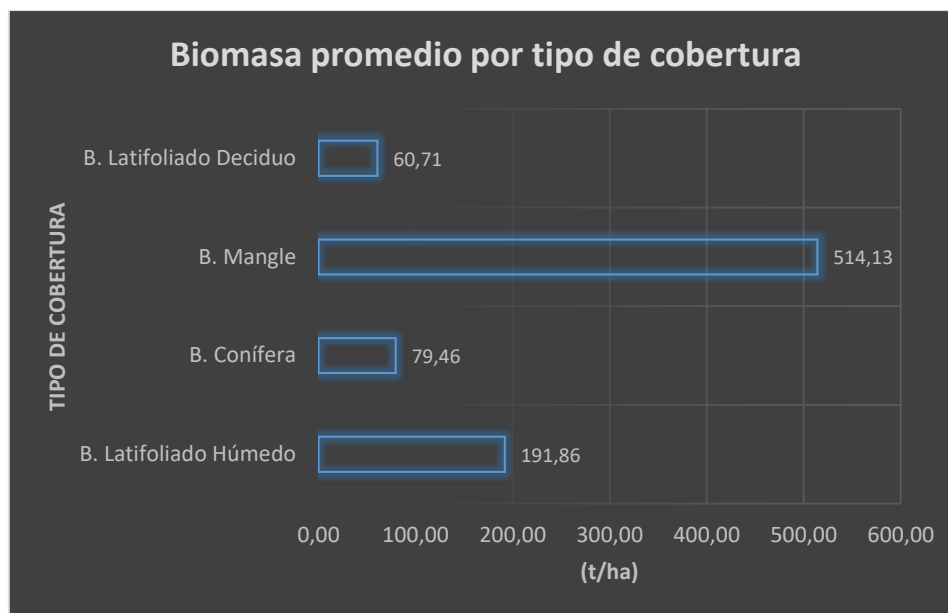


Figura 11 Biomasa promedio por tipo de cobertura (t/ha)

2.5.10.3 Estimación del contenido de carbono

El carbono por hectárea calculado según los datos de la ENF para el ciclo I (excluyendo la madera muerta y hojarasca), es de **74.77** toneladas en B. Latifoliado Húmedo, **41.22** en B. Conífera, **234.15** en B. Mangle y **22.31** en B. Latifoliado Deciduo y para el ciclo II es de **103.99** toneladas en B. Latifoliado Húmedo, **40.30** en B. Conífera, **234.15** en B. Mangle y **32.03** en B. Latifoliado Deciduo. El carbono por hectárea calculado con la madera muerta y hojarasca es de **104.79** toneladas en B. Latifoliado Húmedo, **40.70** en B. Conífera, **241.64** en B. Mangle y **33.39** en B. Latifoliado Deciduo. El carbono se calculó en aérea, subterránea, tocones, árboles muertos, madera muerta y hojarasca (Tabla 16).

Tabla 16 Estimación del contenido de carbono equivalente (C_t/ha) según ENF.

| Año | Cobertura /Pool (C_t/ha) | B. Latifoliado Húmedo | B. Conífera | B. Mangle | B. Latifoliado Deciduo |
|-------------------|--------------------------|-----------------------|--------------|---------------|------------------------|
| 2005 | Aérea | 53.47 | 28.77 | 197.18 | 15.56 |
| | Subterránea | 18.85 | 11.32 | 36.97 | 6.20 |
| | Tocones | 0.04 | 0.10 | 0.00 | 0.03 |
| | Árboles Muertos | 2.41 | 1.03 | 0.00 | 0.52 |
| | Madera Muerta | N/A | N/A | N/A | N/A |
| | Hojarasca | N/A | N/A | N/A | N/A |
| 2015 | Aérea | 76.38 | 27.70 | 197.18 | 22.93 |
| | Subterránea | 25.85 | 10.53 | 36.97 | 8.82 |
| | Tocones | 0.11 | 0.07 | 0.00 | 0.01 |
| | Árboles Muertos | 1.66 | 1.99 | 0.00 | 0.27 |
| | Madera Muerta (MM) | 0.77 | 0.13 | 6.58 | 0.66 |
| | Hojarasca (H) | 0.02 | 0.27 | 0.92 | 0.71 |
| Total 2005 | | 74.77 | 41.22 | 234.15 | 22.31 |

| | | | | | |
|--------------------------------|--|---------------|--------------|---------------|--------------|
| Total 2015 | | 103.99 | 40.30 | 234.15 | 32.03 |
| Total 2015 + MM & H | | 104.79 | 40.70 | 241.64 | 33.39 |

El carbono promedio estimado para las cuatro coberturas según los datos de la ENF (ciclo I y II) es de **100.38** toneladas. Por cobertura el promedio estimado es de: **90.17** toneladas en B. Latifoliado Húmedo, **41.16** en B. Conífera, **241.64** en B. Mangle y **28.53** en B. Latifoliado Deciduo. El carbono se calculó en aérea, subterránea, tocones, árboles muertos, madera muerta y hojarasca (Tabla 17 y Figura 12).

Tabla 17 Estimación del contenido de carbono equivalente promedio (C_t/ha) según ENF

| No | Cobertura /Pool (C_t/ha) | B. Latifoliado Húmedo | B. Conífera | B. Mangle | B. Latifoliado Deciduo | Promedio |
|--------------|--------------------------|-----------------------|--------------|---------------|------------------------|---------------|
| 1 | Aérea | 64.92 | 28.23 | 197.18 | 19.25 | 77.39 |
| 2 | Subterránea | 22.35 | 10.93 | 36.97 | 7.51 | 19.44 |
| 3 | Tocones | 0.08 | 0.09 | 0.00 | 0.02 | 0.05 |
| 4 | Árboles Muertos | 2.03 | 1.51 | 0.00 | 0.39 | 0.98 |
| 5 | Madera Muerta | 0.77 | 0.13 | 6.58 | 0.66 | 2.04 |
| 6 | Hojarasca | 0.02 | 0.27 | 0.92 | 0.71 | 0.48 |
| Total | | 90.17 | 41.16 | 241.64 | 28.53 | 100.38 |

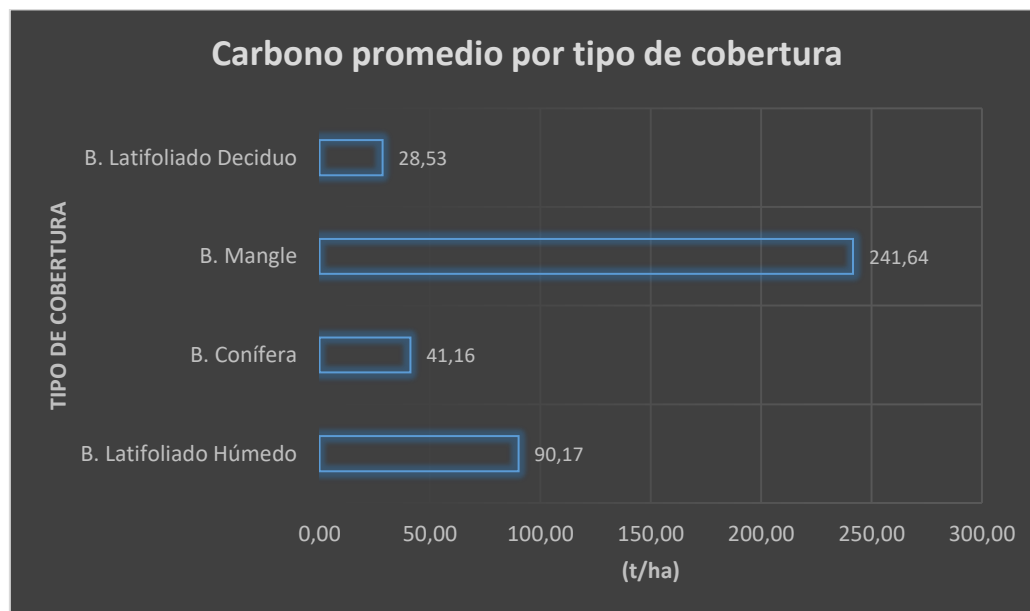


Figura 12 Carbono promedio por tipo de cobertura (t/ha)

2.5.10.3 Estimación del contenido de dióxido de carbono (CO₂) equivalente

El dióxido de carbono (CO₂) por hectárea calculado según los datos de la ENF para el ciclo I (excluyendo la madera muerta y hojarasca), es de **274.16** toneladas en B. Latifoliado Húmedo, **151.14** en B. Conífera, **858.53** en B. Mangle y **81.80** en B. Latifoliado Deciduo y para el ciclo II es de **381.31** toneladas en B.

Latifoliado Húmedo, **147.75** en B. Conífera, **858.53** en B. Mangle y **117.43** en B. Latifoliado Deciduo. El CO₂ por hectárea calculado con la madera muerta y hojarasca es de **384.22** toneladas en B. Latifoliado Húmedo, **149.22** en B. Conífera, **886.01** en B. Mangle y **122.44** en B. Latifoliado Deciduo. El CO₂ se calculó en aérea, subterránea, tocones, árboles muertos, madera muerta y hojarasca (Tabla 18).

Tabla 18 Estimación del contenido de Dióxido de carbono (CO₂_t/ha) según ENF

| Año | Cobertura /Pool (CO ₂ _t/ha) | B. Latifoliado Húmedo | B. Conífera | B. Mangle | B. Latifoliado Deciduo |
|--------------------------------|---|-----------------------|---------------|---------------|------------------------|
| 2005 | Aérea | 196.06 | 105.47 | 722.98 | 57.06 |
| | Subterránea | 69.11 | 41.51 | 135.56 | 22.73 |
| | Tocones | 0.16 | 0.36 | 0.00 | 0.10 |
| | Árboles Muertos | 8.82 | 3.78 | 0.00 | 1.90 |
| | Madera Muerta | N/A | N/A | N/A | N/A |
| | Hojarasca | N/A | N/A | N/A | N/A |
| 2015 | Aérea | 280.06 | 101.56 | 722.98 | 84.07 |
| | Subterránea | 94.79 | 38.62 | 135.56 | 32.34 |
| | Tocones | 0.39 | 0.27 | 0.00 | 0.04 |
| | Árboles Muertos | 6.08 | 7.30 | 0.00 | 0.98 |
| | Madera Muerta (MM) | 2.84 | 0.48 | 24.13 | 2.41 |
| | Hojarasca (H) | 0.06 | 0.99 | 3.36 | 2.60 |
| Total 2005 | | 274.16 | 151.14 | 858.53 | 81.80 |
| Total 2015 | | 381.31 | 147.75 | 858.53 | 117.43 |
| Total 2015 + MM & H | | 384.22 | 149.22 | 886.01 | 122.44 |

El CO₂ promedio estimado para las cuatro coberturas según los datos de la ENF (ciclo I y II) es de **368.05** toneladas. Por cobertura el promedio estimado es de: **330.64** toneladas en B. Latifoliado Húmedo, **150.91** en B. Conífera, **886.01** en B. Mangle y **104.63** en B. Latifoliado Deciduo. El CO₂ se calculó en aérea, subterránea, tocones, árboles muertos, madera muerta y hojarasca (Tabla 19 y Figura 13).

Tabla 19 Estimación de contenido de Dióxido de carbono promedio (CO₂_t/ha) según ENF

| No | Cobertura /Pool (CO ₂ _t/ha) | B. Latifoliado Húmedo | B. Conífera | B. Mangle | B. Latifoliado Deciduo | Promedio (CO ₂ _t/ha) |
|----------------------------------|---|-----------------------|---------------|---------------|------------------------|----------------------------------|
| 1 | Aérea | 238.06 | 103.52 | 722.98 | 70.57 | 283.78 |
| 2 | Subterránea | 81.95 | 40.06 | 135.56 | 27.53 | 71.28 |
| 3 | Tocones | 0.28 | 0.32 | 0.00 | 0.07 | 0.17 |
| 4 | Árboles Muertos | 7.45 | 5.54 | 0.00 | 1.44 | 3.61 |
| 5 | Madera Muerta | 2.84 | 0.48 | 24.13 | 2.41 | 7.47 |
| 6 | Hojarasca | 0.06 | 0.99 | 3.36 | 2.60 | 1.75 |
| Total CO₂_t/ha | | 330.64 | 150.91 | 886.01 | 104.63 | 368.05 |

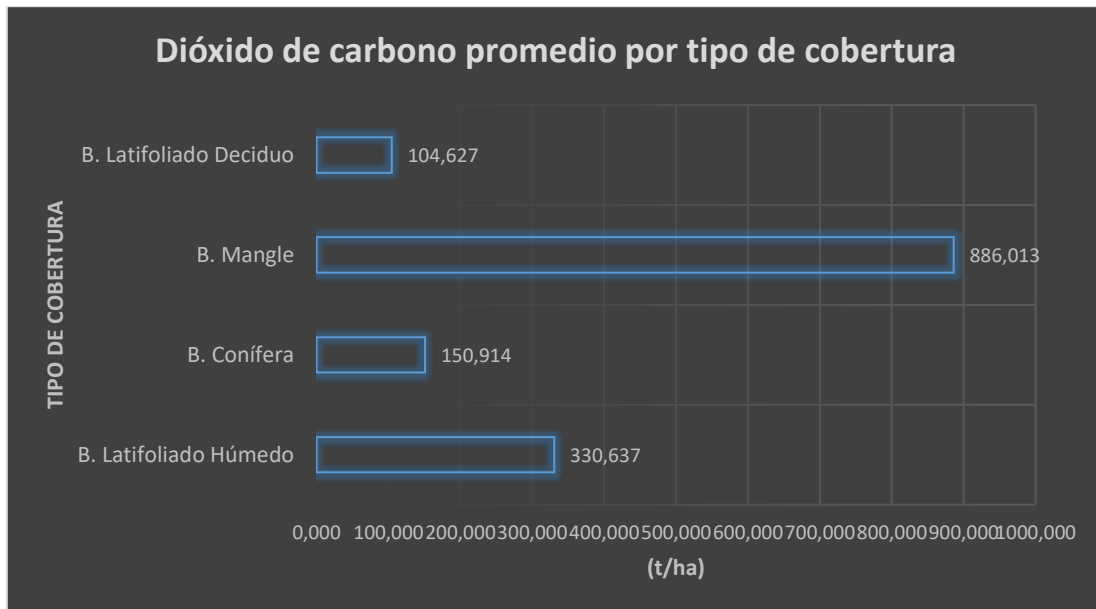


Figura 13 Dióxido de carbono promedio por tipo de cobertura (t/ha)

2.6 Gases incluidos

Teniendo en cuenta el análisis de la información disponible, se incluyó solamente las emisiones de CO₂ provenientes de la deforestación.

Si bien durante las dos primeras comunicaciones ante la CMNUCC fueron considerados los siguientes sectores: Energía, Procesos Industriales, Agrícola, Cambio de Uso de la Tierra y Manejo de Desperdicios, de los cuales se incluyeron seis gases contaminantes: dióxido de carbono (CO₂), monóxido de carbono (CO), óxido nitroso (N₂O), metano (CH₄), los óxidos de nitrógeno (NO_x) y los componentes orgánicos volátiles diferentes al metano (COVDM); sin embargo, los consultores responsables de la construcción de dichos informes no dejaron el suficiente respaldo de la generación de los datos de emisiones ni sus metodologías aplicadas, por lo que se carece de información fidedigna y completa para que pueda ser incluida en el presente NREF.

2.7 Circunstancias Nacionales

Para el país, en el futuro pueden presentarse otras actividades que afecten directamente a la cobertura boscosa y que pueden incluirse como circunstancias nacionales. Actualmente se consideraron las siguientes:

2.7.1 Visión de País y Plan de Nación

Honduras cuenta con un documento estructurado de la Visión de País para el año 2038 y un Plan de Nación al año 2022, el cual fue presentado al Congreso Nacional de la República en el año 2010 y aprobado por este mismo órgano posteriormente. Dicho plan contempla aspectos esenciales para el desarrollo del país en materia de: Desarrollo poblacional sostenible, Democracia ciudadanía y Gobernabilidad, Educación, Cultura, Recursos naturales y Desarrollo regional entre otros.

Por tanto es de consideración dentro del mecanismo REDD+ y en especial en la construcción de lo NREF que según lo anterior en cuanto a la jerarquización jurídica y basado en lo establecido en el Plan de

Nación el cual hace referencia a los artículos 172, 179 y 354 de la Constitución de la República, en los cuales se declara la competencia del Estado sobre sitios de belleza natural, monumentos y zonas de reserva y declarando que el Estado se reserva la potestad de establecer o modificar la demarcación de las zonas de control y protección de los recursos naturales en el territorio nacional, definiendo responsabilidades del Estado en torno a los problemas habitacionales.

2.7.2 Análisis de las causas de la deforestación

En el caso de Honduras los principales elementos que se destacan en el estudio “Causas de la deforestación y degradación de los bosques en Honduras” (Vallejo, 2011) son: (a) falta de políticas públicas para enfrentar la deforestación y degradación del bosque, (b) legislación confusa y poco aplicable, (c) debilidad de la institución representativa de la Administración Forestal del Estado, (d) conflictos de competencia con otras entidades públicas por el acceso a recursos financieros y (e) espacios de poder destinados a la gestión forestal. Además, otros elementos importantes son los usos y costumbres contrarios al manejo forestal (roza y quema, etc.) y la poca claridad y aplicación de incentivos existentes para fomentar la reforestación y mejora de los bosques. No obstante, para conocer y comprender fielmente el proceso de deforestación y degradación de los bosques es necesario ampliar esta información y realizar un análisis detallado de los agentes de la deforestación por región. Si bien el país cuenta con los elementos básicos para entender las dinámicas del uso de la tierra, no es claro cómo se dan los patrones de cambio entre diferentes tipos de uso y cuáles son los motores de esas variaciones (Vallejo, 2011).

2.7.3 Crecimiento Poblacional

Honduras cuenta con una división administrativa compuesta de 18 departamentos y 298 municipios de acuerdo al Censo de Población y de Vivienda. Su población es de 8, 303,771 personas, con un 48.8% de hombres y 51.2% de mujeres, con una densidad promedio de casi 74 habitantes por Km² (INE, 2013).

Honduras ha levantado desde 1950 a 2013 seis censos de población, los cuales muestran que las tasas de crecimiento intercensal inician con una tasa de 3.28%, mostrando una tendencia descendente hasta el año 2013 (1.99%). Eso se debe principalmente a que las familias cada vez son más pequeñas pasando de un promedio de 4.1 hijos/mujer en el 2001 a 2.7 en el 2013. (INE, 2013) (Figura 14).

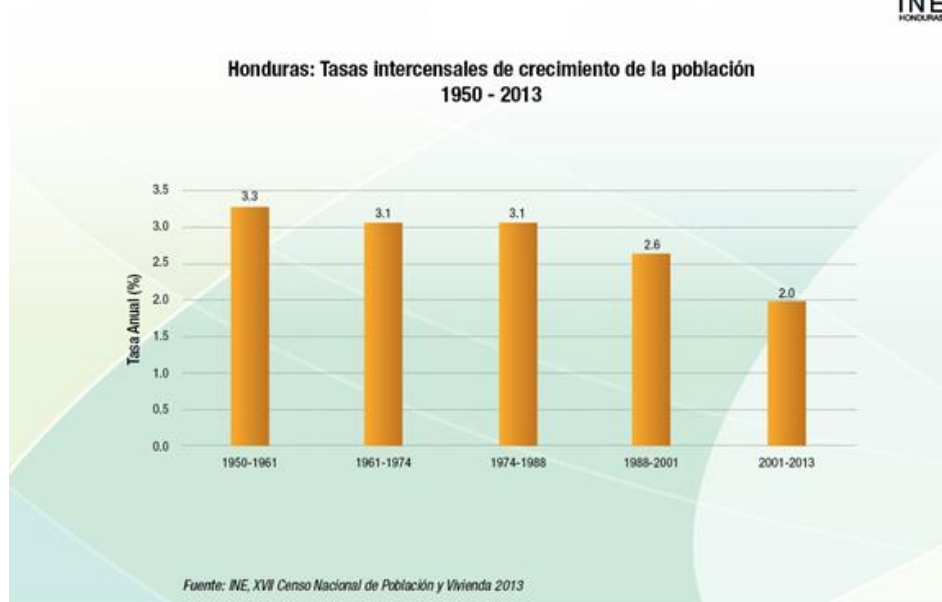


Figura 14 Tasas intercensales de crecimiento poblacional

2.7.4 Economía

Honduras posee una economía basada en la exportación de bienes y productos de la maquila textil, agrícolas, agroindustriales y los servicios turísticos. El Banco Central de Honduras (BCH) indica que el aporte del sector servicios al producto interno bruto (PIB) en 2010 fue de 70%; de la industria manufacturera de 17% y de la agricultura de 12%. También las remesas contribuyeron a la economía nacional con un estimado de 2,594.1 millones de dólares. (L. Banegas, et al., 2012).

Honduras es un país de ingreso medio-bajo que se enfrenta a desafíos significativos, con cerca del 63% de la población viviendo en la pobreza en 2014. En zonas rurales, aproximadamente seis de cada 10 hogares viven en pobreza extrema o con menos de US\$2.50 al día. Desde la crisis económica de 2008-2009 Honduras ha experimentado una recuperación moderada, impulsada por inversiones públicas, exportaciones y altos ingresos por remesas. En 2015 el país creció un 3.6% y en 2016 está previsto que su economía se expanda en 3.5% (BM, 2016).

2.7.5 Sector Agrícola

El país también es vulnerable a choques externos. Su sector agrícola, por ejemplo, perdió cerca de un tercio de sus ingresos en las dos últimas décadas, en parte debido a una disminución de precios en los productos de exportación, en especial bananos y café. (BM, 2016)

Al abordar los agronegocios conviene entender la cadena del café no sólo por su aporte y contribución al PIB agrícola y al PIB nacional, sino también por su impacto en la distribución de la riqueza generada en la cadena, puesto que participan miles de personas en las acciones de producción, transporte, beneficiado y comercialización. Las estadísticas oficiales establecen que el café representa un valor cercano a la tercera parte de la producción agropecuaria consolidada del país. El Instituto Hondureño del Café (IHCAFE) ha señalado que esta cadena aportó en 2011 el 8% del PIB y el 30% del PIB agrícola (L. Banegas, et al., 2012).

2.7.6 Sector Forestal

De 112,492.15 km² que tiene el territorio continental hondureño, 65,982.89 km² son aptos para el manejo forestal (59%). Sin embargo, la actividad agrícola es la que sigue ocupando cada vez más amplias extensiones de suelos con vocación forestal. El sector forestal ha logrado un crecimiento económico importante con un ingreso de 86.7 millones de dólares en 2010 del cual el 60% son el resultado del consumo interno. La importancia de este sector es reconocida por el Estado asumiendo desde hace tiempo la tarea de identificar oportunidades de inversión público-privada especialmente en estos rubros: manejo del recurso forestal, sistemas agroforestales, plantaciones de caoba, eucalipto y teca, aprovechamiento de biomasa, elaboración de casas prefabricadas y tableros de aglomerado, y producción certificada. (L. Banegas, et al., 2012).

2.7.7 Políticas y reglamentos

Los órganos del Estado, ya sea en los Poderes Ejecutivo, Legislativo y Judicial, deben regirse por algunos reglamentos y/o leyes, por lo que en ocasiones deben realizarse actos de protección, adecuaciones legislativas, modificación de prácticas administrativas o la tutela jurisdiccional de los derechos que el Estado se ha obligado a respetar. Así, el deber de los Estados se transmite a que cualquiera de los órganos puede generar responsabilidad por sus acciones y omisiones, cuando éstas signifiquen una violación a los compromisos de país. En Honduras existen diversidad de leyes y reglamentos que no están armonizados o que contemplan vacíos que pueden generar conflictos en su implementación.

3. CONSTRUCCIÓN DEL NIVEL DE REFERENCIA DE EMISIONES FORESTALES

Para el análisis del nivel de referencia de emisiones forestales se utilizaron tres temporalidades como se han descrito en los DA y FE, correspondientes a los periodos 2000-2006, 2006-2012 y 2012-2016. Así mismo se consideraron cuatro tipos de cobertura boscosa del país: B. Conífera, B. Latifoliado Húmedo, B. Mangle y B. Latifoliado Deciduo y sus respectivas perdidas por temporalidad.

3.1 Emisiones forestales promedio para los años del período 2000-2006

Para el periodo 2000-2006 las emisiones CO₂ promedio por año fueron de **5,034,719.60** toneladas, subdivididas en 3,941,934.48 toneladas en B. Latifoliado Húmedo, 727,354.78 en B. Conífera, 12,759.06 en B. Mangle y 352,671.28 en B. Latifoliado Deciduo (Tabla 20).

Tabla 20 Emisiones forestales promedio para los años del período 2000-2006

| Período 2000-2006 | | | | | | |
|-------------------|--------------------------------------|-----------------------|-------------------|------------------|------------------------|---------------------|
| No | Cobertura /Pool (t_CO ₂) | B. Latifoliado Húmedo | B. Conífera | B. Mangle | B. Latifoliado Deciduo | Total |
| 1 | Aérea | 2,838,177.29 | 498,915.80 | 10,411.23 | 237,860.41 | 3,585,364.72 |
| 2 | Subterránea | 977,058.82 | 193,099.25 | 1,952.09 | 92,808.41 | 1,264,918.57 |
| 3 | Tocones | 3,306.30 | 1,534.10 | 0.00 | 248.46 | 5,088.86 |
| 4 | Árboles muertos | 88,797.20 | 26,716.42 | 0.00 | 4,864.68 | 120,378.31 |
| 5 | Madera Muerta | 33,877.91 | 2,337.01 | 347.43 | 8,128.11 | 44,690.46 |
| 6 | Hojarasca | 716.96 | 4,752.21 | 48.32 | 8,761.20 | 14,278.69 |
| Total | | 3,941,934.48 | 727,354.78 | 12,759.06 | 352,671.28 | 5,034,719.60 |

3.2 Emisiones forestales promedio para los años del período 2006-2012

Para el periodo 2006-2012 las emisiones CO₂ promedio por año fueron de **7,707,195.02** toneladas, subdivididas en 7,041,763.89 toneladas en B. Latifoliado Húmedo, 252,285.69 en B. Conífera, 9,067.19 en B. Mangle y 404,078.25 en B. Latifoliado Deciduo (Tabla 21).

Tabla 21 Emisiones forestales promedio para los años del período 2006-2012

| Período 2006-2012 | | | | | | |
|-------------------|--------------------------------------|-----------------------|-------------------|-----------------|------------------------|---------------------|
| No | Cobertura /Pool (t_CO ₂) | B. Latifoliado Húmedo | B. Conífera | B. Mangle | B. Latifoliado Deciduo | Total |
| 1 | Aérea | 5,070,042.24 | 173,050.79 | 7,398.71 | 272,532.02 | 5,523,023.77 |
| 2 | Subterránea | 1,745,391.14 | 66,977.19 | 1,387.25 | 106,336.59 | 1,920,092.16 |
| 3 | Tocones | 5,906.29 | 532.11 | 0.00 | 284.68 | 6,723.07 |
| 4 | Árboles muertos | 158,624.89 | 9,266.69 | 0.00 | 5,573.78 | 173,465.36 |
| 5 | Madera Muerta | 60,518.57 | 810.60 | 246.90 | 9,312.90 | 70,888.97 |
| 6 | Hojarasca | 1,280.76 | 1,648.32 | 34.34 | 10,038.27 | 13,001.69 |
| Total | | 7,041,763.89 | 252,285.69 | 9,067.19 | 404,078.25 | 7,707,195.02 |

3.3 Emisiones forestales promedio para los años del período 2012-2016

Para el periodo 2012-2016 las emisiones CO₂ promedio por año fueron de **7,098,113.95** toneladas, subdivididas en 6,546,699.80 toneladas en B. Latifoliado Húmedo, 120,932.70 en B. Conífera, 231,913.25 en B. Mangle y 198,568.20 en B. Latifoliado Deciduo (Tabla 22).

Tabla 22 Emisiones forestales promedio para los años del período 2012-2016

| Período 2012-2016 | | | | | | |
|-------------------|--------------------------------------|-----------------------|-------------------|-------------------|------------------------|---------------------|
| No | Cobertura /Pool (t_CO ₂) | B. Latifoliado Húmedo | B. Conífera | B. Mangle | B. Latifoliado Deciduo | Total |
| 1 | Aérea | 4,713,598.05 | 82,951.59 | 189,238.21 | 133,925.03 | 5,119,712.89 |
| 2 | Subterránea | 1,622,683.18 | 32,105.40 | 35,481.87 | 52,254.89 | 1,742,525.33 |
| 3 | Tocones | 5,491.05 | 255.06 | 0.00 | 139.89 | 5,886.01 |
| 4 | Árboles muertos | 147,472.93 | 4,441.97 | 0.00 | 2,739.01 | 154,653.91 |
| 5 | Madera Muerta | 56,263.87 | 388.56 | 6,314.97 | 4,576.46 | 67,543.85 |
| 6 | Hojarasca | 1,190.72 | 790.12 | 878.20 | 4,932.91 | 7,791.95 |
| Total | | 6,546,699.80 | 120,932.70 | 231,913.25 | 198,568.20 | 7,098,113.95 |

3.4 Emisiones históricas por deforestación

Las emisiones por deforestación promedio para el periodo 2000-2016 es de **6,552,746.47** t_CO₂/año (Tabla 23, Figuras 15 y 17). Según los resultados presentados, existe una tendencia ascendente de las emisiones por deforestación y el estrato más afectado en el análisis realizado es el B. Latifoliado Húmedo, seguido del B. Conífera, B. Latifoliado Deciduo y el menos afectado es el B. Mangle; además, las emisiones por deforestación para el periodo 2006-2012 aumentaron significativamente en comparación con los otros periodos de análisis (Figura 16). La tendencia de los estratos de B. Conífera y B. Latifoliado Deciduo es descendente con respecto a las emisiones por deforestación; sin embargo, las emisiones en el B. Latifoliado Húmedo fueron ascendente en el periodo de 2006-2012 y desciende en el 2012-2016 que es menor a los otros periodos de análisis.

Tabla 23 Emisiones de dióxido de carbono promedio ponderado (t_CO₂)

| Emisiones de dióxido de carbono (CO ₂) promedio ponderado | | | | | | |
|---|--------------------------------------|-----------------------|-------------------|------------------|------------------------|---------------------|
| No | Cobertura /Pool (t_CO ₂) | B. Latifoliado Húmedo | B. Conífera | B. Mangle | B. Latifoliado Deciduo | Total |
| 1 | Aérea | 4,143,981.84 | 272,725.37 | 53,988.28 | 224,878.42 | 4,695,573.91 |
| 2 | Subterránea | 1,426,589.53 | 105,555.01 | 10,122.72 | 87,743.10 | 1,630,010.36 |
| 3 | Tocones | 4,827.48 | 838.59 | 0.00 | 234.90 | 5,900.98 |
| 4 | Árboles muertos | 129,651.52 | 14,604.16 | 0.00 | 4,599.18 | 148,854.85 |
| 5 | Madera Muerta | 49,464.64 | 1,277.49 | 1,801.61 | 7,684.50 | 60,228.25 |
| 6 | Hojarasca | 1,046.83 | 2,597.73 | 250.54 | 8,283.03 | 12,178.13 |
| Total | | 5,755,561.84 | 397,598.35 | 66,163.16 | 333,423.12 | 6,552,746.47 |

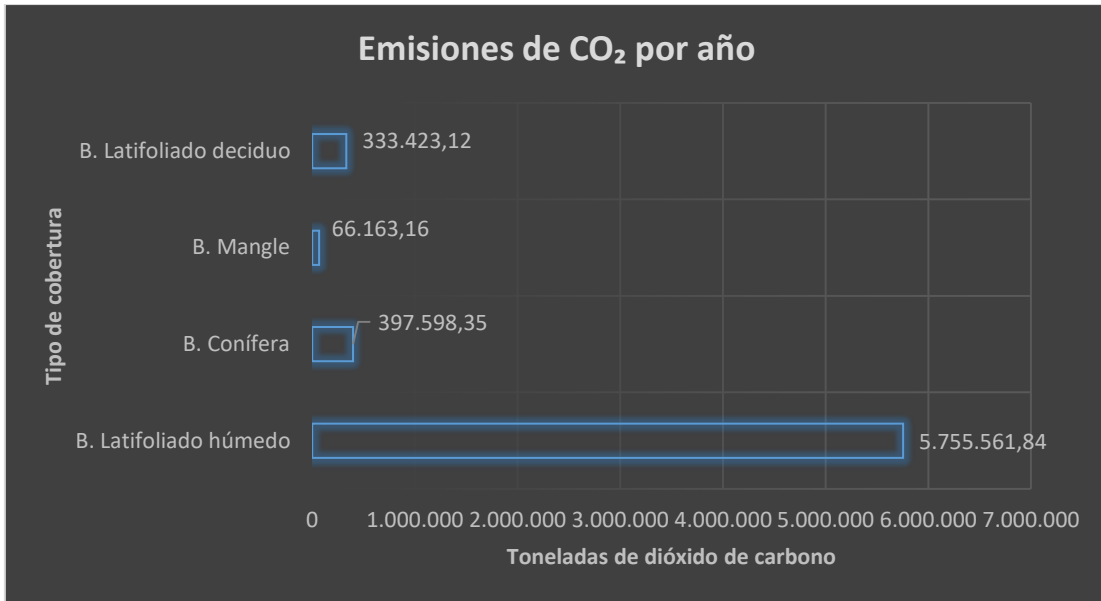


Figura 15 Emisiones de CO₂ por año

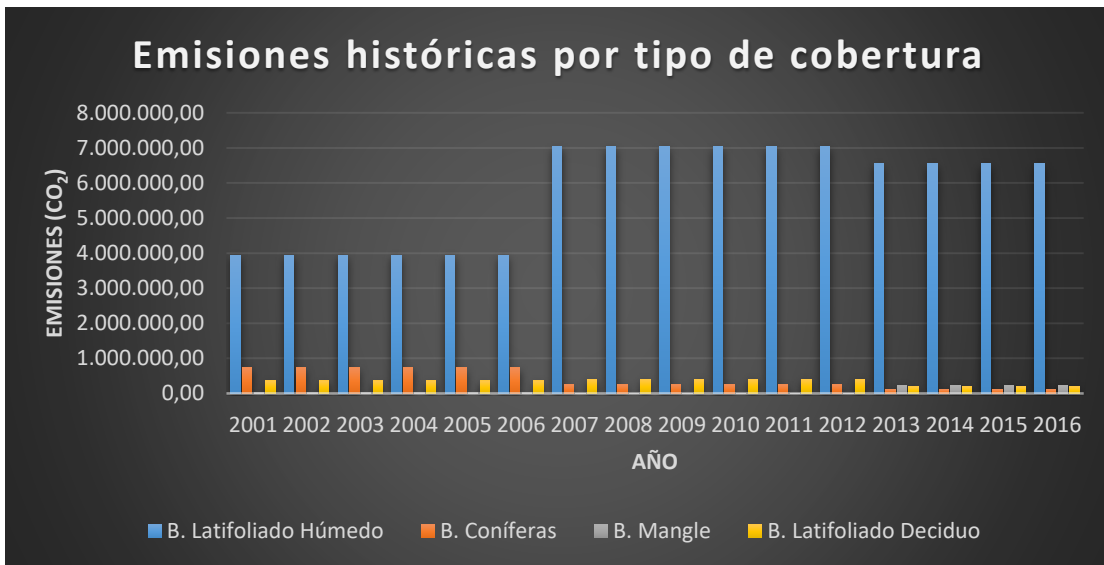


Figura 16 Emisiones históricas por tipo de cobertura

4. CONSIDERACIONES FINALES

Honduras pretende continuar trabajando en metodologías y herramientas que contribuyan a mejorar los niveles de confiabilidad de los datos. Algunas de las actividades que se están desarrollando son:

4.1 Incremento de las reservas forestales de carbono

Los datos de actividad presentados en el NREF de Honduras se construyeron mediante la detección de pérdidas en la cobertura del bosque y se obtuvo como resultado el Mapa de Cambios por deforestación con un alcance nacional. Asimismo, se han realizado esfuerzos por parte Honduras con la finalidad de detectar ganancias (no bosque a bosque) para el periodo 2000-2016 e incluirlas en la actividad de incremento de las reservas forestales de carbono.

La detección de ganancias se realizó mediante la plataforma de Google Earth Engine utilizando los mosaicos Landsat 2000 y 2016 (un solo período) y las capas de tipología de bosque (latifoliado, pino, mangle y latifoliado deciduo). Se agregaron puntos de entrenamiento para la detección automática del script de GEE y se obtuvo una capa preliminar de ganancias por tipo de bosque. Seguidamente se procedió a la edición manual de las misma y se han realizado los controles de calidad internos. Finalmente se ha considerado someter a un análisis de validación y exactitud de las ganancias detectadas con la participación de un ente externo e independiente del proceso de generación de las mismas.

4.2 Tercera Medición de la Evaluación Nacional Forestal

Honduras está desarrollando actividades para socializar la nueva metodología a implementar en la tercera medición. Este proceso consta de capacitación de técnicos para el levantamiento de parcelas en campo con las nuevas distribuciones y tamaños y el procesamiento de estos datos en gabinete utilizando herramientas diferentes a las que se utilizaron en los ciclos I y II de la ENF. Para este nuevo proceso se establecerán 635 UM de las cuales 372 se agregarán para aumentar el área de muestreo de la ENF. La información de campo se levantará bajo un nuevo diseño que consta de 3 parcelas circulares de 15 m de radio. El levantamiento de los datos de campo de estas UM estará bajo la responsabilidad de las oficinas regionales del ICF. Esta metodología contempla la medición del 20% de UM cada año por lo que se prevé en 5 años el levantamiento de campo de las 635 UM.

4.3 Degradación

A nivel mundial se han establecido definiciones de Degradación y Honduras a través de los años ha realizado esfuerzos para establecer una definición para el país, sin embargo, aún se trabaja en ella.

En un primer taller participativo y en el marco de la estrategia REDD+ se obtiene una definición preliminar de Degradación:

“Reducción en la capacidad del bosque para almacenar carbono, debido a causas naturales y antrópicas”.

En base a estos esfuerzos se está trabajando en estas áreas: monitoreo y control de incendios y plagas forestales y consumo de leña en el país.

4.3.1 Incendios Forestales

Para el 2015 se reportan 1,477 incendios con una superficie afectada de 53,319.90 hectáreas. Los Departamentos con mayor incidencia fueron; Francisco Morazán con 471 y Olancho con 377 incendios. (ICF, 2015).

Según informe del Departamento de Protección de ICF, los meses de incidencia de incendios son de enero a junio alcanzando el nivel más alto en el mes de Abril (Figura 17).

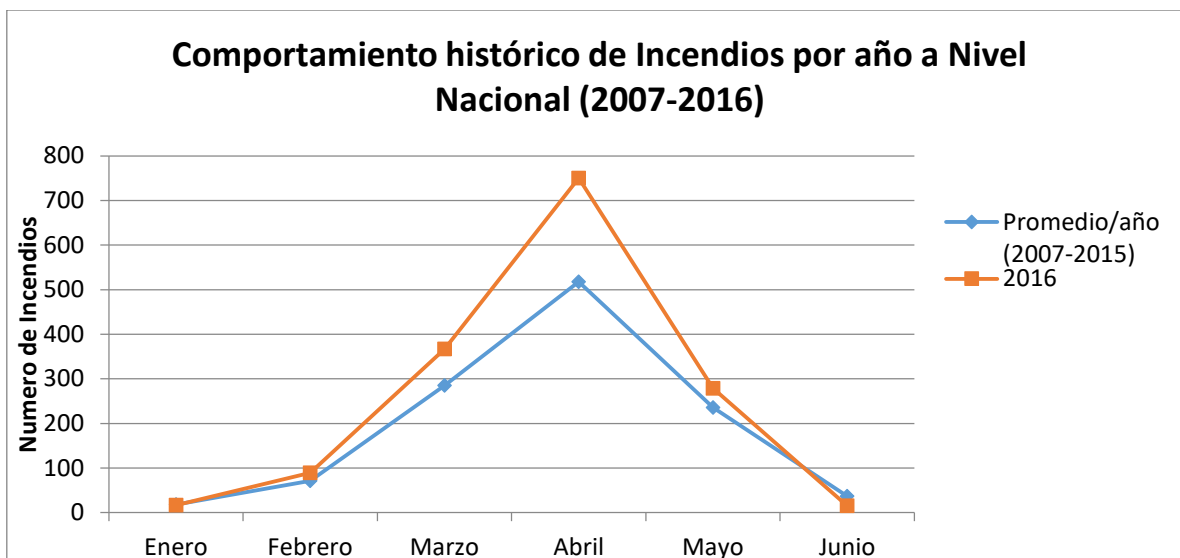


Figura 17 Comportamiento histórico de incendios forestales a nivel nacional

4.3.2 Plagas Forestales

Según el informe de avances plan de acción para el control de la plaga del gorgojo de Pino 2016 (UECP-ICF, 2017), el primer reporte de plaga fue realizado en el municipio de Gualaco, Olancho en año 2013. Las actividades de control comenzaron con técnicos de las diferentes regionales de ICF en el país, estos fueron movilizados hasta la zona para comenzar el control. En el mes de noviembre de ese año se contrataron técnicos adicionales para realizar estas actividades en la zona debido a la expansión de la plaga.

Con la finalidad de evaluar la situación de la plaga, en noviembre del 2014 y septiembre del 2015 se recibió asistencia técnica del Servicio Forestal de los Estados Unidos. Los especialistas (Billings, Clarke y Macías) elaboraron una serie de recomendaciones que ICF puso en marcha. Durante la visita de los expertos del USFS, se colectaron muestras de gorgojos que fueron identificados exclusivamente como *Dendroctonus frontalis*. No hubo ejemplares de otras especies reconocidas como el *Dendroctonus mesoamericanus*, confirmando que *Dendroctonus frontalis* es el principal agente causal de la plaga actual.

A finales de 2014, ICF había detectado alrededor de 7,500 infestaciones ocurridas principalmente en las regiones de Olancho, Yoro y Comayagua. Debido a la falta de recursos sólo 455 (6%) de estos brotes fueron controlados.

De acuerdo a la opinión de expertos y el monitoreo realizado por la UECP-ICF, es posible determinar que la plaga de 2013 a 2016 es la peor plaga de gorgojos descortezadores en Honduras y en toda Centro América en los últimos cincuenta años (Billings 2015). Hasta diciembre del 2016, ya se había registrado 508,750.30 has de bosques de pino afectados por el *Dendroctonus frontalis* (Tabla 24).

Tabla 24 Brotes de *Dendroctonus frontalis* detectados en Honduras desde 2013 hasta diciembre de 2016

| Año | No. de brotes controlados | Área afectada por año (ha) | Área controlada por año (ha) |
|--------------|---------------------------|----------------------------|------------------------------|
| 2014 | 455 | 15,242.36 | 4,813.13 |
| 2015 | 8,679 | 381,339.79 | 115,552.0 |
| 2016 | 18,679 | 112,168.15 | 101,696.79 |
| Total | 27,813 | 508,750.30 | 222,062.92 |

Debido a que las actividades para el control de la plaga en el período 2013-2014 fueron tardías, las pérdidas por la plaga del gorgojo fueron elevadas en 2015 y 2016. A diciembre del 2016, a través del análisis de imágenes de satélite (LANDSAT) realizado por la Unidad de Monitoreo de la UECP del ICF, encontró que el área afectada en fase 3 (pinos con follaje de coloración rojizo) es de 508,750 ha. Las estimaciones de pérdidas ascienden a 50.9 millones de metros cúbicos de madera que en términos económicos equivale aproximadamente a L. 15 mil millones, asumiendo de manera conservadora un volumen promedio de 100 m³/ha y un valor de L. 300/m³.

Las pérdidas de bosques de pinos varían ampliamente de una región a otra; un 81% se concentra en Olancho, Francisco Morazán, Comayagua y Yoro mientras que en las regiones de Gracias a Dios e Isla de la Bahía no existe afectación por la plaga (Tabla 25).

Tabla 25 Número de brotes y área controlada por departamento, 2014 a 2016

| Departamento | No. de brotes | Área de brotes (ha) |
|-------------------|---------------|---------------------|
| Francisco Morazán | 6,787 | 77,114.41 |
| Olancho | 1,758 | 45,561.04 |
| Comayagua | 2,825 | 30,454.77 |
| Yoro | 2,588 | 26,286.53 |
| El Paraíso | 4,802 | 18,488.95 |
| La Paz | 1,400 | 8,087.57 |
| Intibucá | 2,875 | 7,620.68 |
| Santa Bárbara | 1,367 | 5,093.77 |
| Cortés | 383 | 2,086.84 |
| Lempira | 1,403 | 605.75 |
| Copán | 796 | 348.22 |
| Choluteca | 128 | 155.45 |
| Ocotepeque | 685 | 128.23 |
| Atlántida | 16 | 30.74 |
| Colón | 0 | 0.00 |
| Gracias a Dios | 0 | 0.00 |
| Islas de la Bahía | 0 | 0.00 |
| Valle | 0 | 0.00 |
| Total | 27,813 | 222,062.92 |

4.3.3 Consumo de leña

A través de las academias, se desarrollan tesis sobre consumo de leña per cápita en algunas comunidades del país. Estos trabajos reportan que el consumo per cápita promedio de leña es de 2.45 Kg, 3.9 t/año/hogar y 2.6 millones de personas dependen de la leña. En Honduras se consume en promedio 2.5 millones de t/año de leña (Yanchapaxi, 2015).

4.4 Ecuaciones alométricas

En el país existen muy pocas ecuaciones alométricas validadas que permitan el cálculo de biomasa y carbono en los diferentes ecosistemas. En este sentido se está trabajando en coordinación con la academia, específicamente con UNACIFOR para la validación y construcción de ecuaciones asociadas a la cobertura de B. Conífera, de igual forma se coordina con UNAH a través del Centro Universitario Regional del Litoral Atlántico (CURLA) en la validación de ecuaciones asociadas a la cobertura de B. Latifoliado Húmedo. Esto permitirá para próximos reportes utilizar las ecuaciones locales para cálculo de biomasa y carbono.

4.5 Plan Maestro Agua, Bosque y Suelo (ABS)

El Plan Maestro de Agua, Bosques y Suelo (Plan ABS) se representa como el soporte físicoterritorial del Plan 20/20 y ha sido elaborado con una amplia participación de las entidades gubernamentales rectoras de estos temas teniendo en cuenta las prioridades definidas en los Planes Regionales de Desarrollo que han sido elaborados a la fecha; y responde a tres procesos clave que fueron identificados: A) Proceso de Gobernanza, B) Proceso de Gestión de Conocimiento y C3) Proceso de implementación de prácticas sostenibles. El proceso de “gobernanza” responde a dos líneas estratégicas: A1) Gobernanza local para la gestión integrada de los recursos agua, bosque y suelo, A2) Fortalecimiento del marco legal-institucional y mecanismos financieros. El proceso de “gestión de conocimiento” también contiene dos líneas estratégicas: B1) Generación y gestión de información para la toma de decisiones y B2) Fortalecimiento de capacidades humanas y desarrollo de competencias. Y el proceso de implementación de prácticas sostenibles se ejecutará por medio de otras dos líneas estratégicas: C1) Conservación, restauración y aprovechamiento sostenible de agua, bosques y suelo y C2) Desarrollo de infraestructura para el tratamiento y uso eficiente de aguas pluviales y residuales.

5. BIBLIOGRAFÍA

- AFE-COHDEFOR, S. (2005). *Manual Para el Levantamiento de Campo, Evaluación Nacional Forestal de Honduras*. Técnico, Corporación Hondureña de Desarrollo Forestal, Unidad Técnica de Evaluación Nacional Forestal, Tegucigalpa, M.D.C.
- Alberto D., E. J. (2005). Acumulación y fijación de carbono en biomasa aérea de *Pinus oocarpa* en bosques naturales de Cabañas, La Paz. *TATASCAN (17-12)*, 3 - 12.
- BM, B. M. (06 de Diciembre de 2016). *Banco Mundial*. Obtenido de <http://www.bancomundial.org/es/country/honduras/overview#1>
- Cairns, M. A., Brown, S., Helmer, E. H., & Baumgardner, G. A. (1997). Root biomass allocation in the world's upland forest. *Oecologia*, 111(1), 1-11.
- Calderón Amaya, A. (2017). *Procedimientos de Cálculos en la Base de datos INF de Honduras*. Técnico, Instituto Nacional de Conservación Nacional Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre., Unidad Técnica Inventario Nacional Forestal, Tegucigalpa, M.D.C.
- CCAD. (2004). *Sistematización de la Experiencia Del Proceso Nacional de Criterios e Indicadores de Ordenación Forestal Sostenible para los Bosques de Honduras*. Técnico, Convención Centroamericana de Ambiente y Desarrollo, Estrategia Forestal Centroamericana, Tegucigalpa, M.D.C.
- CMNUCC. (2011). Obtenido de <http://unfccc.int/resource/docs/2010/cop16/spa/07a01s.pdf>
- Emanuelli Avilés, P. M. (2015). *REDD CCAD*. Obtenido de http://www.reddccadgiz.org/documentos/INF_CostaRica_ParaWeb.pdf
- FAO. (1998). *FRA 2000, Terminos y Definiciones, Programa de Evaluación de Recursos Forestales*. Técnico, FAO, Departamentos de Montes, Roma, Italia.
- FAO. (2000). *FRA 2000, Programa de Evaluación de Recursos Forestales Mundiales, Informe Principal*. Técnico, FAO, Departamento de Montes, Roma, Italia.
- FAO. (2015). *Map accuracy assessment and area estimation: a practical guide*. Roma.
- Global Change biology. (2014). *Chave.ups*. Obtenido de <http://www.labex-tulip.fr/Media/fichiers/Faits-marquants/FMJChave2>
- ICF. (2015). *Anuario Estadístico Forestal de Honduras*. Técnico, Centro de Información y Patrimonio Forestal, Tegucigalpa, M.D.C.
- ICF, P. R.-G. (2014). *Manual de Campo Para el Establecimiento de las UM y Parcelas 2014-2015, Evaluación Nacional Forestal y de Biodiversidad II Etapa de Honduras*. Técnico, ICF, Inventario Nacional Forestal, Tegucigalpa, M.D.C.
- INE. (19 de Marzo de 2013). *INE*. Recuperado el 28 de Noviembre de 2016, de Características Demográficas: http://www.ine.gob.hn/index.php?option=com_content&view=article&id=100
- IPCC. (2003). Obtenido de <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gpglulucf/gpglulucf/spanish/full.pdf>

- L. Banegas, et al. (Diciembre de 2012). *UNDP*. Obtenido de http://www.hn.undp.org/content/dam/honduras/docs/publicaciones/undp_hn_sectores_productivos_cadenas_y_empresas_pdp.pdf
- Olofsson. (2014). Good practices por estimating area and assessing accuracy of land change. *Elsevier*, 16.
- PRONAFOR. (2004). *Programa nacional forestal 2004-2021*. Técnico, Agenda Forestal Hondureña, SERNA, COHDEFOR, Tegucigalpa, M.D.C. Recuperado el 2005
- UECP-ICF. (2017). *Informe de avances Plan de Acción para el control de la plaga del gorgojo de Pino 2016*.
- Vallejo, M. (2011). *Evaluación Preliminar sobre Causas de Deforestación y Degradación de Bosques en Honduras*. Programa reducción de Emisiones de la Deforestación y Degradación de Bosques en Centroamérica y República Dominicana (REDD-CCAD/GiZ). Obtenido de <http://icf.gob.hn/wp-content/uploads/2015/08/Causas-de-la-deforestacion-y-degradacion-en-Honduras.pdf>
- Yanchapaxi, G. S. (2015). *Zamorano*. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/4525/1/IAD-2015-033.pdf>
- Zanne AE, L.-G. G. (2009). Obtenido de <http://dx.doi.org/10.5061/dryad.234/1>

6. ANEXOS

Anexo 1 Definición de Bosque

Anexo 2 Protocolo para la clasificación digital de Imágenes RapidEye en Marco de la elaboración del Mapa Forestal y Cobertura de la Tierra de Honduras.

Anexo 3 Metodología de elaboración de mapa de cobertura forestal y uso de la tierra 2012 Landsat.

Anexo 4 Tipología de bosques de Honduras.

Anexo 5 Protocolo para la generación de pérdidas de cobertura boscosa mediante scripts construidos en la plataforma de Google Earth Engine (GEE).

Anexo 6 Metodología para la elaboración del mapa de cambios por deforestación utilizando el sensor Landsat.

Anexo 7 Protocolo para la segmentación de imágenes satelitales utilizando el programa Monteverdi.

Anexo 8 Protocolo de validación y exactitud temática del Mapa de Cambios por Deforestación de Honduras en las temporalidades 2000-2006, 2006-2012 y 2012-2016.

Anexo 9 Manual de levantamiento de Campo para la Evaluación Nacional Forestal Honduras 2005-2006.

Anexo 10 Manual del Campo para el establecimiento de las UM y Parcelas 2014 – 2015.

Anexo 11 Procedimiento de Cálculos en la base de datos INF de Honduras.

Anexo 12 Metodología del Control de Calidad en el marco de la segunda Evaluación Forestal en Honduras.