



NIVELES DE REFERENCIA DE EMISIONES FORESTALES EN LA REGION CENTRO-ORIENTAL DE CUBA. PERIODO 2014-2019

REPÚBLICA DE CUBA

VERSION PRELIMINAR PARA REVISIÓN

ENERO DE 2025

COLECTIVO DE AUTORES
MINISTERIO DE LA AGRICULTURA
Dirección del Servicio Estatal Forestal





Contenido

1. INTRODUCCION	5
2. CIRCUNSTANCIAS NACIONALES	6
2.1 Geografía, Clima y Vegetación	6
2.1.1 Geografía	6
2.1.2 Clima	6
2.1.3 Vegetación	7
2.2 Marco Normativo y Legal Forestal	9
2.3 Políticas de cambio climático	12
3. ESCALA Y ALCANCE, ACTIVIDADES, DEPOSITOS DE CARBONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO	13
3.1 Escala y alcance	13
3.2 Actividades REDD+	13
3.3 Depósitos de Carbono	14
3.4 Gases de efecto invernadero	14
4. DEFINICIÓN DE BOSQUE	14
5. INFORMACION USADA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LOS NREF	15
5.1 Datos de actividad (Metodologías y Resultados)	15
5.1.1 Diseño de muestreo	16
5.1.2 Proyecto en CEO	17
5.1.3 Cálculo de superficies	19
5.2 Factores de emisión	20
5.2.1 Factores de emisión usados en los Balances Netos de Emisiones	20
5.2.2 Factores de emisión usados en los Niveles de referencia de emisiones forestales	22
6. NIVELES DE REFERENCIA DE EMISIONES FORESTALES	24
7. COMPLETITUD, TRANSPARENCIA, CONSISTENCIA Y PRECISIÓN DE LA INFORMACIÓN	25
7.1 Información completa y transparente	25
7.2 Consistencia con el INGEI	26
7.3 Precisión de la información (incertidumbre asociada)	26
8. FUTURAS MEJORAS PARA EL DESARROLLO DE LA INFORMACIÓN	26
BIBLIOGRAFÍA	28
ANEXOS	30
Tablas	30
Gráficos	31



Niveles de Referencia de Emisiones Forestales. República de Cuba. 2014-2019



ACRÓNIMOS

CEO	Collect Earth Online (CEO)
COP	Conferencia de las Partes
CMNUCC	Convención Marco de Naciones Unidas Para el Cambio Climático
DSEF	Dirección del Servicio Estatal Forestal
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
FONADEF	Fondo Nacional de Desarrollo Forestal
GAF	Grupo Empresarial Agro Forestal
FRA	Reporte del estado de los bosques del mundo
GEFF	Grupo Empresarial Flora y Fauna
GEI	Gases de efecto invernadero
GPS	Sistema de posicionamiento global
IFN	Inventario Forestal nacional
INAF	Instituto de Investigaciones Agro Forestales
INGEI	Inventario Nacional de Gases de efecto Invernadero
NREF	Nivel de Referencia de Emisiones Forestales
REDD+	Reducción de emisiones por deforestación y degradación de bosques
SIG	Sistema de Información Geográfica



RESUMEN EJECUTIVO

NREF propuesto	-19,2 millones de t CO ₂ /año como balance neto.
Periodo de referencia	2014 - 2019
Ajuste por circunstancias nacionales	No aplica
Escala Espacial	Subnacional (Región centro-oriental del país. Abarca siete provincias)
Área de Bosque (2019) en la zona estudiada	1 956 952,3 hectáreas
Porcentaje de cobertura de bosque en la zona estudiada	34,5
Actividades REDD+ incluidas	Aumento de las existencias de carbono; Conservación del carbono almacenado en los bosques; y Manejo sostenible de bosques.
Reservorios incluidos	Carbono contenido en la Biomasa Área y biomasa subterránea
Gases Incluidos	Dióxido de carbono
Definición de bosques	Superficie de tierra donde los árboles son las especies vegetales dominantes con una altura mínima potencial de 5 m, con una cobertura de copas igual o mayor de 30 %, que se extiende por más de 0.5 hectáreas y que, por los servicios que brindan, constituyen ecosistemas de relevancia económica, ambiental y social. No incluye la tierra con uso predominantemente agrícola o ganadero.
Consistencia con el último inventario GEI	La superficie de bosques tomada como dato de actividad en el INGEI difiere de la utilizada en el cálculo de los NREF al determinarse mediante muestreo con la herramienta Collect Earth On line. En los NREF los factores de emisión utilizados fueron ponderados a partir de los usados en el INGEI al no coincidir la clasificación por tipos de bosque utilizadas en ambos informes. Los métodos e información para la construcción de los NREF siguientes se harán coincidir futuros informes de la CMNUCC.
Descripción de las políticas nacionales	Programa Nacional de Desarrollo Económico y Social hasta el 2030; Plan de Estado para el enfrentamiento al cambio climático (Tarea Vida); Estrategia Nacional Ambiental, Plan Nacional de Diversidad Biológica y NDC entre otras.
Identificación de futuros avances mejoras	Realizar sistemáticamente los INF; Perfeccionar los métodos de evaluación de las existencias; Avanzar hacia la determinación de factores de emisión propios incorporando todos los reservorios y GEI, entre otras que se explican en el documento.



1. INTRODUCCION

Desde la aprobación de la CMNUCC Cuba es signataria y desde 1992 viene trabajando en el perfeccionamiento de sus políticas ambientales y dentro de ellas las que conducen al desarrollo forestal. Múltiples son las acciones contenidas en planes, programas y estrategias nacionales; las que en su materialización han permitido obtener resultados favorables en cuanto al incremento de sus áreas de bosque y su protección. Sin embargo, hasta la fecha no había presentado Niveles de Referencia de Emisiones Forestales (NREF).

En esta ocasión, en el marco de las medidas mencionadas en el parágrafo 70 de la decisión 1/CP.16 de la CMNUCC, Cuba presenta su primer NREF con una escala subnacional que comprende un periodo del 2014-2019 con el propósito de que sea incluido en el proceso de evaluación técnica requerido para optar al mecanismo de pagos basados en resultados por efecto del aumento de las existencias de carbono; la conservación del carbono almacenado en los bosques y el manejo sostenible de bosques. Aspectos en los que se prevé su mejora continua. Es posible presentar esta intensión gracias al apoyo de la FAO que funciona como entidad implementadora del Proyecto “Preparación para REDD+ en Cuba (GCP/CUB/031/GCR)”

Para la estimación de los NREF fue necesario transitar hacia métodos de evaluación y monitoreo que permiten mejorar la precisión en la obtención de los datos de actividad, lo que significa que, en las circunstancias actuales, estos resultados difieren un tanto en la cuantía de las estimaciones informadas en el INGEI. Sin embargo, el comportamiento de las tendencias es similar, al menos en las zonas estudiadas. Es posible en el marco del proceso de evaluación concluir con el levantamiento de las zonas restantes y estimar los NREF con escala nacional.

En el desarrollo de este informe se explican las metodologías empleadas, la coherencia con las informaciones nacionales que anteceden a este trabajo y la propuesta de mejoras para continuar avanzando en función de obtener mejores resultados sobre la base de perfeccionar los métodos de estimación, el empleo de factores de emisión propios y el incremento y fortalecimiento de las capacidades institucionales que se vinculan con el tema.



2. CIRCUNSTANCIAS NACIONALES

2.1 Geografía, Clima y Vegetación

2.1.1 Geografía

La República de Cuba se localiza en el llamado Mediterráneo Americano, entre los 19° 49' y 23° 16' de latitud norte y los 74° 08' y 84° 57' de longitud oeste. Limita al norte con el Estrecho de la Florida y los canales de San Nicolás y Viejo de Bahamas; al sur con el Mar Caribe y el Estrecho de Colón; con el Estrecho de Yucatán por el oeste; y con el Paso de los Vientos al este.

El territorio nacional es un archipiélago formado por la isla de Cuba, la Isla de la Juventud y numerosos islotes y cayos, con una superficie terrestre (excluyendo cursos y espejos de agua) de 10.381.134 ha (DSEF, 2024), es el Estado más extenso del Caribe insular. Sus costas son muy irregulares y se extienden por 6.073 km, donde se localizan más de 280 playas.

Desde el punto de vista político-administrativo, la República de Cuba se divide en 15 provincias y 168 municipios, incluyendo al Municipio Especial Isla de la Juventud.

El relieve se destaca por la existencia de extensas llanuras que se extienden por 90.290 km², representando el 82 % de la superficie total emergida y el resto del territorio son sistemas de alturas y montañas que desempeñan un papel fundamental en las características climáticas e hidrológicas del país. La mayor altitud del relieve es el Pico Real del Turquino que se ubica en el macizo de la Sierra Maestra con 1 974 msnm.

En las zonas costeras más bajas, principalmente en la vertiente sur, se encuentran importantes humedales, destacándose la Ciénaga de Zapata, el mayor y el mejor conservado en la región del Caribe.

2.1.2 Clima

El clima se define como tropical estacionalmente húmedo, con influencia marítima y rasgos de semi-continentalidad. Predomina el tipo Aw de la clasificación de Koppen-Geiger.

La precipitación promedio anual es de 1.335 mm, de los que 1.003 mm se registran entre mayo y octubre, período lluvioso; se caracteriza por pocas variaciones del tiempo donde los cambios más importantes se deben a disturbios en la circulación tropical (ondas del este y ciclones tropicales). El período poco lluvioso, donde caen 332 mm, se extiende de noviembre a abril y en este, las variaciones del tiempo resultan más notables, con cambios bruscos asociados al paso de sistemas frontales, a la influencia anticiclónica de origen continental y a centros de bajas presiones extra tropicales.

La temperatura media anual del aire en las llanuras varía desde 26°C hasta 24°C, aunque localmente, en las costas pueden ser mayores y menores en las montañas. Los registros de la temperatura máxima media fluctúan entre 27°C y 32°C, y la temperatura mínima media entre los 17°C y 23°C. La temperatura máxima absoluta reportada en Cuba es de 39,7 °C. Por su parte, la temperatura mínima más baja registrada en el país es de 0,6 °C y como es usual en la zona tropical, la oscilación térmica diaria es mayor que la anual.

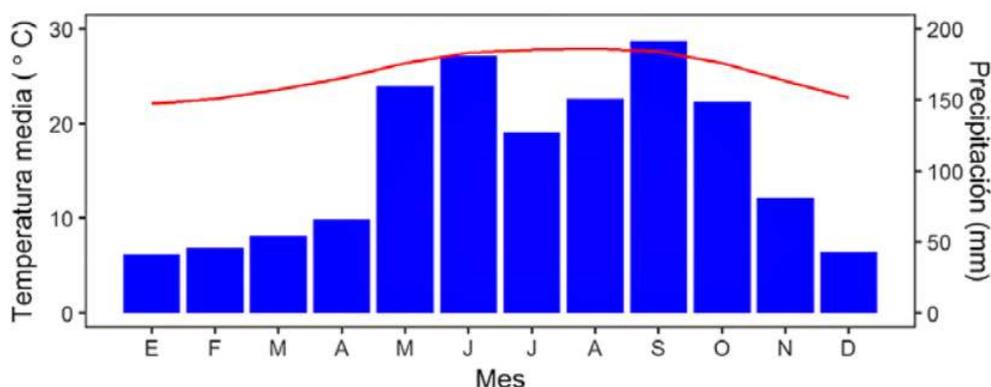


Gráfico 1. Variación estacional de la temperatura y la precipitación. Período 1981-2010 (Centro del Clima, INSMET, 2018)

Los ciclones tropicales y las tormentas locales severas son los fenómenos meteorológicos a los que se asocia uno de los mayores peligros de desastres, y son responsables de algunos de los extremos climáticos mencionados.

En los últimos años se observan cambios importantes en el clima de Cuba, que vienen influyendo en las características antes descritas. Las mayores evidencias comprobadas son el incremento de la temperatura media anual y la disminución de la lámina anual de precipitaciones en alrededor de 300 mm anuales.

El régimen hidrológico del país depende del comportamiento de la precipitación, combinado con las características geólogo-geomorfológicas de las cuencas fluviales, de los ríos y los acuíferos. En ello también influye la forma alargada y estrecha del archipiélago cubano y su disposición latitudinal. De las 640 cuencas hidrográficas existentes en el país, el 82 % ocupan áreas inferiores a 200 km² y la extensión de los cursos fluviales principales es menor de 100 km. Desde el punto de vista de su manejo, en el país están definidas 12 cuencas de interés nacional y otras 50 de interés provincial y municipal.

2.1.3 Vegetación

La condición de insularidad, las variaciones locales del clima y del suelo, así como el relieve y la hidrología, determinan la diversidad de tipos de formaciones vegetales y ecorregiones presentes en el archipiélago cubano. En Cuba se han descrito 34 formaciones vegetales naturales que, de manera general, pueden agruparse en bosques (16 formaciones; Bisse, 1988), matorrales, vegetación herbácea, complejos de vegetación y vegetación secundaria.

En el país habita el mayor número de especies vegetales de las Antillas. Los taxónomos reportan la existencia de 8.657 especies conocidas de la flora, mientras que en la fauna se registran 19.164 especies, de las cuales 1.857 son vertebrados. Considerado uno de los 35 puntos calientes (hotspot) de diversidad biológica del planeta, el archipiélago cubano presenta un alto nivel de endemismo, favorecido por la diversidad de hábitat, la evolución geológica y el aislamiento geográfico propio de sus características insulares. Se reporta un total de 9.095 especies endémicas de la flora y fauna.

El Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) agrupa 211 áreas distribuidas en todo el archipiélago y continúa siendo el eslabón principal de la conservación de la diversidad biológica.

Bosques

Al término del año 2023 el patrimonio forestal comprendía 4.127.340 ha (no incluye los sistemas agroforestales como el café o el cacao), de las que 3.331.267 ha estaban cubiertas de bosques que representan el 32,1 % del territorio nacional, de ellos, naturales 2.277.037 ha y el resto corresponde a plantaciones; aún quedan por reforestar aproximadamente 210.000 ha y 508.598 ha son áreas inforestales (forman parte del patrimonio, pero nunca tendrán bosques) (DSEF, 2024a).

Tenencia de los bosques: la Constitución de la República establece que todo el patrimonio forestal es de propiedad estatal, no obstante, se reconocen diferentes formas de tenencia que incluyen, además de la estatal, donde se concentra la mayor superficie, la propiedad cooperativa, la privada y el usufructo.

Dos Grupos Empresariales administran el 78,2 % del patrimonio: el Agroforestal (1.935.063 ha – 46,9 %) y el de Flora y Fauna (1.291.842 ha – 31,3 %). DSEF, 2024a); otros tenentes de importancia son los grupos empresariales Agrícola, Ganadero y Azucarero; el Sector Cooperativo y Campesino es también tenente de áreas del patrimonio forestal, pero en menor cantidad.

Categorías de bosques: de acuerdo con la ley 85, la superficie cubierta por bosques se agrupa con arreglo a sus funciones y ubicación en: bosques de producción, bosques de protección y bosques de conservación y estos a su vez se dividen en siete categorías como se muestra a continuación:

Tabla 1: Desglose de los bosques de Cuba por categorías.

(Fuente: *Dinámica Forestal. Dirección del Servicio Estatal Forestal. Ministerio de la Agricultura. 2023*).

Agrupamiento/Categorías de bosque	Superficie (ha)	%
Bosques de producción	942 955	28.3
Productores	942 955	28.3
Bosques de protección	1 737 729	52.2
Protectores de Aguas y Suelos	1 127 753	33.9
Protectores de Litoral	609 976	18.3
Bosques de conservación	650 583	19.5
Manejo Especial	255 015	7.7
Protección y Conservación Fauna Silvestre	382 017	11.5
Educativos y Científicos	1 278	0.0
Recreativos	12 273	0.4
TOTAL	3 331 267	100.0

La política seguida por el Gobierno de Cuba ha permitido que desde 1960 se obtenga un incremento sostenido de la superficie cubierta de bosques, donde los bosques de protección y conservación han sido los más beneficiados representando el 70% del total de bosques existentes.

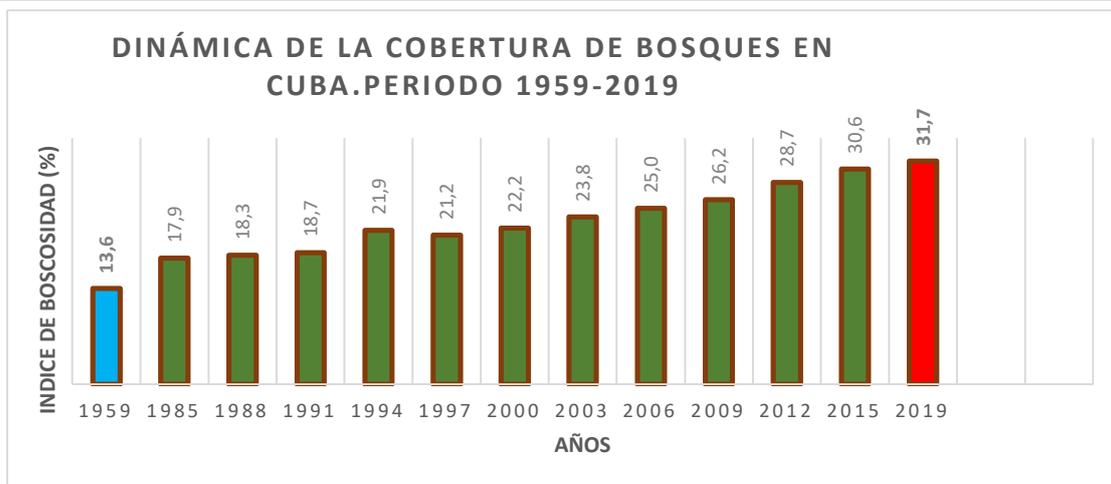


Gráfico 2. Proporción de la superficie cubierta de bosques (Índice de boscosidad) en Cuba. Comportamiento en el período 1959-2023 (DSEF, Minag, 2023)

En Cuba, el principal problema con los bosques está asociado a la degradación forestal provocado por causas naturales (vinculadas en su mayoría con el cambio climático) y antropogénicas, entre las que pueden mencionarse:

- incendios forestales
- presencia de especies invasoras
- deficiente manejo de bosques
- eventos meteorológicos extremos
- aumento de la temperatura
- disminución de las lluvias
- aumento del nivel del mar

2.2 Marco Normativo y Legal Forestal

Cuba tiene una larga tradición en materia legislativa respecto a los bosques. Las primeras disposiciones se remontan al siglo XVI vinculadas con el aprovechamiento de los bosques para la construcción de naves. En la década de 1880 se emitieron las llamadas Ordenanzas de Bosques que constituyeron para aquellos tiempos, verdaderos hitos para la ordenación y el manejo forestal.

En el período neocolonial, 1902-1959, se aprobaron un grupo numeroso de regulaciones para la protección de los recursos forestales que de nada sirvieron; en estos 57 años fueron desmontadas más de cuatro millones de ha para dedicar esas tierras a la agricultura cañera y la ganadería; Estas cifras son elocuentes y dan una idea de la magnitud e intensidad de la deforestación ocurrida en estos períodos.

Desde el año 1959 se inició el Programa Nacional de Reforestación enfocado en recuperar la cobertura forestal del país desbastada durante más de 5 siglos; como resultado de este programa, el índice de boscosidad fue incrementándose paulatinamente, desde un 13.4 % en 1959 hasta alcanzar al cierre de 2023 un valor de 32.1%, valor cercano al 33 % que es el potencial estimado a alcanza en el país.



En la actualidad, las leyes cubanas más relevantes para el sector forestal son:

- “Constitución de la República de Cuba (de abril del 2019)
- Ley No. 85 “Ley Forestal (21 de julio de 1998), en fase de actualización.
- Resolución No. 330 “Reglamento de la Ley Forestal (8 de septiembre de 1999).
- Ley 150 Del Sistema de los Recursos Naturales y el Medio Ambiente (18 de julio de 2023).
- Ley 124. De las aguas terrestres, julio de 2017
- Decreto-Ley No. 50 sobre la Conservación, Mejora y Gestión Sostenible de Suelos y el Uso de Fertilizantes (/2021).
- Decreto Ley No. 52 “Reglamento del Decreto Ley No. 50 sobre la Conservación, Mejora y Gestión Sostenible de Suelos y el Uso de Fertilizantes.
- Decreto 93 “De las Comisiones del Plan Turquino” (19 de julio de 2023).
- Decreto No. 280/2007 Sobre las Comisiones del Sistema de Reforestación y el Consejo Nacional de Cuencas Hidrográficas”, de 19 de marzo de 2007.
- Decreto Ley No. 83 “Del Sistema Nacional de Áreas Protegidas” (2024).
- Decreto No. 86 “Del Enfrentamiento al Cambio climático” (13 de septiembre del 2023)

El sector forestal cubano está respaldado por una gran cantidad de instrumentos de política que apoyan el desarrollo sostenible de los bosques y recursos naturales en general entre los cuales están:

1. Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social hasta el 2030

De los seis ejes estratégicos que conforman este Plan, dos se vinculan al sector forestal el número cinco, Recursos Naturales y Medio Ambiente y el número seis Desarrollo Humano, Equidad y Justicia Social.

2. Programa Nacional de Desarrollo Forestal hasta el 2030

En Cuba, el sector forestal se ha visto afectado durante los últimos años por la situación económica por la que atraviesa el país; se observa una disminución sustancial de los planes anuales de reforestación que pasaron de más de 25 000ha en la década 2010-2020 a menos de 15 000ha a partir del año 2021. Algo similar sucedió con los manejos silvícolas y con la ejecución de medidas de protección contra incendios forestales.

Este escenario, el cual puede permanecer por varios años, obliga a ejecutar un programa austero, pero con mayor eficiencia donde se disminuyan los costos en todas las actividades silvícolas, se incremente la eficiencia y, en los planes de reforestación, emplear, siempre que sea posible, el método de la regeneración natural asistida. El programa en estos momentos, se encuentra en la fase de evaluación económica.

3. Plan de Estado para el enfrentamiento al cambio climático (Tarea Vida)

Para Cuba el enfrentamiento al cambio climático es de máxima prioridad dado por su condición de pequeño Estado Insular. Por tal razón en abril del 2017, el Consejo de Ministros aprobó El Plan de Estado para el Enfrentamiento al Cambio Climático, conocido como “Tarea Vida” cuyo principal objetivo es proteger la vida humana y su calidad en condiciones de un clima cambiante.

Una de las 11 tareas definidas en el documento de la Tarea Vida involucra directamente a la actividad forestal y su enunciado es el siguiente:



Tarea 5. Dirigir la reforestación hacia la máxima protección de los suelos y las aguas en cantidad y calidad; así como a la recuperación de los manglares más afectados. Priorizar los embalses, canales y franjas hidrorreguladoras de las cuencas tributarias de las principales bahías y de las costas de la plataforma insular.

La tarea número 9 plantea: Fortalecer los sistemas de monitoreo, vigilancia y alerta temprana para evaluar sistemáticamente el estado y calidad de la zona costera, el agua, la sequía, el bosque, la salud humana, animal y vegetal.

4. Proyecto Gestión sostenible de bosques y árboles fuera del bosque

Constituye un instrumento de implementación del Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social hasta el 2030, cuyo eje estratégico es el Macro programa de Recursos Naturales y Medio Ambiente. Fue aprobado por el Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros en enero de 2022 y contiene 19 medidas para impulsar el desarrollo forestal en el país.

Estas medidas abarcan casi todo el universo del sector forestal por lo que este proyecto puede considerarse en estos momentos, como el primer instrumento de política del sector forestal. Dentro de ellas se contempla la realización del Inventario Nacional Forestal que es una de las actividades de mayor prioridad.

5. Fondo Nacional de Desarrollo Forestal (FONADEF)

El Fondo Nacional de Desarrollo Forestal lo crea la Ley No 85. Ley Forestal con el objetivo principal de promover el financiamiento de proyectos y actividades dedicadas a conservar y desarrollar los recursos forestales; al mismo pueden aplicar las personas naturales y jurídicas del territorio nacional.

6. Manual de aprovechamiento de impacto reducido para los bosques de Cuba.

Aprobado mediante la Resolución No 892 de 2012 del ministro de la Agricultura. En el manual se establecen regulaciones específicas, así como las tecnologías de aprovechamiento forestal cuyo cumplimiento garantizan un menor impacto al medio ambiente.

7. Ordenación Forestal

Es la actividad que comprende operaciones de carácter administrativo, económico, jurídico, social, técnico y científico que se realiza para el adecuado establecimiento, manejo, conservación y la utilización sostenible de los bosques y aprobada y regulada en la Ley Forestal y su Reglamento. Bajo la ordenación forestal se reportan 2 millones 429 mil 94 hectáreas, el 59,3 % del patrimonio forestal total.

8. Manejo Sostenible de Tierras

Desde hace más de 10 años se viene desarrollando en Cuba el Programa de Asociación de País conocido como OP 15 mediante el cual se han obtenido numerosos resultados de carácter técnico, legal y administrativo para alcanzar, en un contexto de varias acciones y etapas, el Manejo Sostenible de Tierras (MST) en lo cual los bosques juegan un importante papel.

9. Programa Nacional de Conservación y Mejoramiento de Suelos

Este programa, vinculado al de Manejo Sostenible de Tierras y que desarrolla la Dirección de Suelos y Fertilizantes del MINAG, se implementa desde el año 2000. Financia acciones de mejora y conservación del suelo realizadas por los agricultores a través de un sistema de certificación.



En este contexto el Ministerio de la Agricultura lleva a cabo un movimiento de Polígonos de Suelos, Aguas y Bosques que como su nombre lo indica se orienta al manejo sostenible mediante la interacción de estos tres recursos naturales. Se han establecido en todo el país más de 100 polígonos de este tipo que abarcan una superficie de 15 000 ha.

10. Estrategia Nacional de Gestión y Manejo del Fuego

Esta estrategia, diseñada para la protección de los Bosques y recursos naturales asociados a los mismos, está vigente para el periodo 2018-2025; tiene como objetivo fundamental fortalecer y consolidar la capacidad institucional, con énfasis en el desarrollo de un sistema de alerta temprana y respuesta rápida.

2.3 Políticas de cambio climático

Desde el año 1992 Cuba se adhirió en todas sus partes a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) y desde ese momento se han desarrollado no pocas iniciativas nacionales que tributan a esos objetivos.

Las investigaciones sobre los bosques y el cambio climático fueron iniciadas en el país en 1998 por el INAF; en general han estado dirigidas, por una parte, a la evaluación de impactos y formulación de planes de adaptación y por otra, al desarrollo de una calculadora de carbono nacional, la determinación de factores de emisión propios del país, entre otras.

Otras entidades se destacan en todo este proceso como el Centro de Estudios Forestales, Instituto de Ecología y Sistemática, Red Nacional de Jardines Botánicos, el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, centros provinciales de estudios de medio ambiente y por las facultades agroforestales de cuatro universidades donde se estudia la carrera de ingeniería forestal y por otras instituciones.

La sostenida tendencia al incremento de las remociones netas del sector forestal, han transitado desde 16.234,6 kt de CO₂eq en 1990, a 27.147,2 kt de CO₂eq en 2016, con un aumento de 10.912,6 kt de CO₂ en un cuarto de siglo. El Sector Forestal es el único en el país en el cual el balance de emisiones es positivo y, además, desde el año 2010, compensan las emisiones netas de los sectores Agrícola, Pecuario, Industrial y de Desechos (República de Cuba, 2020a).

Empleando resultados del INAF, a partir de 2020 la DSEF de conjunto con el propio INAF, el GAF y el GEFF y en respuesta a un objetivo del proyecto de colaboración internacional "Ecovalor", inició una prueba piloto encaminada al establecimiento de un sistema que permita pagar a los tenentes de bosques el carbono atmosférico removido por la biomasa forestal, como parte del cual y luego de cuatro años de trabajo se pagaron 5 millones 300 mil pesos de incentivo por este concepto (Mercadet, 2024).

3. ESCALA Y ALCANCE, ACTIVIDADES, DEPOSITOS DE CARBONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO

3.1 Escala y alcance

Este NREF se determina a escala subnacional, abarcando la región oriental del país y parte del centro. Esta subdividida en tres zonas que abarcan siete provincias y representan el 55% del territorio nacional.

Zona 5: provincias de Guantánamo y Santiago de Cuba

Zona 4: provincias de Granma y Holguín

Zona 3: provincias de Las Tunas, Camagüey y Ciego de Ávila

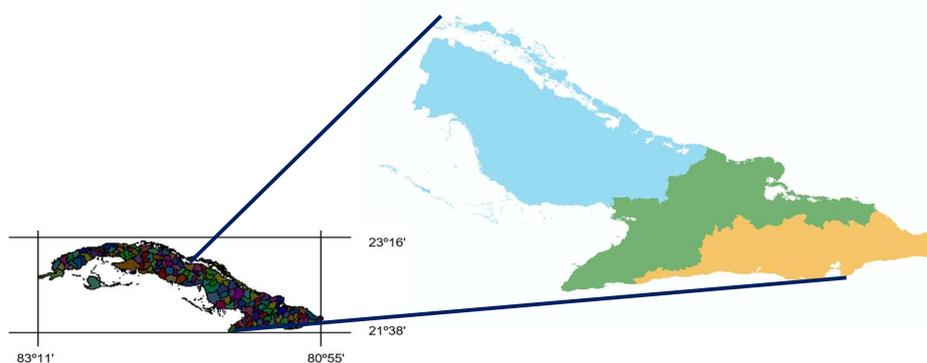


Figura 1: Región de Cuba donde se calcularon los NREF. (Alcance subnacional).

3.2 Actividades REDD+

Las actividades REDD+ que se incluyen en estos NREF son:

- Aumento de las existencias de carbono;
- Conservación del carbono almacenado en los bosques; y
- Manejo sostenible de bosques

Las estadísticas nacionales demuestran que desde 1960 Cuba sostiene un crecimiento de su cobertura forestal donde las ganancias de bosque son muy superiores a sus pérdidas, de modo que no se registran tasas de deforestación desde ese año hasta la actualidad. Esto significa que sus esfuerzos no se dirigen a la disminución de la deforestación (prácticamente inexistente), sino al incremento de la superficie de bosques y su conservación. De igual manera el manejo forestal se realiza asegurando el uso sostenible de este recurso en la misma medida en que se protegen y conservan los bosques.

La disminución de la degradación es un tema de especial interés que también forma parte de las acciones que el gobierno cubano realiza como parte del enfrentamiento al cambio climático, sin embargo, nacionalmente aún no está generalizada en todo el país la aplicación de la metodología, ya aprobada, para la medición de la degradación y la evaluación de los impactos de las acciones para su reducción, de modo que todavía no se dispone de información para estimar la reducción de las emisiones o incremento de las absorciones por estos conceptos.

3.3 Depósitos de Carbono

Para estos NREF solamente se han considerado los depósitos de carbono biomasa aérea y biomasa subterránea. Sobre los reservorios necromasa (hojarasca y madera muerta) y carbono del suelo, no se dispone de datos que permitan realizar las estimaciones correspondientes.

3.4 Gases de efecto invernadero

De los gases de efecto invernadero existentes, el incluido en estos NREF es el CO₂. Las actividades REDD+ que se incluyen están más relacionada con la absorción de este gas.

4. DEFINICIÓN DE BOSQUE

La Ley 85/1998, Ley Forestal de Cuba, establece una definición de bosques con un concepto general sin las especificaciones técnicas necesarias para la estructura que facilite la obtención de datos de actividad y factores de emisión. En el proceso de actualización que en estos momentos se realiza. El Consejo Consultivo Forestal formuló una propuesta que es la que se tuvo en cuenta para este trabajo.

En sentido general se adopta la definición de bosque que establece FRA, con la diferencia de que en la definición cubana se considera como cobertura de copa mínima el 30%, en tanto FRA define un mínimo de 10%. En las condiciones de Cuba, en la mayoría de los ecosistemas boscosos, es abundante la vegetación arbórea y se considera que densidades inferiores al 30% ya es una mala cobertura.

La definición utilizada es la siguiente:

Bosque: Superficie de tierra donde los árboles son las especies vegetales dominantes con una altura mínima potencial de 5 m, con una cobertura de copas igual o mayor de 30 %, que se extiende por más de 0.5 hectáreas y que, por los servicios que brindan, constituyen ecosistemas de relevancia económica, ambiental y social. No incluye la tierra con uso predominantemente agrícola o ganadero.

Se incluyen en la definición de bosque las especificaciones siguientes:

- a) Formaciones vegetales naturales cuyo desarrollo está limitado por condiciones ambientales adversas y no alcanzan la altura de 5 m, pero pueden alcanzar una altura igual o mayor de 2 m;
- b) plantaciones o áreas regeneradas naturalmente que por su juventud no han alcanzado los 5 m ni una cobertura de copas del 30%;
- c) áreas temporalmente desprovistas de árboles debido a incendios forestales o talas realizadas como parte de prácticas de manejo forestal o talas sanitarias, las cuales se espera se regeneren dentro de un plazo de 5 años. Condiciones locales pueden, en casos excepcionales, justificar un plazo mayor;
- d) caminos forestales, cortafuegos y otras pequeñas áreas con ancho igual o mayor de 20 m y superficie igual o mayor de 0.5 ha, por ejemplo: cortinas rompe vientos o fajas de árboles en áreas abiertas;
- e) áreas de importancia relevante, aunque tengan una superficie de hasta 0,1 ha; ejemplo: rodales semilleros; bosquetes con especies endémicas o amenazadas; grupos de palmáceas o de especies de valor económico; y bosques urbanos de interés para la recreación de alguna comunidad, entre otros objetivos;
- f) áreas de bosque salado o “manglar rateño”, que a pesar de no alcanzar los 5 m de altura en su composición están presentes especies arbóreas adaptadas a esas condiciones; y



- g) áreas cubiertas de bambú y palmeras plantadas o regeneradas naturalmente con potencialidades de alcanzar el límite mínimo establecido para la altura y cubierta del dosel.

Se excluyen de la definición de bosque las especificaciones siguientes:

- a) Agrupaciones de árboles en los sistemas de producción agrícola, tales como plantaciones de frutales, café y cacao bajo sombra arbórea, plantaciones de cocoteros y otras palmeras plantadas con fines comerciales; los sistemas agroforestales con cultivos bajo una cubierta de árboles y los sistemas silvopastoriles, siempre que en estos dos últimos casos predomine el uso agrícola y ganadero; y
- b) Superficies destinadas a la producción agrícola y ganadera cubiertas de marabú con independencia de que hayan alcanzado la altura y cobertura de copa mínimas establecidas para los bosques.

En el caso de la exclusión b) de la definición de bosques es importante explicar que el marabú es la especie *Dichrostachys cinerea* (L.), clasificada en Cuba como una especie altamente invasora que dado a su explosividad de reproducción y a la falta de controles naturales se ha expandido ocupando grandes extensiones de superficie, fundamentalmente destinadas a la producción agrícola y ganadera.

Con independencia de que la especie marabú puede alcanzar alturas de 5 m, incluso superarlas con densidades superiores a la del 30%, las superficies cubiertas por ella no se incluyen en la superficie de bosque. El hecho de ocupar espacios destinados a la producción agropecuaria, cuyas posibilidades de uso han estado temporalmente limitadas, sobre todo por déficit en los aseguramientos necesarios para estas actividades, significa que su inclusión como bosques implica someter estas áreas al régimen de manejo forestal, sobre lo cual existen regulaciones en Cuba que complejizarían la devolución de esas tierras al uso destinado toda vez que se den las condiciones para su explotación.

Por otra parte, la presencia de la especie en tierras de uso forestal no es relevante por cuanto ya se considera en la propia definición de bosques la exclusión de las tierras de uso predominantemente agrícola y ganadero y la inclusión de las superficies donde existan o potencialmente puedan existir especies arbóreas con alturas iguales o superiores a los 5 m.

5. INFORMACION USADA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LOS NREF

5.1 Datos de actividad (Metodologías y Resultados)

El sector forestal cubano cuenta con series de datos sobre la cobertura forestal desde 1960 hasta la actualidad. Ello y el trabajo sistemático que el Instituto de Investigaciones Agro-Forestales ha realizado en la determinación de factores de emisión propios permite obtener información valiosa y sistemática de las emisiones de CO₂ facilitando la elaboración de los informes nacionales del balance neto de emisiones del sector y contribuir a los informes del país.

La serie de datos sobre la superficie boscosa se tiene sobre la base de la “Dinámica Forestal”, informe anual que refleja los cambios producidos en cada una de las categorías de área que conforman el patrimonio forestal. Esta información se obtiene mediante declaración de los tenentes y administradores de áreas forestales, la que es validada mediante los procesos de certificación de las actividades que se realizan en ellas por el Servicio Estatal Forestal.



El origen de los datos no es uniforme en cuanto a sus métodos de obtención. Las áreas, lo mismo son estimadas que medidas por sus tenentes. En los últimos años se gana en precisión debido a que en los procesos de ordenación forestal y la propia certificación de las actividades se utilizan tecnologías avanzadas como son el empleo de GPS, imágenes satelitales y sistemas de información geográficos (SIG). Sin embargo, mucha información acumulada sobre la que se han registrado entradas y salidas fueron tomadas con procedimientos de menor precisión y eso mantiene un nivel de incertidumbre alto.

Lo anteriormente explicado fundamenta la necesidad de establecer el Sistema de Monitoreo Forestal sobre la base de los Inventarios Nacionales Forestales. Algo que en Cuba aún no se ha realizado. Atendiendo a ello se decide, con el objetivo de disminuir la incertidumbre y validar de alguna manera los datos obtenidos por la Dinámica Forestal, realizar el cálculo de los NREF a partir de la evaluación de los cambios producidos en la cobertura boscosa de Cuba mediante el uso de la herramienta Collect Earth On line. Los detalles sobre los procedimientos seguidos y sus resultados se explican a continuación.

5.1.1 Diseño de muestreo

El diseño de muestreo utilizado es el sistemático con una malla de puntos en toda la extensión del territorio nacional. A los fines de poder reafirmar que en Cuba no existe deforestación e identificar otras fuentes de incremento de la cobertura boscosa independientes de las acciones de reforestación, era importante evaluar los cambios, no solo de los que se producen en la propia categoría de tierras forestales, sino, de todos los usos de la tierra; lo cual también aportaría información valiosa para otros trabajos y decisiones en el país.

Se tuvo en cuenta la variación promedio anual de la superficie de bosques en los últimos 10 años, o sea, el incremento de la superficie de bosques en ese periodo, a partir de este dato se calculó el coeficiente de variación y con él, el tamaño de la muestra empleando la expresión siguiente:

$$n = \left(\frac{t_{\alpha} CV_{ij}}{IC} \right)^2$$

Donde:

n: es el tamaño de muestra necesario

t: es el valor de t a un nivel de confianza definido

CV: es el coeficiente de variación (En este caso para la cobertura forestal del país)

IC: es el medio ancho de intervalo de confianza deseado (Se tomó el 95%).

El tamaño de la muestra para todo el país fue de 10 000 parcelas de muestreo. En su distribución significaron una grilla de puntos distribuidos a 3,5 km uno de otro.

El tamaño de las parcelas seleccionado fue de 1 ha, o sea, de 100 m x 100 m.

5.1.2 Proyecto en CEO

Atendiendo al tiempo disponible para la realización del muestreo se comenzó el trabajo en las zonas descritas anteriormente. Manteniendo el esquema de distribución de las muestras cada 3,5 km correspondió el análisis en 5590 parcelas.

La evaluación de las categorías de uso de la tierra predominante en cada parcela, sus cambios y los cambios producidos en la superficie forestal en el periodo comprendido entre el 2014 y el 2019 (seis años), se realizó mediante interpretación visual de imágenes satelitales utilizando la plataforma Collect Earth On line (CEO) y Google Earth Pro.

CEO es un sistema de interpretación de imágenes satelitales de código abierto y personalizado desarrollado por la red SERVIR, NASA, FAO y USAID, en asociación con organizaciones técnicas regionales de todo el mundo. Es una herramienta para uso en proyectos que requieren información de uso y cobertura de la tierra.

Google Earth Pro es una herramienta de creación de mapas y funciones colaborativas. Permite visualizar imágenes satelitales de alta resolución y analizar en el tiempo los cambios sobre la tierra al facilitar el análisis espacio temporal por su disponibilidad de imágenes de diferentes fechas.

Se elaboraron proyectos para cada zona de trabajo. En la **Figura 2** se muestra un ejemplo:

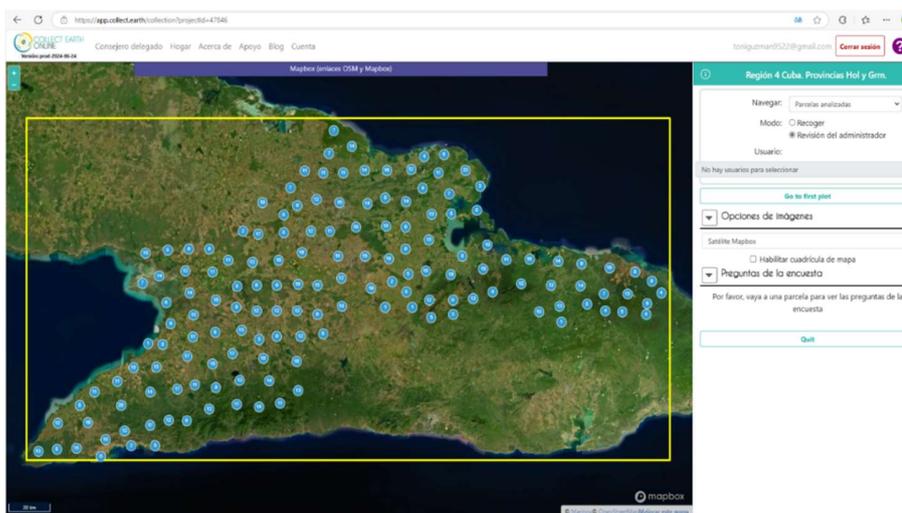


Figura 2: Interfaz del Proyecto en CEO para la Zona 4 (Granma-Holguín)

a) Interpretación visual de las muestras

La interpretación de las parcelas se realizó mediante un proyecto creado en CEO y siguiendo los procedimientos descritos en el [“Protocolo de Clasificación de Usos de la Tierra y análisis de sus cambios en Collect Earth Online para los Niveles de Referencia de Emisiones Forestales de Cuba”](#). A continuación, se da una información técnica resumida.

Se usaron varias imágenes satelitales, las que por defecto tiene CEO: Satélite Mapbox; Sentinel-2 Compuesto 2023; Planet NICFI (Público); Sentinel-1 Compuesto 2023 y para el Geo-Dash del proyecto se utilizaron:



Niveles de Referencia de Emisiones Forestales. República de Cuba. 2014-2019

Landsat 8 2014, Sentinel 2 2016, Sentinel 2 2018, Planet Dec 2020, Planet Dec 2022 y Planet Oct 2024. Sus características fundamentales son:

Landsat 8 2014

GEE Image Asset ID: projects/ee-joseserafini-fao/assets/Cuba_L8_2014

Image Parameters (JSON format): {"bands": ["nir", "swir1", "red"], "min": [0,0,0], "max": [5500, 5500, 3000]}

Sentinel 2 2016

GEE Image Asset ID: projects/ee-joseserafini-fao/assets/Cuba_S2_2016

Image Parameters (JSON format): {"bands": ["nir", "swir1", "red"], "min": [0,0,0], "max": [5500, 5500, 3000]}

Sentinel 2 2018

GEE Image Asset ID: projects/ee-joseserafini-fao/assets/Cuba_S2_2018

Image Parameters (JSON format): {"bands": ["nir", "swir1", "red"], "min": [0,0,0], "max": [5500, 5500, 3000]}

Planet Dec 2020

GEE Image Asset ID: projects/planet-nicfi/assets/basemaps/americas/planet_medres_normalized_analytic_2020-12_mosaic

Image Parameters (JSON format): {"bands": ["N", "R", "G"], "min": [0,0,0], "max": [6500, 2500, 2500]}

Planet Dec 2022

GEE Image Asset ID: projects/planet-nicfi/assets/basemaps/americas/planet_medres_normalized_analytic_2022-12_mosaic

Image Parameters (JSON format): {"bands": ["N", "R", "G"], "min": [0,0,0], "max": [6500, 2500, 2500]}

Planet Oct 2024

GEE Image Asset ID: projects/planet-nicfi/assets/basemaps/americas/planet_medres_normalized_analytic_2024-10_mosaic

Image Parameters (JSON format): {"bands": ["N", "R", "G"], "min": [0,0,0], "max": [6500, 2500, 2500]}

b) Diseño de Respuesta

La interpretación de las parcelas responde a varios intereses de información y abarca el periodo 2014-2024. El diseño de la encuesta también se describe en el protocolo citado. Para los NREF solo se analizaron tres subperiodos de dos años cada uno, abarcando seis años comprendidos entre 2014 y 2019. Con este objetivo la interpretación estuvo centrada en analizar los cambios sobre la cobertura forestal, o sea, en la categoría "Bosques" dentro de la categoría de "Tierras forestales". Los cambios analizados, que en lo adelante se denominan categorías de cambio, fueron:

Bosque estable con árboles: superficie de bosques con cobertura de árboles con 30 o más por ciento de proyección de copas que se mantiene en esa condición durante el periodo analizado. Expresa la cantidad de áreas donde se conserva el stock de carbono, o sea, son sumideros permanentes, al menos durante ese tiempo.



Bosque estable sin árboles a con árboles: superficie de bosques que han estado temporalmente sin cobertura de árboles o por debajo del 30% de proyección de copas y que en el periodo analizado recobran la cobertura de árboles. Aportan al incremento de la cobertura de bosques con árboles y por tanto intervienen en el crecimiento de los sumideros de carbono en ese tiempo.

Bosque estable con árboles a sin árboles: superficie de bosques que pierden la cobertura de árboles o disminuye por debajo del 30% de proyección de copas durante el periodo analizado. Las causas son diversas. En este caso se consideraron talas, incendios y otras perturbaciones (huracanes, enfermedades, etc.). Expresan una pérdida de la capacidad sumidero total o parcialmente durante ese tiempo y constituyen factores de degradación de los bosques.

Bosque estable sin árboles: superficie de bosques que durante el periodo analizado no presentan cobertura de árboles o la tienen por debajo del 30% de proyección de copas. En este caso no se consideraron en la determinación de los niveles de referencia por no disponerse de datos sobre los factores de emisión.

Otros cambios analizados fueron las pérdidas y ganancias de bosque, o sea, las áreas de bosque que se convierten a otros usos de la tierra y las tierras de otros usos que se convierten a bosques. Por los datos obtenidos las ganancias superan las pérdidas, por tanto, las compensan con creces. De ahí que se desestime el hecho de la deforestación como resultado neto. Por otra parte, el saldo de las ganancias al incorporarse a bosques en el periodo siguiente a su registro ya significa un crecimiento de la cobertura incluido en el cálculo de la superficie de bosques con árboles. Estas dos últimas categorías de cambio no fueron incluidas en los niveles de referencia.

En el análisis general en todo el periodo 2014-2024 sobre el uso de la tierra se evaluó de manera diferenciada la dinámica de la superficie cubierta de marabú, pues constituye un reservorio importante de sumidero de carbono; y aunque no se consideró en la determinación de los niveles de referencia forestal, contar con los datos de actividad específicos para este tipo de cobertura sienta bases para futuras decisiones nacionales de cara al enfrentamiento al cambio climático y el desarrollo del país.

5.1.3 Cálculo de superficies

Concluida la interpretación de las parcelas se extrajeron las tablas de datos que se generan en el proyecto de CEO. La superficie de categoría de área y de cambio en cada subperiodo se calculó la proporcionalidad, también identificada en este trabajo como coeficiente de participación (CP_{xyz}). El cálculo se realizó dividiendo la cantidad de parcela analizada en cada categoría de cambio, tipo de bosque y subperiodo entre el total de parcelas. En este caso se excluyeron las parcelas que correspondían a la superficie de aguas interiores y mar pues como superficie de referencia para el cálculo se tomó en cuenta la superficie terrestre sin la superficie acuosa. Las expresiones utilizadas son las siguientes:

$$CP_{xyz} = \frac{CpCA_{xyz}}{TPssac}$$

Donde:

CP_{xyz} : Proporcionalidad o Coeficiente de participación de cada categoría de cambio, tipo de bosque y subperiodo.



$CP_{CA_{xyz}}$: Cantidad de parcelas de cada categoría de cambio, tipo de bosque y subperiodo.

TPssac: Total de parcelas sin la superficie acuosa y el mar.

La superficie de cada categoría de cambio se calculó multiplicando la superficie terrestre total por el coeficiente de participación o proporcionalidad correspondiente a cada uno de los subperiodos analizados. La expresión es la siguiente:

$$SCC_{xyz} = STTssac \times CP_{xyz}$$

Donde:

SCC_{xyz} : Superficie de cada categoría de cambio, tipo de bosque y subperiodo.

STTssac: Superficie Terrestre total sin la superficie acuosa.

CP_{xyz} : Coeficiente de participación o de proporcionalidad de cada categoría de cambio, tipo de bosque y subperiodo.

Los datos de actividad por cada categoría de cambio, tipo de bosque y subperiodos se muestran en la tabla 2 en los anexos.

Como se aprecia, en el levantamiento de la información mediante el análisis de las imágenes satelitales y el empleo de la herramienta Collect Earth los cambios producidos en la cobertura de árboles fueron registrados en el tipo de bosque latifoliado, particularmente en los bosques regenerados naturalmente.

5.2 Factores de emisión

5.2.1 Factores de emisión usados en los Balances Netos de Emisiones

Los factores de emisión (FE) cuantifican la magnitud de las emisiones o absorciones de GEI por unidad de actividad (IPCC, 2006). Para el caso de Cuba, estos se obtuvieron de estudios iniciados desde 2006, en el marco de proyectos de investigación desarrollados y ejecutados por el INAF.

Lo anterior significa que Cuba acumula varios años de investigación en cuanto a la determinación de factores de emisión propios, lo que resulta muy conveniente para la disminución de la incertidumbre. Los datos de actividad relacionados con la superficie cubierta de bosques, detallada por cada una de las formaciones boscosas existentes en el país se obtienen de estadísticas nacionales compiladas a partir de declaraciones de los tenentes y administradores del patrimonio forestal; aunque en ello ayudan las actualizaciones que se realizan del catastro nacional, levantamientos de áreas específicos y trabajos de ordenación forestal. Pero, todos de manera no coincidentes en el tiempo que permitan bajo métodos más tecnificados obtener una información de los datos de actividad nacionalmente uniforme.

En la elaboración de los informes anuales del balance neto de emisiones los datos de actividad se obtienen de la "Dinámica Forestal" y las remociones fueron calculadas utilizando el Nivel 2 (factores de emisión propios del país) para el crecimiento anual de la biomasa aérea de *Pinus* spp. ($6,32 \text{ m}^3 \text{ ms}^{-1} \text{ ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$; Mercadet et al., 2012) y para *Pinus caribaea* ($8,51 \text{ m}^3 \text{ ms}^{-1} \text{ ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$), así como para la fracción de carbono en la materia seca (Mercadet, Álvarez, Escarré y Ortiz[†], 2011) de todos los niveles de bosque, tanto artificiales como naturales (**Tabla 3**).

En el caso de los grupos de mezcla de especies de bosques artificiales y de los grupos de bosques naturales, fueron empleados valores promedio de la fracción de carbono, tomando en consideración los valores de las especies que integraban cada grupo en los bosques artificiales o las especies reportadas para cada formación en el caso de los bosques naturales.

Para las emisiones fue utilizado también el Nivel 2 para el factor de conversión de biomasa entre el surtido maderero final y el volumen de madera inicialmente aprovechado⁽¹⁾, así como para la densidad básica de la madera⁽²⁾ (Tabla 4), donde fueron empleados valores promedio de la fracción de carbono, tomando en consideración los de las especies utilizadas para la producción de cada surtido.

Tabla 3: Fracciones de carbono en la materia seca usadas para el cálculo de las remociones de CO₂.
(Fuente: Instituto de Investigaciones Agro-Forestales)

Tipo de bosque	Especie o Grupo	Fracción de carbono
Artificial	<i>Acacia</i> spp.	0,4854
	<i>Eucalyptus</i> spp.	0,4875
	<i>Tectona grandis</i>	0,4849
	<i>Pinus</i> spp.	0,4702
	<i>Pinus caribaea</i>	0,4753
	Mezcla Maderas Duras	0,4688
	Mezcla Mad. Duras Ráp. Crec.	0,4697
	Mezcla Maderas Blandas	0,4690
Natural	Húmedo	0,4745
	Estacional (<20 años)	0,4658
	Estacional (>20 años)	0,4658
	Seco	0,4620
	Manglares	0,4700

Tabla 4: Densidad de la madera y fracción de carbono utilizados en la estimación de las emisiones producidas por las extracciones de madera. (Fuente: Equipo Técnico Sectorial de Forestales, INAF).

Categoría de cosecha	Densidad Básica de la Madera (kg · m ⁻³)					Fracción de Carbono				
	Coníferas	Latifolias				Coníferas	Latifolias			
		Preciosas	Duras	Semiduras	Blandas		Preciosas	Duras	Semiduras	Blandas
Bolo	565	618	811	652	482	0,4715	0,4700	0,4741	0,4633	0,4671
Postes				652					0,4734	

*Solo de eucalipto.

Para calcular la expansión de la biomasa (BCEF), fue empleado el valor por defecto 1,9 planteado para las maderas duras de la zona climática Mediterráneo, tropical seco, subtropical, con nivel de existencias en crecimiento entre 21 m³ y 40 m³.

El resto de los factores de emisión utilizados fueron los propuestos por defecto por IPCC (2006) y para la relación entre biomasa subterránea y biomasa aérea (R) fue utilizado el valor reportado para Bosque tropical húmedo de hojas caducas con biomasa aérea menor que 125 t · ha⁻¹ (IPCC, 2006).

¹ Coeficientes establecidos por la Dirección de Industrias del Grupo Empresarial Agroforestal - GAF

5.2.2 Factores de emisión usados en los Niveles de referencia de emisiones forestales

Las emisiones reportadas en los informes nacionales del balance neto de emisiones. En sus datos de actividad sobre los tipos de bosque tienen una estructura diferente a la que pudo obtenerse mediante la interpretación visual de las imágenes satelitales, eso implicó tener que hacer una homologación de las clases o tipos de bosque utilizados en ambos trabajos y determinar factores de emisión ponderados para calcular los NREF. En la **Tabla 5** se muestra la homologación de los bosques artificiales (plantados) y en la **Tabla 6** los bosques regenerados naturalmente incluyendo la homologación con las formaciones boscosas utilizadas en la Dinámica Forestal.

Tabla 5: Homologación de los tipos de bosques artificiales (plantados) teniendo en cuenta la clasificación para diferentes informes (Dinámica Forestal, IBNE y NREF). (Fuente: Dirección Servicio Estatal Forestal, Minag).

Clasificación para los NREF a partir del Proyecto en CEO	Clasificación de los IBNE (INGEI)	Plantaciones de especies forestales registradas en la Dinámica Forestal
Plantaciones de Coníferas	Pinus caribaea	Las cuatro especies de pinos cubanos
	Pinus spp.	
Plantaciones de latifolias	Acacia spp.	Acacia spp.
	Eucalyptus spp.	Eucalyptus spp.
	Tectona grandis	Tectona grandis
	Mezcla Maderas Duras de lento crecimiento	52 especies con densidades básicas de la madera entre 0.60 y 1.34 g*cm-3).
	Mezcla Mad. Duras Ráp. Crec.	32 especies con densidades básicas de la madera entre 0.60 y 1.07 g*cm-3
	Mezcla Maderas Blandas	51 especies con densidades básicas de la madera menor de 0.60 g*cm-4

Tabla 6: Homologación de los tipos de bosques naturales teniendo en cuenta la clasificación para diferentes informes (Dinámica Forestal, IBNE y NREF). (Fuente: Dirección Servicio Estatal Forestal, Minag).

Clasificación para los NREF	Clasificación de los IBNE (INGEI)	Formaciones boscosas registradas en la Dinámica Forestal
Bosque Natural de Coníferas	La formación Pinar se incluyó en el bosque estacional	Pinar
Bosque Natural de Latifolias	Húmedo	Monte Fresco
		Monte Nublado
		Pluvisilva
		Pluvisilva de Montaña
	Estacional (<20 años). El 20% de la superficie de las formaciones boscosas que la integran	Encinar
		Semicaducifolio sobre suelo ácido
		Semicaducifolio sobre suelo calizo
	Estacional (>20 años). El 80% de la superficie de las formaciones boscosas que la integran	Semicaducifolio sobre suelo de mal drenaje
		Encinar
		Semicaducifolio sobre suelo ácido
		Semicaducifolio sobre suelo calizo
	Seco	Semicaducifolio sobre suelo de mal drenaje
		Charrascal
		Cuabal
Manigua Costera		
Uveral		
Xerófilo de Mogote		
Xerofítico Típico		
Manglares	Manglares	Manglares

Para los tipos de bosques según la clasificación adoptada en función de los niveles de referencia y a partir de los factores de emisión propios de los tipos de bosques según la clasificación para los IBNE se determinaron factores de emisión ponderados. Para ello, inicialmente se obtuvo la media ponderada del crecimiento anual de la biomasa aérea mediante la expresión siguiente:

$$CBap_j = \frac{\Sigma(StbBE_1 \times CBa_1) + (StbBE_2 \times CB_2) + \dots + (StbBE_n \times CB_n)}{SBTBE}$$

Donde:

CBap_j: Crecimiento medio anual ponderado de la biomasa aérea de cada tipo de bosque en la estructura de bosque adoptada para el empleo del Collect Earth.

StbBE: Superficie de cada tipo de bosque utilizado en el informe nacional del balance de emisiones. Coincide con el de la Dinámica Forestal 2022.

CBa: Valor del crecimiento de la biomasa aérea de cada tipo de bosque utilizado en el informe nacional del balance de emisiones.

SBTBE: Superficie de bosque total utilizada en el informe nacional del balance de emisiones y que resulta de la suma de la superficie de cada tipo de bosque.

Posteriormente, empleando el valor de la relación biomasa del suelo x biomasa aérea⁻¹, se calculó la biomasa soterrada y luego en una expresión similar a la anterior se ponderó el factor del carbono a utilizar en cada tipo de bosque en la estructura utilizada con el Collect Earth.

$$CBap_j = \frac{\Sigma(StbBE_1 \times FC_1) + (StbBE_2 \times FC_2) + \dots + (StbBE_n \times FC_n)}{SBTBE}$$

En este caso, FC_j es el factor del carbono utilizado en el informe nacional del balance de emisiones para cada tipo de bosque.

Los factores de emisión obtenidos para la estructura de bosque utilizada en el presente trabajo se muestran a continuación:

Tabla 7: Factores de emisión ponderados para los tipos de bosque analizados con la herramienta Collect Earth. (Fuente: Dirección Servicio Estatal Forestal, Minag).

Categorías de Área analizadas mediante Collect Earth On line	Crecimiento promedio anual ponderado de toda la biomasa (aérea y soterrada) (t _{bm} * ha ⁻¹ * a ⁻¹)	Valor ponderado de la Fracción de C para la materia seca	Absorción anual de CO ₂ (t CO ₂ * ha ⁻¹ * a ⁻¹)
Bosques Naturales Coníferas	2,88	0,4658	4,9
Bosques Naturales Latifolias	3,55	0,4662	6,1
Plantaciones Coníferas	9,53	0,4738	16,6
Plantaciones Latifolias	15,60	0,4723	27,0
Manglares	3,40	0,4700	5,9

6. NIVELES DE REFERENCIA DE EMISIONES FORESTALES

Como ya se conoce, el periodo histórico analizado está comprendido entre el 2014 y 2019. Para cada subperiodo y tipo de bosque se calcularon las absorciones y emisiones teniendo en cuenta el comportamiento de la cobertura forestal, o sea, los cambios que se explicaron en el capítulo de datos de actividad.

Los comportamientos que mantienen estable o incrementan la cobertura forestal tributan a las absorciones. En este caso están: Ganancia de bosques, bosque estable con árboles y bosque estable sin árboles a con árboles. Los que tributan a las emisiones son: Pérdida de bosques y bosque estable con árboles a sin árboles. Este último analizado por sus causas fundamentales: tala, incendios y otras perturbaciones.

En este trabajo, para el cálculo de los niveles de referencia no se consideró el efecto de la pérdida y ganancia de bosques. Ambos tienen que ver con cambios en las categorías de uso de la tierra y el periodo analizado es corto, de modo que no se cumple lo establecido por el IPCC de que el cambio de uso de la tierra debe asegurar un mínimo de 20 años para que pueda establecerse como cambio real. Por otra parte, las ganancias de bosque superan con creces las pérdidas, de modo que el resultado neto no genera tasas de deforestación para el país. Otro elemento es que al producirse la ganancia de bosque en el periodo subsiguiente la superficie de bosque incrementada ya forma parte de la superficie de bosque con árboles y las absorciones que resulten de esa incorporación ya se incluyen en el cálculo para ese periodo.

En los informes nacionales sobre el balance neto de emisiones en el sector forestal solo se consideró para el cálculo de las emisiones la pérdida que se genera por la cosecha de productos madereros, además de que los datos de actividad que se utilizan no constituyen el total del país, aunque sí su mayor parte. Sobre esto el país ya cuenta con factores de emisión propios teniendo en cuenta los surtidos y clase económica en que se clasifican las especies maderables. Para el resto de las pérdidas generadas por otras causas no se cuenta con información.

A los efectos de este trabajo, con el objetivo de contar con una aproximación al comportamiento de las emisiones de una forma más generalizada y con un enfoque hacia la evaluación de los impactos que se generan en la degradación de bosques, las emisiones se determinaron evaluando la pérdida de cobertura de árboles en la categoría "Bosques", específicamente analizando las tres causas ya mencionadas. (talas, incendios y otras causas).

Teniendo en cuenta que en la evaluación visual de las imágenes resultó difícil determinar el tipo de bosque que se afectaba, pues se trata de casos en que ya se perdió la cobertura, por tanto, el índice de vegetación o patrón del infrarrojo es totalmente diferente y no permite tal identificación se asume que el cálculo de las emisiones se realice teniendo en cuenta los siguientes datos:

- a) Superficie total afectada.
- b) Existencia media de madera a partir de la cual se estima la biomasa total utilizando el factor de expansión de la biomasa aérea y la relación biomasa soterrada/biomasa aérea.
- c) Factor de carbono.

Al evaluar las imágenes se aprecia que en las regiones estudiadas la mayoría de las parcelas donde se registran pérdidas de cobertura de árboles coinciden con áreas de especies latifoliadas y siguiendo el criterio de expertos, el volumen medio, considerando todos los tipos de bosques y clases de edades, se estimó en 90 m³/ha. El factor de expansión de la biomasa, la relación biomasa soterrada/biomasa aérea y el factor de



carbono que se utilizaron se corresponden con los establecidos en 2006 por las directrices del IPCC para la región climática tropical y bosque latifoliado húmedo. Los valores son:

- ✓ Factor de expansión de la biomasa aérea = 1.50
- ✓ Relación biomasa soterrada/biomasa aérea = 0.24
- ✓ Factor de carbono = 0.47

En el caso particular de las áreas donde se produjeron talas el valor utilizado de las existencias maderables es el que se corresponde con la madera aprovechable. Según el criterio de expertos es del 75% de la existencia promedio.

Realizados todos los cálculos correspondientes, (Ver tablas anexas 8 y 9), se obtuvieron los siguientes niveles de referencia con sus valores de incertidumbre. Ver gráficos.

- 1) Absorciones de CO₂ en bosques con cobertura de árboles: **20,4 millones de t CO₂/año**. Ver **Gráfico 3 en los anexos**. (Incertidumbre = 31%)
- 2) Absorciones de CO₂ en bosques que conservan de forma estable su cobertura de árboles: **12,2 millones de t CO₂/año**. Ver **Gráfico 4 en los anexos**. (Incertidumbre = 57%)
- 3) Emisiones de CO₂ por pérdida de cobertura de árboles en bosque: **1,2 millones de t CO₂/año**. Ver **Gráfico 5 en los anexos**. (Incertidumbre = 19%)
- 4) Absorciones netas de CO₂ en la categoría "Bosques": **19,2 millones de t CO₂/año**. Ver **Gráfico 6 en los anexos**. (Incertidumbre = 34%)

En el Gráfico 7 en los anexos se muestran también las emisiones y absorciones en la categoría bosques del periodo 2014-2019.

7. COMPLETITUD, TRANSPARENCIA, CONSISTENCIA Y PRECISIÓN DE LA INFORMACIÓN

7.1 Información completa y transparente

La información usada para el NREF está disponible, de modo accesible y permite la trazabilidad para poder replicar sus métodos de construcción, de acuerdo con la decisión 12/CP.17. Los procedimientos realizados para obtener los datos de actividad y sus resultados están registrados en la plataforma digital de código abierto de CEO, así como sus bases de datos, e institucionalmente la Dirección del Servicio Estatal Forestal del Ministerio de la Agricultura pone disponibles los procedimientos y bases para el cálculo de las estimaciones del área derivados del muestreo sistemático.

Por otra parte, también están disponibles las series de datos de la Dinámica Forestal que registra las estadísticas en cuanto la cobertura forestal del país; así como los informes sobre el balance neto de emisiones que elabora periódicamente el Instituto de Investigaciones Agro Forestales.

Los procedimientos para la interpretación visual con la herramienta CEO y para el control de la calidad y sus estimaciones, también están documentados en protocolos que pueden consultarse; y están disponibles las tablas de cálculo de los NREF, algunas anexas en este propio documento y otras en archivos complementarios.



Para los NREF no se tuvieron en cuenta todos los reservorios de CO₂ existentes en los bosques. Solo se consideraron la biomasa aérea y subterránea. En tanto no se dispone aún de la información necesaria en relación con la necromasa (hojarasca y madera muerta) y el carbono del suelo. Además, tampoco son estimadas las emisiones de otros gases de efecto invernadero que se generan fundamentalmente por los incendios forestales.

7.2 Consistencia con el INGEI

La información básica de los NREF es coherente con la del INGEI en cuanto al dato de actividad superficie de bosques, el que, como ya se ha observado, muestra una tendencia creciente de manera sostenida. Los factores de emisión y procedimientos de estimación son similares. Las diferencias radican en los métodos empleados para la obtención del dato de actividad, los que lógicamente generan diferencias en los resultados en cuanto las cantidades estimadas, sin embargo, el comportamiento en cuanto a las tendencias de las emisiones y absorciones son similares.

El otro aspecto en el que no son coincidentes es que el INGEI tiene escala nacional y los NREF, hasta el momento, tienen un alcance subnacional. Se supone, a partir del análisis de las estadísticas que la región centro-occidental que no ha sido analizada, probablemente tenga un comportamiento similar al de la región ya analizada. Lo que seguramente validaría los informes ya emitidos.

Las estadísticas nacionales se nutren particularmente del registro de incorporaciones a la superficie boscosa como resultado de las acciones de fomento de bosques, sin embargo, es evidente que dada la ociosidad de la tierra en muchos lugares se ha estado produciendo de manera espontánea una expansión del bosque, la que no siempre es registrada y que es apreciable mediante la interpretación de las imágenes. La realización de inventarios forestales sistemáticos ayudaría mucho a la actualización permanente de los datos de actividad.

7.3 Precisión de la información (incertidumbre asociada)

En muestreo realizado durante la interpretación visual se comprobó un error del 4,4% al revisarse 250 parcelas al azar.

En el acápite sobre los NREF anteriormente desarrollado se especificó para cada situación analizada el valor porcentual de la incertidumbre. Nótese que a excepción de las emisiones por pérdida de la cobertura de árboles que es del 19%, los valores superan el 30%. Esto significa que, con una tendencia similar de las variaciones en las emisiones y absorciones, en los años siguientes es de esperar resultados favorables.

8. FUTURAS MEJORAS PARA EL DESARROLLO DE LA INFORMACIÓN

La estimación de las emisiones de gases de efecto invernadero requieren de una mejora continua. La cuantificación de ellas con un nivel de incertidumbre cada vez menor, es decir con mejor precisión resulta del todo beneficioso al proporcionar una mejor información que exprese los resultados de los esfuerzos del país con datos más reales sobre el enfrentamiento al cambio climático.



En la medida en que la información se aleje de las subestimaciones los mecanismos de pago por resultados a los que se puede acceder como mecanismo de financiamiento resultarían más provechosos y en la medida en que se corrijan las sobrestimaciones la información sería más confiable aumentando su credibilidad. Por tanto, las acciones por mejorar los procesos de captación de la información necesaria y el cálculo de las emisiones constituyen un reto permanente. A continuación, se relacionan algunas acciones en las que el país debe continuar trabajando:

- 1) Realizar el Inventario Forestal Nacional como principal acción del sistema nacional de monitoreo forestal y sistematizar su realización periódica para mantener la actualización de la información necesaria.
- 2) Perfeccionar los procedimientos de captación y análisis de la “Dinámica Forestal” adecuándola a las particularidades del INGEI. Ello implica diferenciar las existencias de los bosques que permanecen como tal, las que se incorporan como resultado de ganancias de bosques provenientes de otros usos de la tierra y las que se pierden porque pasan a otros usos de la tierra.
- 3) Avanzar hacia el empleo de las técnicas de fotointerpretación y el uso de los SIG en la evaluación de áreas y los cambios que se producen en ellas. Aplicar las herramientas más novedosas como parte de la mejora continua de los métodos de evaluación.
- 4) Incorporar al INGEI, gradualmente y en la medida de las posibilidades los datos de actividad y reservorios que hasta el momento no se contabilizan.
- 5) Extender el control de la cosecha de productos forestales a todas las formas de gestión, controlar y diferenciar todos los surtidos posibles teniendo en cuenta la clasificación establecida para los tipos de bosques y secciones económicas de las maderas.
- 6) Generalizar el monitoreo de las perturbaciones y evaluar sus impactos sobre la degradación forestal de manera diferenciada según los tipos de bosques existentes.
- 7) De igual manera establecer y extender a todo el país la evaluación de los impactos generados por las acciones de manejo en función de disminuir o evitar la degradación forestal y de incrementar la productividad de los bosques de producción y el mejoramiento de los servicios ecosistémicos.
- 8) Continuar trabajando en la determinación de factores de emisión propios avanzando hacia la especificación por formaciones vegetales, estados de la cobertura y clases de existencia de biomasa.
- 9) Transitar progresivamente hacia la sustitución del método de Pérdidas/Ganancias empleado actualmente para el inventario de emisiones del Sector por el método de Diferencia de Existencias.
- 10) Trabajar en la creación y fortalecimiento de capacidades en función de las acciones de enfrentamiento al cambio climático en sentido general y de manera particular en las que permitan perfeccionar el control, evaluación y análisis de las emisiones de GEI.

Estas y otras acciones, de una forma u otra, se concibieron como parte del conjunto de acciones que contribuyen al cumplimiento de los objetivos planteados en la Contribución Nacionalmente Determinada que el país propone para el periodo 2025-2030, para lo cual se requiere del apoyo financiero externo ya que algo más del 50% de las metas comprometidas están condicionadas a eso.



BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, A. 2018. La Adaptación Agraria al Cambio Climático: Una herramienta de trabajo para los gobiernos municipales. Inst. Investig. Agro-Forestales, La Habana, Cuba. 303 p.
- Álvarez, A. F. y col. 2017. Impactos y adaptación al cambio climático en el Sector Forestal Cubano. Sexta aproximación. Inst. Inv. Agro-Forestales, Grupo Empresarial Agroforestal. La Habana, Cuba. 360 p.
- Álvarez, A. y D. Vargas. 2014. Las emisiones de gases de efecto invernadero y su mitigación por el sector agrario. Inst. Nacional de Ciencias Agrícolas. Mayabeque, Cuba. 52 p.
- Álvarez, A., A. Mercadet y col. 2011. El Sector Forestal Cubano y el Cambio Climático. Inst. Investig. Agro-Forestales, Ministerio de la Agricultura, La Habana, Cuba. 248 p.
- ANPP-Asamblea Nacional del Poder Popular. 1998. Ley 85/1998 “Ley Forestal”. ANPP, La Habana, Cuba. 17 p.
- Bisse, J. 1988. Árboles de Cuba. Editorial Científico-Técnica. La Habana, Cuba. 384 p.
- Bockel, L.; U. Grewer, Ch. Fernández and M. Bernoux. 2012. Ex Act User Manual. Estimating and Targeting Greenhouse Gas Mitigation in Agriculture. FAO, IRD and World Bank. Rome, Italy. 134 p.
- CITMA – Min. Ciencia, Tecnología y M. Ambiente. 2017. Enfrentamiento al cambio climático en la República de Cuba. CITMA. La Habana, Cuba. 43 p.
- CITMA – Min. Ciencia, Tecnología y M. Ambiente. 2020. Estrategia Ambiental Nacional 2021-2025. CITMA. La Habana, Cuba. 44 p.
- CITMA-Min. Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. 2024. Programa Nacional para la Diversidad Biológica. Cuba – Diversidad Biológica con miras al 2030. CITMA. La Habana, Cuba. 30 p.
- Dir. Forestal – GAF. 2024. Contribución de información para el inventario de emisiones 2023 del Sector Forestal. Grupo Empresarial Agroforestal. (digital).
- Dirección General de Cambio Climático y Desertificación, Ministerio del Ambiente. NIVEL DE REFERENCIA DE EMISIONES FORESTALES POR DEFORESTACIÓN BRUTA DEL PERÚ EN EL BIOMA AMAZÓNICO. (Documento preliminar para revisión). Lima, Perú. Febrero 2021. 120 p.
- Dirección General de Gestión y Desarrollo Forestal, Ministerio del Medio Ambiente y Agua. Nivel de Referencia de Emisiones Forestales por la Deforestación del Estado Plurinacional de Bolivia”. Versión 1.0, 23 de enero 2023. 39 p.
- DSEF–Dir. Servicio Estatal Forestal. 2024a. Dinámica Forestal: 2023. Min. Agricultura, La Habana, Cuba. (en soporte digital).
- DSEF–Dir. Servicio Estatal Forestal. 2024b. Informe de seguimiento a la Contribución Nacionalmente Determinada: “Incremento de la cobertura forestal del país hasta 33 % en el año 2030”. Min. Agricultura, La Habana, Cuba. 6 p.
- Garea, B. y A. Curbelo. 2013. La Transferencia de Tecnología y el Cambio Climático. Agencia de Medio Ambiente. La Habana, Cuba. 109 p.
- Gómez, R. et al. 1973. Clasificación de los bosques de Cuba por la importancia de las especies de árboles. Cuba, Revista Forestal Baracoa 6 (3-4): 27-36.
- INAF-GAF. 2019. Sistema de Medición, Reporte, Monitoreo y Evaluación (MRMV): Reporte 2019. Inst. Investig. Agro-Forestales. La Habana, Cuba. 51 p.
- IPCC-International Panel on Climate Change. 2006. Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T., and Tanabe K. (eds). Publicado por: IGES, Japón. Vol. 4. Cap. 4. 93 p.



- Kirschbaum, M. and A. Fischlin. 1996. Climate Change. Impacts on Forests. IN: Climate Change 1995. Impacts, Adaptations and Mitigation of Climate Change: Scientific-Technical Analyses. Contribution of Working Group II to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Editors: J. J. Houghton, L. G. Meiro Filho, B. A. Callander, N. Harris, A. Kattenberg and K. Maskell. University of Cambridge, New York, USA. 891 p.
- Llanes, J., J. Somoza y Y. Betancourt. 2017. Mitigación. Experiencia en Cuba del cambio climático. Univ. La Habana, La Habana, Cuba. 294 p.
- Mercadet, A. *et al.* 2012. Estimación de los incrementos medios anuales de volumen de madera en plantaciones de cinco especies. Informe Técnico. *Proy. Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático: Sector Forestal; Prog. Cambio Climático en Cuba: Impactos, Mitigación Y Adaptación*. Inst. Invest. Agro-Forestales, La Habana, Cuba. 6 p.
- Mercadet, A.; A. Álvarez y A. Ajete. 2020. La Mitigación del Cambio Climático por el Sector Forestal Cubano. Inst. Investig. Agro-Forestales. La Habana, Cuba. 248 pp.
- Mercadet, A.; A. Álvarez, A. Escarré y O. Ortiz. 2011. Coeficientes de carbono y nitrógeno en la madera y corteza de especies forestales arbóreas cubanas [en línea]. http://bva.fao.cu/pub_doc/Reposit/cuf0337s.pdf
- Mercadet Portillo, A., A. Álvarez Brito, A. Ajete Hernández, W. Toirac Argüelle; Y. Peña Guerra; A. M^a Peñalver Jaime; Y. Miñoso Bonilla, M. Morales Lezcano y J. L. Figueredo Fernández. 2024. Proyecto *Ecovalor: Sector Forestal*. Informe Final. Inst. Investig. Agro-Forestales, La Habana, Cuba. 54 p.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Colombia. Propuesta del nivel de referencia de las emisiones de Colombia para el periodo 2023-2027 como mecanismo para optar al pago por resultados de REDD+ bajo la CMNUCC. Bogotá DC, enero 2024. 87 p.
- Ortega, F., L. Fernández y A. Volpedo, 2009. Efectos de los cambios globales sobre el ciclo de carbono. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. La Habana, Cuba. 146 p.
- Planos, E., R. Rivera y V. Guevara. 2013. Impacto del Cambio Climático y Medidas de Adaptación en Cuba. Agencia de Medio Ambiente. La Habana, Cuba. 430 p.
- República de Cuba. 2001. Primera Comunicación Nacional a la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático. La Habana, Cuba. 166 p.
- República de Cuba. 2015a. Segunda Comunicación Nacional a la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático. La Habana, Cuba. 228 p.
- República de Cuba. 2015b. Primera Contribución Nacionalmente Determinada. La Habana, Cuba. 20 p.
- República de Cuba. 2020a. Tercera Comunicación Nacional a la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático. La Habana, Cuba. 402 p.
- República de Cuba. 2020b. Primer Informe Bienal de Actualización a la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático. La Habana, Cuba. 242 p.
- República de Cuba. 2020c. Primera Contribución Nacionalmente Determinada (actualizada). La Habana, Cuba. 38 p.
- República de Cuba. 2022. Ley 150/2022 “Del Sistema de los Recursos Naturales y el Medio Ambiente”. Gaceta Oficial N^o 87. La Habana, Cuba. p. 2091-2140.
- República de Cuba. 2023. Decreto 86 “Del Enfrentamiento al Cambio Climático”. Gaceta Oficial N^o 87. La Habana, Cuba. p. 2179-2193.
- República de Cuba. 2024. Primer Documento de Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero 1990-2022 y Primer Informe Bienal de Transparencia ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. La Habana, Cuba. 513 p.



ANEXOS

Tablas

Tabla 2: Superficie por categorías de cambio, tipos de bosques y subperiodos durante el periodo 2014-2019.

(Fuente: Dirección del Servicio Estatal Forestal de Cuba obtenido mediante muestreo con el uso de la herramienta Collect Earth On line, 2024).

Categorías de cambio	Subperiodos	Superficie en hectáreas					
		BN Coníferas	BN Latifolias	Pt Coníferas	Pt Latifolias	Manglares	Total
Bosque estable con árboles	2014-2015	30608,4	1580986,8	14681,3	39844,5	182077,4	1848198,5
	2016-2017	30608,4	1582980,3	14681,3	44042,1	178938,4	1851250,4
	2018-2019	30608,4	1590377,4	13645,0	45078,3	176865,8	1856574,9
Bosque estable sin árboles a con árboles	2014-2015		17794,3				17794,3
	2016-2017		19886,0				19886,0
	2018-2019		38709,0				38709,0
Bosque estable con árboles a sin árboles (total)	2014-2015		10453,5				10453,5
	2016-2017		12619,3				12619,3
	2018-2019		8375,0				8375,0
Bosque estable con árboles a sin árboles por talas	2014-2015						
	2016-2017		2105,4				2105,4
	2018-2019		2105,4				2105,4
Bosque estable con árboles a sin árboles por incendios	2014-2015		1036,3				1036,3
	2016-2017						
	2018-2019		1036,3				1036,3
Bosque estable con árboles a sin árboles por otras causas	2014-2015		9417,2				9417,2
	2016-2017		10513,9				10513,9
	2018-2019		5233,3				5233,3

Gráficos

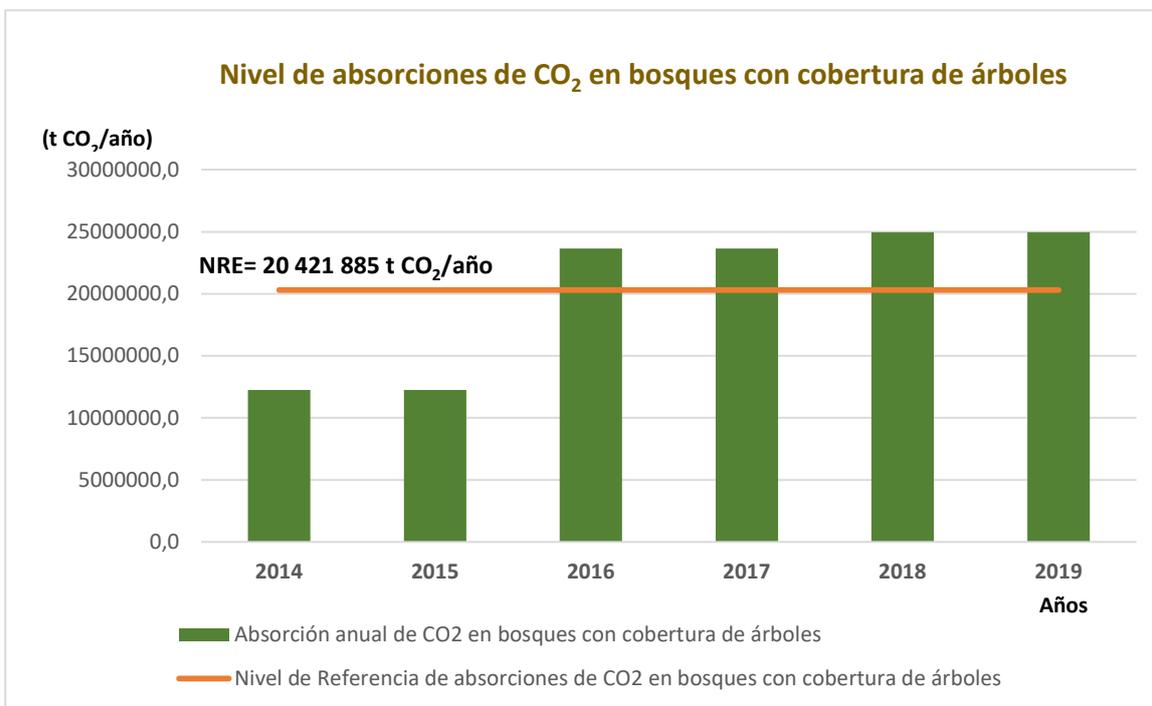


Gráfico 3. Nivel de referencia de absorción de CO₂ en bosques con cobertura de árboles. Cuba 2014-2019.

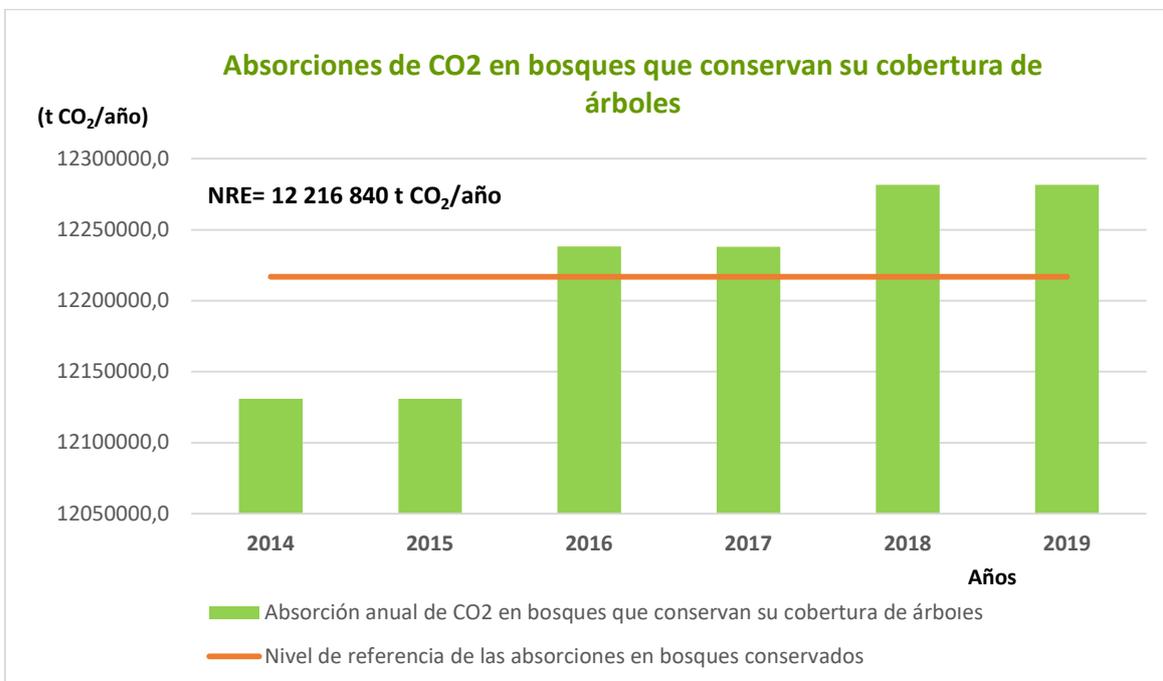


Gráfico 4. Nivel de referencia de absorción de CO₂ en bosques que conservan su cobertura de árboles. Cuba 2014-2019.

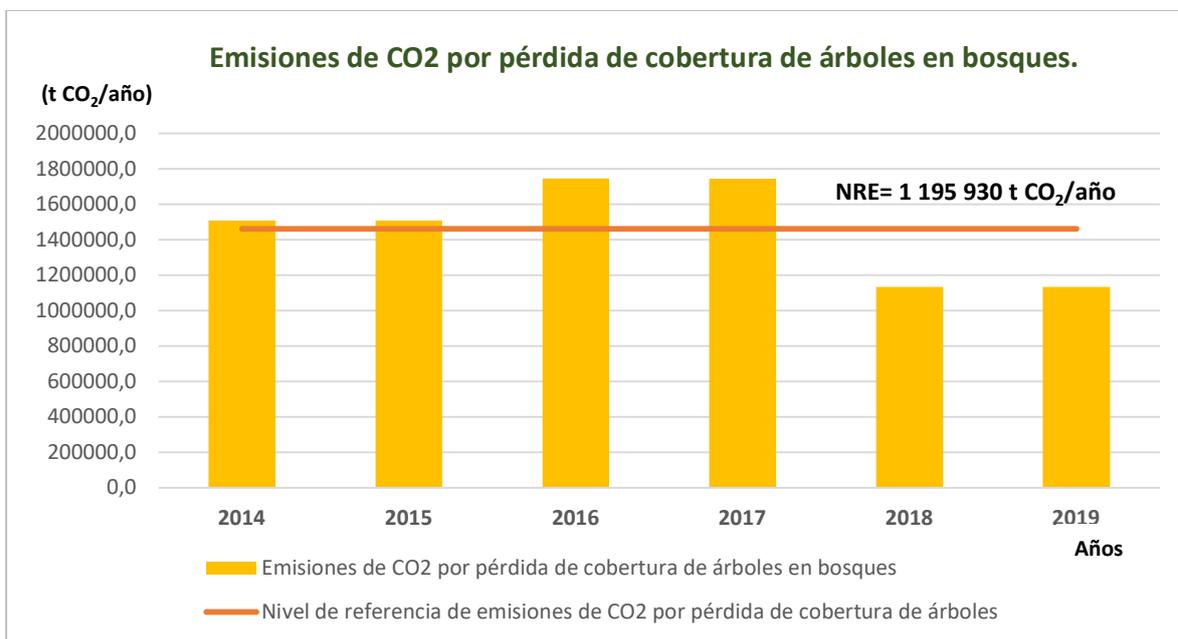


Gráfico 5. Nivel de referencia de emisión de CO₂ en bosques por pérdida de cobertura de árboles (degradación forestal). Cuba 2014-2019.

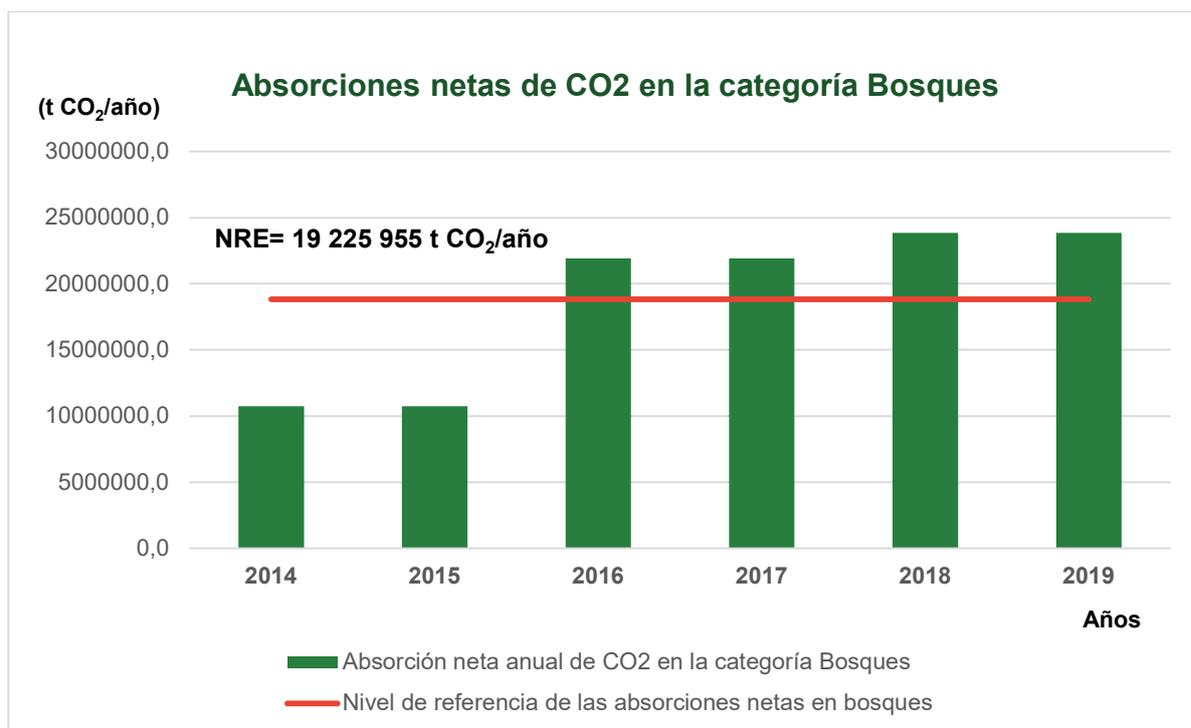


Gráfico 6. Nivel de referencia de absorciones netas de CO₂ en bosques. Cuba 2014-2019.

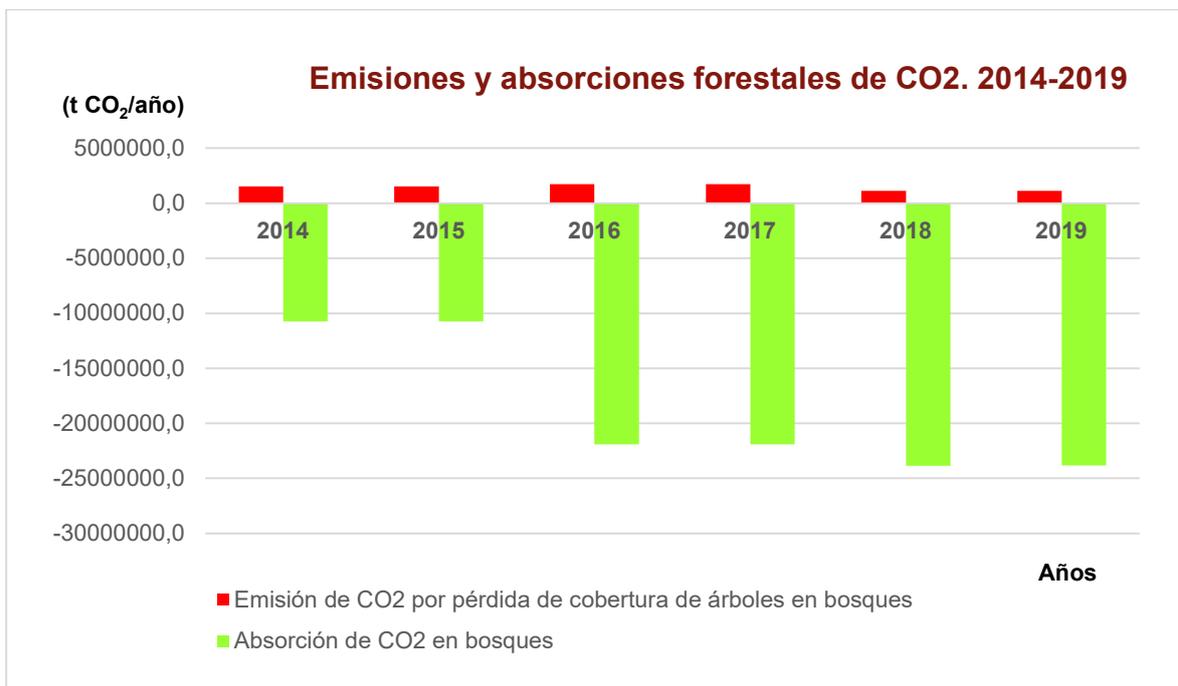


Gráfico 7. Emisiones y absorciones de CO₂ en bosques. Cuba 2014-2019.