



# BALANCE DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO DEL SECTOR FORESTAL DE CUBA

## GREENHOUSE GAS EMISSIONS BALANCE OF CUBA'S FORESTRY SECTOR

ALICIA MERCADET PORTILLO<sup>\*1</sup>, ARNALDO ÁLVAREZ BRITO<sup>1</sup>, YOLANIS RODRÍGUEZ GIL<sup>1</sup>,  
 ARLETY AJETE HERNÁNDEZ<sup>1</sup>, JANET BLANCO LOBAINA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Investigaciones AgroForestales, Cuba.

<sup>2</sup>Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes, Cuba.

\*Autor para la correspondencia: [mercadet@forestales.co.cu](mailto:mercadet@forestales.co.cu); [mercadet49@gmail.com](mailto:mercadet49@gmail.com)

### RESUMEN

El inventario de Gases de Efecto Invernadero desempeña un papel clave para el seguimiento de las emisiones de GEI a nivel global, regional y local, así como para verificar el éxito o fracaso de las medidas implementadas en su mitigación. El objetivo de este trabajo es evaluar y presentar los resultados del balance de emisiones y absorciones del sector forestal cubano para el período 1998-2022. El estudio se realizó con la aplicación del método de pérdidas y ganancias de biomasa para la categoría "Tierras forestales que permanecen como tal", establecidas en las [Guías del IPCC \(2006\)](#). La información para los cálculos se obtiene de los reportes anuales de la Dinámica Forestal, del Grupo Agroforestal y del Instituto de Fruticultura Tropical. Se utilizan factores de emisión nacionales para el crecimiento anual de la biomasa aérea y para la fracción de carbono en la madera. Los resultados mostraron que los bosques naturales, en particular los estacionalmente húmedos y los manglares, fueron el principal sumidero de carbono. Los bosques artificiales incrementaron su contribución. La capacidad de sumidero neto ha aumentado desde 1990, debido al incremento del área cubierta por los bosques y la disminución en la extracción de biomasa. Sin embargo, las absorciones comenzaron a estabilizarse después de 2018, al aproximarse al límite de área disponible para reforestación. Se concluyó que el sector forestal cubano mantiene un balance neto de carbono positivo como sumidero, aunque sujeto a variaciones por eventos climáticos extremos y a una futura estabilización de las remociones.

**Palabras clave:** bosques, cambio climático, inventario de GEI, mitigación, remociones de CO<sub>2</sub>

### ABSTRACT

The Greenhouse Gas Inventory plays a key role in tracking GHG emissions at the global, regional, and local levels, as well as in verifying the success or failure of measures implemented for their mitigation. The objective of this work is to evaluate and present the results of the emissions and removals balance of the Cuban forestry sector for the period 1998-2022. The study was conducted using the gain-loss method for biomass for the category 'Forest land remaining forest land,' established in the [IPCC Guidelines \(2006\)](#). The information for the calculations is obtained from the annual reports of Forest Dynamics, the Agroforestry Group, and the Tropical Fruit Institute. National emission factors are used for the annual growth of aboveground biomass and for the carbon fraction in the wood. The results showed that natural forests, particularly seasonally wet forests and mangroves, were the main carbon sink. Artificial forests have increased their contribution. The net sink capacity has increased since 1990, due to the expansion of forested areas and a decrease in biomass extraction. However, absorptions began to stabilize after 2018, as the limit of available area for reforestation was approached. It was concluded that the Cuban forestry sector maintains a positive net carbon balance as a sink, although it is subject to variations from extreme weather events and to a future stabilization of removals.

**Keywords:** forests, climate change, GEI Inventory, mitigation, CO<sub>2</sub> removals

Recibido: 15/2/2026

Aceptado: 22/3/2026

**Conflicto de intereses:** Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

**Contribución de los autores:** Conceptualización, Investigación, Redacción - borrador original, Visualización: Alicia Mercadet Portillo. Investigación, Redacción - borrador original, Metodología: Arnaldo Álvarez Brito. Metodología, Redacción - revisión y edición: Yolanis Rodríguez Gil. Metodología, Redacción - revisión y edición: Arlety Ajete Hernández. Metodología: Janet Blanco Lobaina.



Este artículo se encuentra bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial (CC BY-NC 4.0). <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



## INTRODUCCIÓN

Las actividades humanas como la quema de combustible fósiles y la deforestación de bosques y selvas, intensifican el efecto invernadero natural al incrementar las emisiones de GEI y modificar con ello la composición de la atmósfera de la Tierra (Instituto de Ecología y Cambio Climático, 2018). El Sector AFOLU, representa el 42% de las emisiones netas de gases de efecto invernadero en América Latina y el Caribe. En tanto es una fuente importante de emisiones como una vía crítica para soluciones climáticas, abordando la agricultura sostenible, la conservación de los bosques y enfoques basados en la naturaleza que protegen la biodiversidad y los medios de vida (Xilotl y Serrano, 2025).

La preparación, actualización periódica, publicación y transmisión de inventarios nacionales de emisiones antropogénicas y absorciones de Gases de Efecto Invernadero a la Conferencia de las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) constituye un compromiso contraído por todas las Partes de esta Convención. Estos inventarios excluyen los gases controlados por el Protocolo de Montreal. Su elaboración representa una obligación fundamental derivada del marco internacional. El balance de carbono evalúa el impacto de las actividades humanas sobre el medio ambiente y actualmente el balance de GEI se inscribe aún más en la lucha contra el calentamiento global (Gabin, 2024).

Los inventarios permiten identificar los sectores, las categorías de fuentes y las fuentes específicas que presentan un mayor peso en las emisiones y remociones nacionales. También facilitan el reconocimiento de los componentes con mayor incertidumbre en las estimaciones. Además, son uno de los componentes principales de las Comunicaciones Nacionales que las Partes de la CMNUCC deben preparar y remitir periódicamente a la Secretaría de dicha convención (Valdés et al., 2013).

Uno de los sectores clave a considerar en estos inventarios es el de Uso y Cambio del Uso de la Tierra y los Bosques. Dentro de este sector, la estimación del carbono retenido por el área forestal adquiere un rol de gran importancia. La cuantificación precisa de este almacenamiento es fundamental para el balance nacional de carbono.

El Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) ha establecido metodologías generales para la realización de los inventarios de gases de efecto invernadero. Estas metodologías comprenden formas estándar de trabajo para aplicar en los diferentes sectores económicos, los cuales incluyen al sector forestal (IPCC, 1996, citado por Mercadet et al., 2005).

Tras la publicación de las Guías Revisadas del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, 1996) para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero, el IPCC recomendó una segunda versión metodológica

(IPCC, 2003). Esta versión se destinó específicamente al sector que se definió como Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra (AFOLU). Actualmente, se utilizan las Guías del IPCC del año 2006.

El Instituto de Investigaciones Agro-Forestales (INAF) ha efectuado desde 1998 la evaluación del sector forestal para el Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) incluyendo los años pares y en 2019 realizó la actualización de estas evaluaciones con las Guías 2006 del IPCC, evaluando además los años impares desde 1998.

Con el objetivo de alcanzar niveles cualitativamente superiores en las estimaciones nacionales de emisiones y remociones de GEI, el INAF ha realizado la estimación de coeficientes nacionales, con el propósito de sustituir los valores internacionales por defecto. Estos incluyen los coeficientes de carbono en la madera de las especies presentes en bosques artificiales y naturales; el Incremento Medio Anual (IMA) de biomasa seca para cinco especies utilizadas en plantaciones, según el modelo de cálculo del IPCC y el carbono en suelos forestales. No obstante, estos coeficientes nacionales aún no son suficientes para todas las aplicaciones requeridas, lo que fundamenta la continuación de estos estudios.

El presente estudio realiza la evaluación de las emisiones y absorciones de Gases de Efecto Invernadero del Sector Forestal de Cuba. Este análisis abarca el periodo completo desde 1998 hasta 2022. La evaluación se fundamenta en las metodologías y datos más actualizados disponibles.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

El patrimonio forestal de Cuba es de propiedad estatal. Hasta 2022, el área forestal cubierta alcanzó 3.312.456,00 hectáreas. De esta superficie, 2.770.246,00 hectáreas corresponden a bosques naturales y 532.538,00 hectáreas a bosques artificiales.

En cuanto a su clasificación funcional, el 51,5 % de los bosques se encuentra en la categoría de protección, donde solo se admiten talas selectivas. Un 19,5 % corresponde a bosques de conservación, en los cuales no se permiten las talas de aprovechamiento. Solo el 29,1 % son bosques productores, que admiten tanto las talas de aprovechamiento como las de mejora.

La administración del patrimonio forestal recae principalmente en tres Organizaciones Superiores de Dirección Empresarial (OSDE). Estas gestionan un 82,8 % del total: la OSDE Agroforestal (GAF) administra el 51,0 %, la OSDE Flora y Fauna (GEFF) maneja el 26,4 % y la OSDE Agrícola (GEA) posee a su cargo el 5,4 %. El 17,3 % restante se distribuye entre otras administraciones (Dirección Forestal, 2022).

### Metodología de cálculo

Para este inventario, solo se contabilizaron las absorciones y emisiones de CO<sub>2</sub> de la subcategoría 4.A.1, denominada "Tierras forestales que permanecen como tal". Esta clasificación sigue las Directrices del IPCC (2006).

La estimación de las emisiones y remociones de carbono en tierras que permanecen en la misma categoría se basó en el método de pérdidas y ganancias de biomasa. Este método se describe en la Sección 2.3.1, Capítulo 2, Volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006. Su principio fundamental consiste en estimar el cambio anual en las existencias de carbono a partir del incremento anual de biomasa y de la reducción anual por pérdidas de biomasa.

El incremento anual de las existencias de carbono en la biomasa viva, tanto aérea como subterránea, se calculó mediante la aplicación de la Ecuación 2.9 del Capítulo 2, Volumen 4 de las mencionadas directrices del IPCC. Para el procesamiento de toda la información se empleó el fichero Excel proporcionado por el IPCC, que se detalla en el Anexo 1.

### Fuentes de información

Las fuentes de información necesarias para la elaboración de los inventarios se obtienen de varios informes técnicos institucionales:

- El Reporte de la Dinámica Forestal, emitido por la Dirección Forestal del MINAG, proporciona los datos fundamentales para el cálculo de las remociones de carbono. Esta fuente es indispensable para evaluar la capacidad de absorción de los ecosistemas forestales.
- Para el cálculo de las emisiones relacionadas con el sector, se utiliza el Reporte de la Dirección de Industria del OSDE Agroforestal (GAF). Este documento detalla las actividades industriales y sus respectivos impactos. Los datos que contiene permiten cuantificar las liberaciones de gases de efecto invernadero.

- La información sobre la superficie de frutales fuera del bosque procede del Instituto de Fruticultura Tropical (IIFT). Su reporte especifica la extensión y ubicación de estas plantaciones no forestales. Estos datos son esenciales para completar el panorama del uso de la tierra y sus stocks de carbono asociados.

### Factores de emisión

Los factores de emisión propios del país, que se utilizaron para el crecimiento anual de la biomasa aérea, correspondieron a 6,32 m<sup>3</sup>/ha para *Pinus* spp. y a 8,51 m<sup>3</sup>/ha para *Pinus caribaea*. Para la fracción de carbono en la materia seca de todos los niveles de bosque, tanto artificiales como naturales, se aplicaron los valores determinados mediante investigaciones específicas desarrolladas con ese propósito (Álvarez y Mercadet, 2011; Mercadet et al., 2020). Dichos valores se encuentran informados en el Anexo 2 del presente documento.

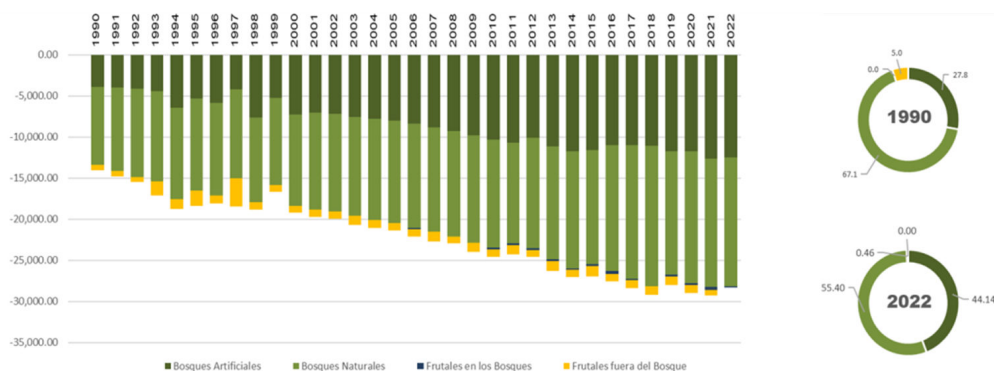
En el caso de los grupos de mezcla de especies de bosques artificiales y de los grupos de bosques naturales, se emplearon valores promedio para la fracción de carbono. Esta decisión consideró los valores individuales de las especies que integraban cada grupo dentro de los bosques artificiales. Para los bosques naturales, el cálculo se basó en las especies informadas para cada formación vegetal específica.

## RESULTADOS

### Remociones

Las mayores absorciones de carbono durante el periodo 1990-2022 fueron realizadas principalmente por los bosques naturales. No obstante, el papel de los bosques artificiales adquirió una importancia creciente, en especial a partir del año 2007 (Figura 1).

Dentro del panorama general de esta categoría, es necesario resaltar que a partir de 2018 se observa una tendencia hacia la estabilización de las absorciones.



**Figura 1.** Tierras forestales: Desagregación de las absorciones por tipos de bosques (ktCO<sub>2</sub>), serie 1990-2022. Fuente: Equipo Técnico Sectorial de Forestales, INAF.

Esta tendencia se acentuará en los próximos años, ya que al término de 2022 solo restaba por reforestar el 0,8 % del área total destinada a bosques en el país, lo que equivale a algo más de 200.000 hectáreas. Esta situación debe tenerse en cuenta en los planes de manejo de las Empresas, para lograr que en el área cubierta se obtenga un incremento de biomasa y con ello un incremento de remociones.

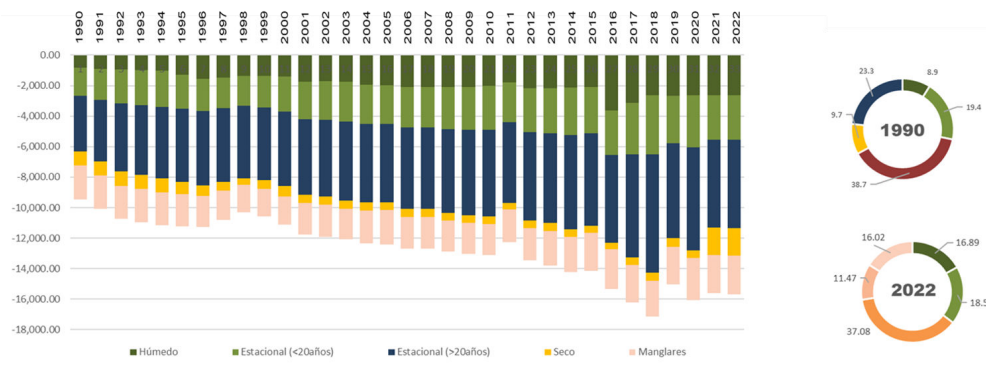
La desagregación de las absorciones por parte de los bosques naturales evidencia un patrón específico. Los bosques estacionalmente húmedos desempeñaron el papel principal durante toda la serie temporal, de 1990 a 2022, y los manglares los siguieron en importancia. Sin embargo, los bosques húmedos incrementaron progresivamente su contribución a partir del año 2016 (Figura 2).

En el caso de los bosques artificiales, se identificaron distintos periodos de predominancia. Entre 1990 y 1997, las plantaciones de *Pinus caribaea* var. *caribaea* B&G generaron la mayor cantidad anual de absorciones. No obstante, desde 1998 hasta 2001, los Bosques de Maderas Duras de Rápido Crecimiento registraron las mayores absorciones de carbono, mientras que *Pinus caribaea* ocupó una segunda posición.

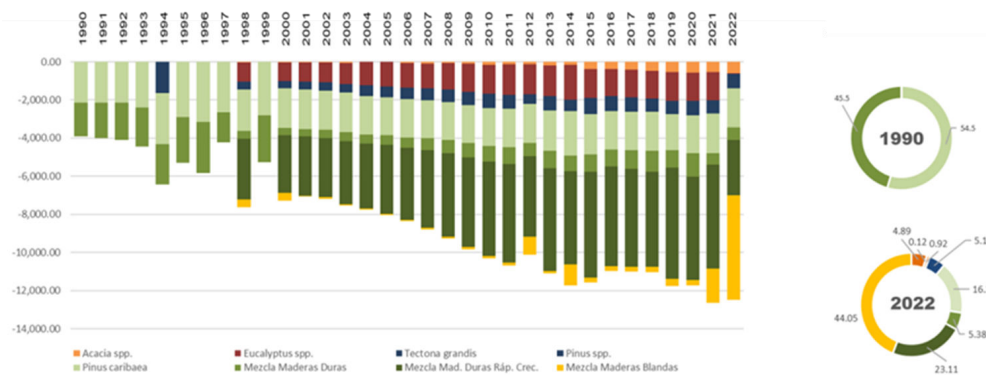
Una reciente reclasificación de las especies por tipo de bosque alteró este panorama en el año 2022. En ese año, los Bosques de Maderas Blandas alcanzaron la mayor absorción de carbono atmosférico. Los Bosques de Maderas Duras de Rápido Crecimiento los siguieron en el orden de importancia (Figura 3).

Entre las causas que han originado los cambios antes señalados se encuentra la necesidad de aumentar el área cubierta por bosques en el país. Esta necesidad indujo la reforestación masiva con *Pinus caribaea*, debido a que es la especie más estudiada y posee una gran plasticidad de adaptación a muy diferentes ambientes. Otro factor relevante es el progresivo aumento de la cantidad de especies utilizadas para la reforestación, que actualmente supera las 170.

Como último elemento, se observa una consecuente y sostenida disminución del área por reforestar, en la cual las condiciones poco favorables de los sitios resultan cada vez más frecuentes. Esta situación favorece el creciente empleo de especies pioneras, muchas de las cuales tienen madera de baja densidad básica.



**Figura 2.** Tierras forestales: Desagregación de las absorciones de los bosques naturales (ktCO<sub>2</sub>), serie 1990-2022. Fuente: Equipo Técnico Sectorial de Forestales, INAF.



**Figura 3.** Tierras forestales: Desagregación de las absorciones de los bosques artificiales (ktCO<sub>2</sub>), serie 1990-2022. Fuente: Equipo Técnico Sectorial de Forestales, INAF.

### Emisiones

Históricamente, las emisiones han estado originadas por la producción de madera rolliza. A partir de 2006 y hasta 2022, estas emisiones pasaron a ser causadas principalmente por la producción de madera aserrada. La producción de cujes para la industria tabacalera constituye la tercera fuente en importancia histórica (Figura 4).

Se refiere en un análisis realizado de las emisiones de CO<sub>2</sub> para un grupo de países de América Latina y El Caribe con datos del periodo 1960-2019 y con frecuencia anual, que las tendencias temporales, solo para algunos países del Caribe, a saber, Antigua y Barbudas, Aruba, Bahamas, Cuba y Jamaica, la tendencia es insignificante; otros países grandes como Brasil, Méjico y Argentina muestran los coeficientes de tendencia temporal más altos (Asturias y Gil, 2023).

En el reporte de emisiones del Caribe del año 2023 en Mt de CO<sub>2</sub>, República Dominicana tiene el mayor valor con 31,351 seguida por Cuba con 22,067 y el menor valor corresponde a Antigua y Barbudas con 0,323. (Datos macro, 2023).

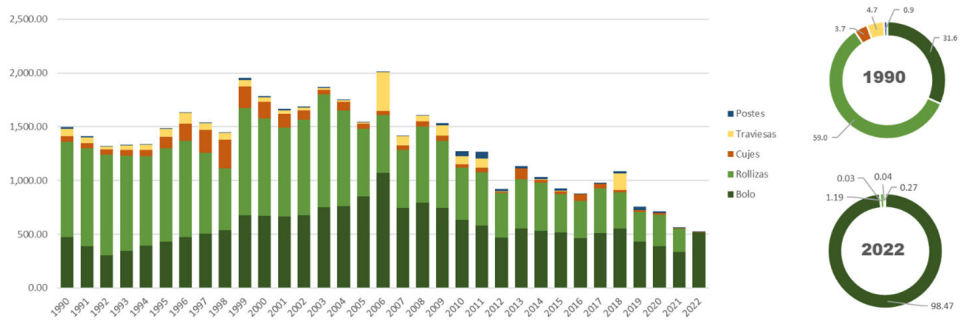
En el 5to. Informe de Evaluación del IPCC se reporta que desde hace tiempo se ha reconocido que las emisiones de gases de efecto invernadero de las pequeñas islas son ínfimas con relación a las emisiones globales. (IPCC, 2022).

### Balance neto de emisiones

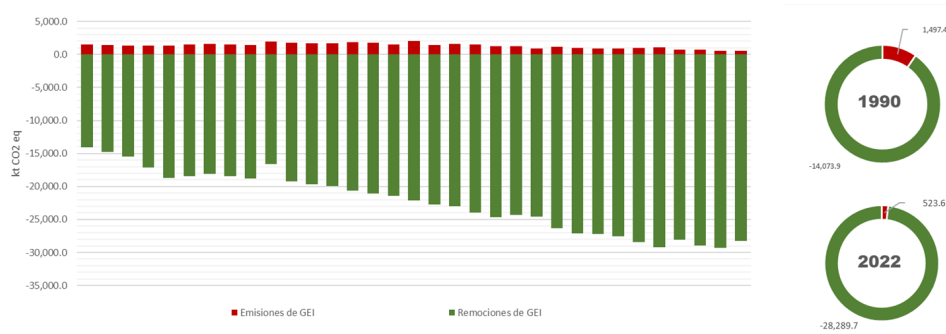
En la figura 5 se resume el comportamiento de las emisiones y remociones de GEI para el periodo 1990-2022. En 2022, el Balance Neto de Emisiones de la categoría incrementó su condición de sumidero en un 120.78 % desde 1990 y en un 3.94 % con respecto a 2016. Sin embargo, se registró una disminución de las remociones en 2022, como consecuencia de los daños causados por el huracán Ian. Este fenómeno afectó el occidente del país, especialmente la provincia de Pinar del Río, en septiembre de ese año, con vientos sostenidos de hasta 250 km/h.

El continuo aumento de la capacidad de sumidero de la categoría ha estado originado por un bajo nivel de extracciones de biomasa. Esta actividad productiva ha presentado, además, una tendencia a la disminución desde principios del siglo XXI. Este factor se ha acompañado de un creciente aumento del área cubierta por los bosques. Ambos elementos se reflejan en las emisiones y absorciones de carbono registradas anualmente (Figuras 4, 6 y 7; Anexo 5).

Para reducir la incertidumbre, se concluyó la determinación de la composición y abundancia de especies en nueve de las 16 formaciones naturales (Hechavarría et al., 2023). Actualmente, se avanza en la valoración de las siete formaciones restantes.

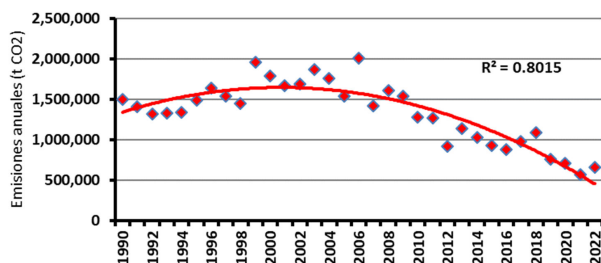


**Figura 4.** Tierras forestales: Desagregación de las emisiones por producciones de madera (ktCO<sub>2</sub>), serie 1990-2022. Fuente: Equipo Técnico Sectorial de Forestales, INAF.



**Figura 5.** Tierras forestales: emisiones y absorciones de GEI (ktCO<sub>2</sub>), serie 1990-2022. Fuente: Equipo Técnico Sectorial de Forestales, INAF.





**Figura 6.** Tierras forestales: Tendencia hiperanual de las emisiones (t CO<sub>2</sub>). Fuente: Equipo Técnico Sectorial de Forestales, INAF.

También se continúa con la obtención de factores de emisión específicos, los cuales incluyen el incremento anual de biomasa seca por especie, las fracciones de carbono en la madera por especie y por formación natural, la densidad básica de la madera por especie y por formación natural, y el tipo de suelo por formación con su respectivo contenido de carbono.

## CONCLUSIONES

La Categoría de Tierras forestales demostró una significativa capacidad de remoción de CO<sub>2</sub> en el periodo 1990-2022, que la convierte en la más relevante en el país, contribuyendo a compensar las emisiones del Sector Agricultura.

La capacidad de sumidero neto del sector ha aumentado significativamente desde 1990, inducida por el incremento del área forestal cubierta y una disminución en la extracción de biomasa.

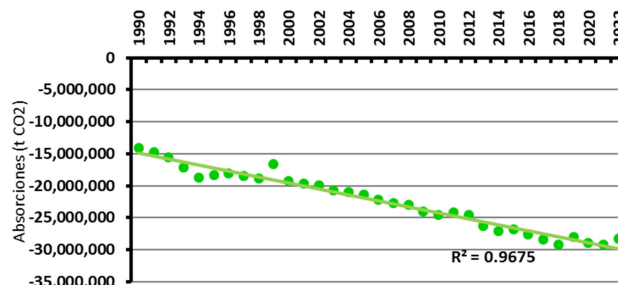
Los bosques naturales, especialmente los estacionalmente húmedos y los manglares, constituyen el principal sumidero de carbono del sector forestal.

Los resultados contribuyen a que en los planes de manejo de las Empresas se proyecten medidas que favorezcan el aumento de la biomasa forestal.

La continuidad de los estudios para definir coeficientes nacionales de carbono en madera y suelo, así como del IMA, contribuirán a disminuir las incertidumbres en los balances netos de emisiones de GEI.

## BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, A & A. Mercadet. (2011). Libro: El Sector Forestal cubano y el cambio climático. Instituto de Investigaciones Agro-Forestales, Ministerio de la Agricultura, La Habana, Cuba. P 27. ISBN: 978-959-7215-00-4
- Asturias, L. R. y Gil, L. A. (2023). Análisis de emisiones de CO<sub>2</sub> en América Latina: una perspectiva de series temporales basada en la integración fraccionaria. National Library of Medicine (National Center for Biotechnology information). 30/9/2023; 30(50): 109585-109605. doi: <http://doi.org/10.1007/s11356-023-29987-4>



**Figura 7.** Tierras forestales: Tendencia hiperanual de las absorciones (t CO<sub>2</sub>). Fuente: Equipo Técnico Sectorial de Forestales, INAF.

Datos macro (2023). Emisiones CO<sub>2</sub> 2023. <http://datosmacro.expansion.com>

Dirección Forestal. (2022). Dinámica Forestal.

Gabin, P. (2024). Balance de carbono: ¿Qué es? ¿Para qué sirve? <http://lora.io>

Hechavarría, L., Pérez Camacho, J., Cañizares Morera, M., & González Gutiérrez, P. A. (2023). Gestión de datos para actualizar la composición y abundancia de árboles en bosques cubanos. Serie Científica de la Universidad de Ciencias Informáticas, 16(1), 112-130. <https://publicaciones.uci.cu/index.php/serie/article/view/1288>

Instituto de Ecología y Cambio Climático (2018). Gases y compuestos de efecto invernadero. <https://www.gob.mx>

IPCC. (1996). Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero-Versión revisada en 1996. Volumen 2: Cambio del uso de la tierra y silvicultura (J. T. Houghton, L. G. Meira Filho, B. Lim, K. Tréanton, I. Mamaty, Y. Bonduki, D. J. Griggs, & B. A. Callander, Eds.). IPCC WGI Technical Support Unit, Hadley Centre.

IPCC. (2003). Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Organización Meteorológica Mundial.

IPCC. (2006). Directrices del IPCC del 2006 para los inventarios nacionales de GEI. Volumen 4: Agricultura, Silvicultura y otros usos de la tierra (S. Eggleston, L. Buendia, K. Miwa, T. Ngara, & K. Tanabe, Eds.). IGES.

IPCC (2022). Quinto Informe de evaluación del IPCC. Informe de síntesis. <http://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/>. Publicado en Clima-ADAPTAR (nov. 2022).

Mercadet, A., Álvarez, A., Escarré, A., & Ortiz, O. (2005). El papel de los coeficientes de carbono de la madera en la certificación del efecto sumidero de los bosques cubanos. Memorias del Taller Internacional para el Desarrollo Forestal Sostenible DEFORS-2005.

Mercadet A., A. Álvarez, y A. Ajete. (2020) Libro: La mitigación del cambio climático y el Sector Forestal cubano. Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. La Habana, Cuba. ISBN: 978-959-287-092-5 p16-18.

Valdés, A., Manso, R., Manrique, R., Carrillo, E., Sosa, C., López, C., León, A., Guevara, A. V., González, C., Boudet, D., Amárala, M., Biart, R., López, I., Pérez, D., Pire, S. F., Cuesta, L., Mercadet, A., & Álvarez, A. (2013). Emisiones y Remociones de Gases de Invernadero en Cuba. Reporte

Actualizado para el Período 1990-2008. CITMA/AMA/ Instituto de Meteorología.

Xilotl, M. y Serrano, P. (2025). Tierra, bosques y clima: desbloqueando la acción climática en América Latina y el Caribe. <http://www.undp.org>





| Sector Agriculture, Forestry and Other Land Use                                                                  |                                           |                                                   |                                                                                                                                                                        |                                                |                                        |                                                            |  |  |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------------------------------|--|--|--|
| Category Tierras forestales que permanecen como tierras forestales: Pérdidas de C por las extracciones de madera |                                           |                                                   |                                                                                                                                                                        |                                                |                                        |                                                            |  |  |  |
| Category code 3B1a                                                                                               |                                           |                                                   |                                                                                                                                                                        |                                                |                                        |                                                            |  |  |  |
| Sheet 2 of 4                                                                                                     |                                           |                                                   |                                                                                                                                                                        |                                                |                                        |                                                            |  |  |  |
| Equation                                                                                                         | Equation 2.2                              |                                                   | Equation 2.12                                                                                                                                                          |                                                |                                        |                                                            |  |  |  |
| Categoría de uso de la tierra                                                                                    | Subcategorías para el año reportado       | Extracciones anuales de madera                    | Factores de conversión de biomasa y de expansión para la conversión de las extracciones en volúmenes mercantil de extracciones totales de biomasa (incluye la corteza) | Relación entre la biomasa aérea y la soterrada | Fracción de C en la materia seca       | Pérdida anual de C debido a las extracciones de madera     |  |  |  |
| Uso inicial de la tierra                                                                                         | Uso de la tierra durante el año reportado | (m <sup>3</sup> yr <sup>-1</sup> )                | [(tonnes of biomass removals) (m <sup>3</sup> of removals) <sup>-1</sup> ]                                                                                             | [(tonnes bf dm) (tonne ag dm) <sup>-1</sup> ]  | [(tonnes C) (tonne dm) <sup>-1</sup> ] | (tonnes C yr <sup>-1</sup> )                               |  |  |  |
|                                                                                                                  |                                           | National statistics or international data sources |                                                                                                                                                                        | zero (0) or Table 4.4                          | 0.5 or Table 4.3                       | $L_{\text{wood-removals}} = \frac{H * BCEF_R}{(1+R)} * CF$ |  |  |  |
|                                                                                                                  |                                           | H                                                 | BCEF <sub>R</sub>                                                                                                                                                      | R                                              | CF                                     | $L_{\text{wood-removals}}$                                 |  |  |  |
| FL                                                                                                               | Bolo:                                     | 216,363.88                                        |                                                                                                                                                                        |                                                |                                        | 140,621.92                                                 |  |  |  |
|                                                                                                                  | Coniferas                                 | 83,753.76                                         | 1.0735                                                                                                                                                                 | 0.24                                           | 0.472                                  | 52,622.33                                                  |  |  |  |
|                                                                                                                  | Preciosas                                 | 83,753.76                                         | 1.1742                                                                                                                                                                 | 0.20                                           | 0.470                                  | 55,465.83                                                  |  |  |  |
|                                                                                                                  | Latifolias                                | 48,856.36                                         |                                                                                                                                                                        |                                                |                                        | 32,533.76                                                  |  |  |  |
|                                                                                                                  | -Duras                                    | 2,373.02                                          | 1.5409                                                                                                                                                                 | 0.20                                           | 0.474                                  | 2,079.87                                                   |  |  |  |
|                                                                                                                  | -Semiduras                                | 37,689.19                                         | 1.2388                                                                                                                                                                 | 0.20                                           | 0.463                                  | 25,940.61                                                  |  |  |  |
|                                                                                                                  | -Blandas                                  | 8,794.15                                          | 0.9158                                                                                                                                                                 | 0.20                                           | 0.467                                  | 4,513.28                                                   |  |  |  |
|                                                                                                                  | Postes:                                   | 636.60                                            |                                                                                                                                                                        |                                                |                                        | 387.89                                                     |  |  |  |
|                                                                                                                  | Coniferas (pinos)                         | 636.60                                            | 1.0735                                                                                                                                                                 | 0.20                                           | 0.473                                  | 387.89                                                     |  |  |  |
|                                                                                                                  | Traviesas:                                | 75.15                                             |                                                                                                                                                                        |                                                |                                        | 55.90                                                      |  |  |  |
|                                                                                                                  | Duras                                     | 0.00                                              | 1.5409                                                                                                                                                                 | 0.20                                           | 0.474                                  | 0.00                                                       |  |  |  |
|                                                                                                                  | Semiduras (eucaliptos)                    | 75.15                                             | 1.3623                                                                                                                                                                 | 0.20                                           | 0.455                                  | 55.90                                                      |  |  |  |
|                                                                                                                  | Rollizas:                                 | 58.45                                             |                                                                                                                                                                        |                                                |                                        | 40.23                                                      |  |  |  |
|                                                                                                                  | Coniferas                                 | 0.00                                              | 1.0735                                                                                                                                                                 | 0.24                                           | 0.472                                  | 0.00                                                       |  |  |  |
|                                                                                                                  | Latifolias                                | 58.45                                             |                                                                                                                                                                        |                                                |                                        | 40.23                                                      |  |  |  |
|                                                                                                                  | -Duras                                    | 0.00                                              | 1.2255                                                                                                                                                                 | 0.20                                           | 0.474                                  | 0.00                                                       |  |  |  |
|                                                                                                                  | -Semiduras                                | 58.45                                             | 1.2388                                                                                                                                                                 | 0.20                                           | 0.463                                  | 40.23                                                      |  |  |  |
|                                                                                                                  | Cujes:                                    | 2,288.00                                          |                                                                                                                                                                        |                                                |                                        | 1,701.85                                                   |  |  |  |
|                                                                                                                  | Coniferas                                 | 0.00                                              | 0.969                                                                                                                                                                  | 0.24                                           | 0.472                                  | 0.00                                                       |  |  |  |
|                                                                                                                  | Latifolias (eucaliptos)                   | 2,288.00                                          | 1.3623                                                                                                                                                                 | 0.20                                           | 0.455                                  | 1,701.85                                                   |  |  |  |
|                                                                                                                  | TOTAL                                     | 219,422.08                                        |                                                                                                                                                                        |                                                |                                        | 142,807.79                                                 |  |  |  |

| Retención (+) ó Liberación (-) Neta Anual de Carbono | Conversión a Emisión (-) o Remoción (+) Anual de CO <sub>2</sub> |
|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| (t C)                                                | (t CO <sub>2</sub> )                                             |
| $B = Lw/r - \Delta CG \text{ (tC)}$                  | $BF = B * 44 / 12 \text{ (tCO}_2\text{)}$                        |
| -7,572,563.02                                        | -27,766,064.40                                                   |

## ANEXO 2. FRACCIONES DE CARBONO EN LA MATERIA SECA USADAS PARA EL CÁLCULO DE LAS REMOCIONES DE CO<sub>2</sub>.

| Tipo de bosque    | Especie o Grupo                         | Fracción de carbono |
|-------------------|-----------------------------------------|---------------------|
| <b>Artificial</b> | <i>Acacia</i> spp.                      | 0,485               |
|                   | <i>Eucalyptus</i> spp.                  | 0,487               |
|                   | <i>Tectona grandis</i>                  | 0,485               |
|                   | <i>Pinus</i> spp.                       | 0,470               |
|                   | <i>Pinus caribaea</i>                   | 0,475               |
|                   | Mezcla Maderas Duras                    | 0,469               |
|                   | Mezcla Maderas Duras Rápido Crecimiento | 0,469               |
|                   | Mezcla Maderas Blandas                  | 0,469               |
| <b>Natural</b>    | Húmedo                                  | 0,474               |
|                   | Estacional (<20 años)                   | 0,466               |
|                   | Estacional (>20 años)                   | 0,466               |
|                   | Seco                                    | 0,462               |
|                   | Manglares                               | 0,470               |

Fuente: Equipo Técnico Sectorial de Forestales, INAF