



SUMFOR-7: LA CALCULADORA DE CARBONO CUBANA PARA EL SECTOR FORESTAL SUMFOR-7: THE CUBAN CARBON CALCULATOR FOR THE FORESTRY SECTOR

✉ARNALDO F. ÁLVAREZ BRITO*, ✉ALICIA MERCADET PORTILLO

Instituto de Investigaciones AgroForestales, Cuba. E-mail: mercadet49@gmail.com

**Autor para la correspondencia: arnaldoalvarezbrito@gmail.com*

RESUMEN

La cuantificación del carbono forestal es crucial para los compromisos climáticos nacionales, lo que motivó el desarrollo de una herramienta adaptada a las condiciones específicas de Cuba. Este trabajo tuvo como objetivo presentar el avance y la aplicación de SUMFOR, una calculadora de carbono propia para el sector forestal cubano. La herramienta se desarrolló en Microsoft Excel y utilizó el método de diferencia de existencias para calcular las remociones de CO₂, que requiere de los usuarios solo datos técnicos y de gestión forestal que manejan habitualmente. El procesamiento de la información se estructuró en tres etapas: cálculo de las existencias de carbono por depósito (biomasa, necromasa, suelo), proyección de la línea base a 10 años y evaluación de alternativas de mitigación con su respectivo análisis económico-financiero. Los resultados de su aplicación en más de una veintena de empresas mostraron que el balance neto de carbono no siempre es positivo, lo que evidencia la necesidad de un análisis detallado de las causas. La calculadora ha sido validada y se emplea en una prueba piloto de pago por servicios ambientales, emitiendo certificados de remoción. Se concluyó que SUMFOR es una herramienta operativa y ajustada a las peculiaridades del sector forestal cubano, cuyo perfeccionamiento continuo se orienta a reducir incertidumbres, por ejemplo, con la incorporación del carbono almacenado en la corteza y actualización de los valores de densidad básica de los bosques naturales.

Palabras clave: biomasa, existencias, remoción, sumidero, validación

ABSTRACT

Quantifying forest carbon is crucial for national climate commitments, which motivated the development of a tool adapted to Cuba's specific conditions. This work aimed to present the development and application of SUMFOR, a carbon calculator specifically designed for the Cuban forestry sector. The tool was developed in Microsoft Excel and used the difference-stock method to calculate CO₂ removals, requiring users only to provide the technical and forest management data they routinely handle. Data processing was structured in three stages: calculation of carbon stocks by reservoir (biomass, necromass, soil), projection of the 10-year baseline, and evaluation of mitigation alternatives with their respective economic and financial analysis. The results of its application in more than twenty companies showed that the net carbon balance is not always positive, highlighting the need for a detailed analysis of the causes. The calculator has been validated and is being used in a pilot program for payments for environmental services, issuing carbon removal certificates. It was concluded that SUMFOR is an operational tool tailored to the specific characteristics of the Cuban forestry sector, and its continuous improvement aims to reduce uncertainties, for example, by incorporating carbon stored in the bark and updating the basic density values of natural forests.

Keywords: biomass, stocks, removal, sink, validation

INTRODUCCIÓN

Poco después de 1990, la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático obtuvo la ratificación suficiente para entrar en vigor. Este hecho estableció la obligación de los Países del Anexo 1 de presentar

periódicamente un Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI). Como consecuencia, el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) propuso una metodología para calcular las emisiones y remociones de carbono de la atmósfera, así como para determinar su balance neto en los diferentes sectores.

Recibido: 10/3/2026

Aceptado: 13/5/2026

Conflicto de intereses: Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Contribución de los autores: Conceptualización, Metodología, Análisis formal, Investigación, Software, Validación, Redacción - borrador original: Arnaldo F. Álvarez Brito. Administración del proyecto, Adquisición de fondos, Recursos, Investigación, Validación, Redacción - revisión y edición: Alicia Mercadet Portillo



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/>



A partir del segundo lustro de los años 90 del siglo pasado, la entrada en vigor del Protocolo de Kyoto impulsó el tema del financiamiento para las acciones de mitigación. Esto se materializó con la implementación del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), el cual abrió el camino para la creación posterior de los mercados de compra-venta de carbono.

Dicho impulso originó el desarrollo de diversos sistemas automatizados para realizar los cálculos de carbono en los bosques, como CO2FIX, CO2Land, CARBINE, GORCAM, CAMFOR, MAIA y TARAM, entre otros (Álvarez & Mercadet, 2011). Ya en el siglo XXI, la FAO desarrolló el sistema Ex Act para la evaluación de proyectos de mitigación vinculados a la agricultura, la ganadería, la pesca, los bosques y el cambio de uso de la tierra (Bockel et al., 2013).

En Cuba, desde finales del siglo XX, se iniciaron diferentes acciones para crear mecanismos que permitieran establecer el pago por los servicios ambientales de los bosques, incluida la remoción de carbono atmosférico. Para este objetivo, se utilizaron y evaluaron varios de los sistemas de cálculo de carbono ya desarrollados internacionalmente (Álvarez & Mercadet, 2011).

No obstante, y a pesar de los resultados alcanzados, las peculiaridades de la actividad forestal cubana generaban incertidumbres e insatisfacciones con los resultados. Estas particularidades incluían la gran cantidad de especies utilizadas en la reforestación que supera las 170, y la diversidad de formaciones boscosas naturales manejadas que asciende a 16.

Esa situación solo podía resolverse con el desarrollo de una calculadora de carbono propia, un objetivo que se planteó desde el inicio del siglo XXI con el nombre de SUMFOR y cuyo avance desde la versión 1 a la 4 fue descrita por Mercadet, Álvarez y Ajete (2020).

Sin embargo, entre 2018 y 2024 el Instituto de Investigaciones Agro-forestales (INAF) participó en el proyecto internacional "Incorporación de consideraciones ambientales diversas y sus consecuencias económicas en la gestión de paisajes, bosques y sectores productivos de Cuba" (ECOVALOR), liderando su componente forestal, que tenía como objetivo mitigar 2,9 Gt CO₂ en 20 años mediante acciones de reforestación y disminución de la degradación forestal, empleando el sistema Ex Act v-7.02 desarrollado por FAO para evaluar los resultados, así como proponer un mecanismo nacional para pagar la remoción de carbono por los bosques.

La ausencia en el país de un procedimiento para evaluar la degradación forestal obligó a prepararlo al igual que el sistema para procesar los datos (Mercadet, A.; A. F. Álvarez y A. Ajete, 2020)., de manera tal que los resultados se correspondieran con los datos demandados por Ex Act para evaluar la mitigación producida por la disminución de la degradación y además, fue necesario modificar SUMFOR

para que fuese capaz de calcular y certificar la remoción de carbono producida entre evaluaciones, calcular la cantidad a pagar por ello y emitir una etiqueta ambiental de uso público en los productos del tenente.

Este artículo presenta las características y el estado de avance de SUMFOR, la calculadora de carbono desarrollada para el sector forestal cubano

MATERIALES Y MÉTODOS

SUMFOR-7 está ajustado a las características particulares de la actividad forestal cubana, en cualquier parte del país, para cualquier tipo de bosque y para cualquier tenente del patrimonio, por lo que su empleo fuera de ese contexto requeriría ajustes de su algoritmo.

El sistema emplea como método de cálculo del CO₂ removido de la atmósfera la diferencia de existencias, según Fourqurean et al. (2014). Su principio rector consiste en solicitar a los tenentes del patrimonio forestal únicamente datos que habitualmente deban conocer. La herramienta se desarrolló sobre la hoja de cálculo Excel del sistema Microsoft.

Los datos de entrada se estructuran en tres partes principales. La primera parte corresponde a la composición del patrimonio administrado (Tabla 1) y a la caracterización de su gestión técnica (Tabla 2).

La segunda parte incluye la superficie y el volumen de los bosques artificiales por especie y de las formaciones naturales por categoría, según se presenta en la tabla 3.

El procesamiento de los datos es progresivo con los siguientes resultados:

- La primera etapa determina la superficie, el volumen de madera por hectárea y el carbono existente por especie, formación y categoría de bosque.
- La segunda etapa añade una proyección de los cambios esperables para un horizonte de 10 años en la superficie ocupada por bosques, en el volumen de madera y en las existencias de carbono, asumiendo que la gestión técnica del año base se mantiene constante.

La primera parte del procesamiento de los datos incluye la transformación del volumen en biomasa, para lo cual se emplea la densidad básica (Álvarez, 2025). Posteriormente, se calcula la biomasa aérea mediante la aplicación de un factor de expansión de biomasa (FEB) (Segura, 2001) y se determina la biomasa subterránea a partir de la relación entre la biomasa aérea y la biomasa total (Loguercio, 2002).

El procedimiento continúa con la determinación del carbono contenido en cada componente de la biomasa, para lo cual se utilizan coeficientes de carbono en la madera del país (Álvarez, Mercadet y col., 2011). Finalmente, se calcula el carbono almacenado en la necromasa y en el suelo. Este último cálculo se realiza con los coeficientes por defecto propuestos por el IPCC (IPCC, 2006 y 2019).

Tabla 1. Descripción del patrimonio: Composición.

Indicador	Valor
Año base de la información:	
Superficie de bosques naturales (ha):	
Superficie de bosques artificiales establecidos (ha):	
- De ellos, Productores (ha):	
Superficie de bosques artificiales en desarrollo (ha):	
Superficie por reforestar (ha):	
- Sin Marabú (< 50 %) (%):	
- Con Marabú (≥ 50 %) (%):	
Superficie de ciénagas (ha):	
Superficie de pastizales (ha):	
Superficie de tierras agrícolas (ha):	
Superficie de semidesiertos (ha):	
Superficie de otras áreas inforestales (ha):	

Tabla 2. Descripción del patrimonio: Gestión técnica.

Indicador	Valor
Plan anual promedio de fomento (ha):	
Supervivencia promedio de los bosques artificiales (%):	
Logro promedio de la reforestación (%):	
Superficie promedio anual de áreas quemadas (ha):	
- Áreas quemadas en zonas inforestales (%)	
- Áreas quemadas en zonas por reforestar (%)	
- Áreas quemadas en bosques artificiales en desarrollo (%)	
- Áreas quemadas en bosques artificiales establecidos (%)	
- Áreas quemadas en bosques naturales (%)	
Volumen promedio anual extraído por tratam./raleos (m³):	
- Tratam./raleos en bosques artificiales (%)	
- Tratam./raleos en bosques naturales (%)	
Superficie promedio anual de talas rasas (ha):	
- Talas rasas en bosques artificiales establecidos (%)	
- Talas rasas en bosques naturales (%)	
Volumen promedio anual extraído por otras talas (m³):	
- En bosques artificiales establecidos (%)	
- En bosques naturales (%)	
Incremento corriente anual de los bosques naturales (m³/ha/año):	
Incremento medio anual de los bosques artificiales (m³/ha/año):	

Tabla 3. Datos de los bosques existentes.

Nombre común	Bosques artificiales		
	Establecidos		En desarrollo
	Área (ha)	Volumen (m³)	Área (ha)
Acacia			
Acana			
Álamo			
Formación	Bosques naturales		
	Categoría	Área (ha)	Volumen (m³)
Charrascal	Productor		
	Protector Aguas y Suelos		
	Protector del Litoral		
	Protector Flora y Fauna		
	Manejo Especial		
	Recreativo		
	Educativos y Científicos		

La segunda etapa del procesamiento es el cálculo de la línea base de carbono, la que proyecta un horizonte de 10 años, manteniendo constantes los datos de las [tablas 1 y 2](#) y utilizando los resultados obtenidos para el año base. La línea base presenta un desglose por bosques naturales y artificiales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En 2018, a una docena de empresas agroforestales se les calcularon las existencias de carbono correspondientes a fines de 2016 y de 2018. Este cálculo permitió definir su balance neto de emisiones, el cual evidenció que los resultados no siempre cumplen con las expectativas de considerar al bosque

como un sumidero de carbono per se. Los detalles de estos resultados se presentan en la [tabla 4](#).

La correcta interpretación de los resultados de la diferencia de existencias que muestra la [tabla 4](#) es muy importante para la toma de decisiones. Los valores positivos evidencian la cantidad de carbono atmosférico que se removió entre ambos años. Por el contrario, los valores negativos demuestran la cantidad de carbono que se emitió en el mismo periodo.

Para establecer las causas que originan los resultados desfavorables, es preciso realizar un análisis cuidadoso y detallado de varios factores. Este análisis debe considerar las decisiones adoptadas con el patrimonio, la gestión técnica realizada por el tenente y el comportamiento del clima durante el periodo valorado. Dicho análisis es esencial con vistas a una futura solución.

Tabla 4. Resultados de la diferencia de existencias entre 2018 y 2016 en entidades del Grupo Empresarial Agroforestal (INAF, 2018).

Empresa	Año	Retención (tC/ha)			Diferencia de Existencias (t CO ₂)
		General*	Bosques Artificiales**	Bosques Naturales**	
Las Tunas	2016	184,43	165,21	181,56	5365928,7
	2018	181,01	164,63	173,87	
Costa Sur	2016	240,38	259,04	206,75	3756115,4
	2018	218,29	282,22	209,83	
Sancti Spiritus	2016	197,29	189,06	177,81	2487587,1
	2018	199,47	186,65	198,64	
Mayabeque	2016	288,99	253,39	226,06	1322965,3
	2018	284,10	254,82	219,76	
Macurije	2016	314,20	364,57	343,85	981646,8
	2018	311,34	359,08	344,16	
Imías	2016	201,48	275,69	198,51	131025,7
	2018	202,48	257,77	198,76	
Ciego de Ávila	2016	161,76	178,41	209,26	-521734,0
	2018	162,57	187,50	213,80	
Pinar del Río	2016	280,66	407,50	346,32	-645675,1
	2018	285,15	411,62	350,09	
Granma	2016	239,24	333,42	224,90	-875850,5
	2018	241,29	322,16	224,77	
Matanzas	2016	191,32	266,97	209,78	-959 251,0
	2018	196,92	284,70	218,45	
Mayarí	2016	220,57	284,93	258,60	-4371402,4
	2018	233,89	299,80	253,83	

*Incluye todas las áreas y depósitos de carbono del patrimonio. **Incluye todos los depósitos del bosque.

Puede ocurrir que una parte del patrimonio se haya transferido a otro tenente. También es posible que la gestión del tenente no obre a favor del aumento de la remoción de carbono atmosférico. Otra posibilidad es la ocurrencia de un evento climático extremo, como un ciclón tropical, que afecte severamente el bosque. En tal caso, es necesario identificar los aspectos que inciden directamente en los resultados.

Hasta 2022, una veintena de empresas del Grupo Empresarial Agroforestal y más de una decena de áreas protegidas habían sido evaluadas con la primera y segunda partes del sistema. Estas evaluaciones arrojaron resultados como los presentados en las [tablas 5 y 6](#) para el año evaluado. Además, la [figura 1](#) muestra una proyección a 10 años de la existencia de carbono.

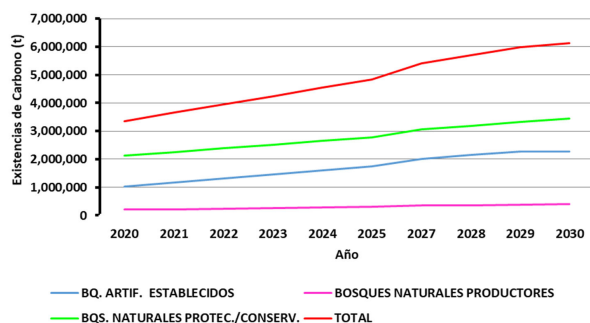
Tabla 5. Resultados generales del administrador del patrimonio forestal.

ADMINISTRADOR	Superficie (ha)		
	TOTAL	Bosques Artificiales	Bosques Naturales
EAF Matanzas	52574,8	8930,0	24359,2
	Rendimiento Madera (RM: m ³ /ha)		
	Área Cbta.	Bosques Artificiales	Bosques Naturales
	90,27	134,66	74,00
	Existencia de Carbono (EC: tC/ha)		
	TOTAL*	Bosques Artificiales	Bosques Naturales
	255,53	309,49	219,45

*Incluye todos los depósitos de carbono (biomasa aérea y soterrada, necromasa y suelo) y todos los componentes (bosques naturales, artificiales, artificiales en desarrollo, área por cubrir y área inforestal).

Tabla 6. Resultados por especie, formación y categoría de bosque.

Resultados por especie			
ESPECIE	Superficie	RM	EC
	(ha)	(m³/ha)	(tC/ha)
Acacia	109,9	60,39	182,97
Algarrobo del país	16,1	23,80	148,36
Algarrobo indio	5,6	71,51	189,52
Caoba africana	9,9	64,70	178,58
Caoba antillana	12,8	54,33	190,49
Caoba hondureña	1,5	164,33	248,74
Resultados por formación			
FORMACIÓN	Superficie	RM	RC
	(ha)	(m³/ha)	(tC/ha)
Manglar	17720,9	59,00	585,30
Manigua cost.	1.838,8	67,01	196,67
Scf. calizo	5.396,2	60,05	185,76
Scf. mal dren.	3.100,2	61,39	191,37
Resultados por categoría de bosque			
CATEGORÍA	Superficie	RM	RC
	(ha)	(m³/ha)	(tC/ha)
Productor	4666,4	60,20	186,31
Prot. Ag./Suelos	1148,8	60,09	186,43
Prot. Litoral	21027,4	59,99	503,49
Manejo Espec.	1213,5	59,12	542,84

**Figura 1.** Línea base de la existencia de carbono con una proyección de 10 años: EAF Villa.

No ha sido posible comparar las características y resultados de SUMFOR con los de otros sistemas de objetivos similares. Estos sistemas alternativos utilizan el método de ganancias y pérdidas para calcular el CO₂ atmosférico removido (Fourqurean et al., 2014). Dicho método parte del incremento anual de la superficie boscosa y de las extracciones anuales de biomasa por el aprovechamiento forestal. Por otra parte, los resultados de las alternativas de mitigación tampoco han podido compararse con el sistema Ex Act (Bockel et al., 2013). La razón es que Ex Act solo valora una alternativa para la actividad forestal, la que se basa en la disminución de la degradación, mientras que SUMFOR lo hace en base a la modificación de la gestión del patrimonio.

En coordinación con el proyecto Ecovalor, se decidió realizar una prueba piloto. Esta prueba evaluó la remoción de carbono alcanzada en 32 de sus áreas de trabajo, que abarcaban más de 12,0 kha, entre 2020 y 2023. El objetivo era pagar dicha remoción mediante un incentivo financiado por el Fondo Nacional de Desarrollo Forestal. Para ello, se utilizó SUMFOR como sistema certificador, el cual valoró los resultados de ambos años.

Para la prueba piloto de pago por carbono atmosférico removido, la Dirección Forestal, Flora y Fauna Silvestres del Ministerio de la Agricultura estableció una tarifa diferenciada que asigna distintos precios al carbono removido según tres categorías de bosque. Las categorías son: Bosque Productor natural (\$ 7.00/t CO₂); Bosque Protectores o de Conservación naturales (\$ 5.00/t CO₂); y Bosques Artificiales con cualquier objetivo (\$3.00/t CO₂).

En respuesta a este marco, SUMFOR emitió un certificado que se entregó al teniente, documento con el que solicitó al Servicio Estatal Forestal el pago por la remoción de carbono alcanzada. La figura 2 ilustra este proceso de solicitud y pago.

El sistema orientará su perfeccionamiento futuro hacia la reducción de la incertidumbre en sus resultados. Esta mejora se basará en la inclusión del papel de la corteza como depósito de carbono dentro de los cálculos. Además, se mejorarán los valores de densidad básica que se aplican a los bosques naturales. El proceso también incluirá el reajuste de los análisis de factibilidad económico-financiera mediante la utilización de las tarifas de pago por CO₂ removido que se han propuesto.

CERTIFICADO DE EXISTENCIAS Y BALANCE DE CARBONO FORESTAL

Tipo de Evaluación: Año base Reiterada ☒ X

El balance de carbono entre los años 2023 y 2024 correspondiente al teniente

APRM M. Cumbres-Marcos G. alcanzó los siguientes resultados:

Indicador MS	Año 2023	Año 2024	CO ₂ atmosférico removido (tCO ₂)	Incentivo (\$)
Componente del patrimonio	2023	2024	CO ₂ atmosférico removido (tCO ₂)	Incentivo (\$)
Bosques naturales productores	0,00	0,00	0,00	0,00
Otros bosques naturales	270.469,38	288.552,49	18.083,11	90.415,56
Bosques artificiales	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL	270.469,38	288.552,49	18.083,11	90.415,56

Y para que así pueda hacerlo constar ante el Servicio Estatal Forestal del Ministerio de la Agricultura se expide este CERTIFICADO a los 17 días del mes de junio de 2024

Nº Contrato: 23/2024

Certifica: DrC Arnaldo F. Álvarez Brito Res. 7/2024 Firma:

Figura 2. Certificado emitido por SUMFOR para establecer el pago de la remoción de carbono atmosférico por el bosque.

En el caso de la corteza, estudios recientes demuestran que este componente representa más del 30 % del volumen total del árbol en una cantidad importante de especies arbóreas forestales cubanas. Incluso, en varias especies, la corteza contiene una mayor proporción de carbono que la madera (Álvarez et al., 2023). Por estas razones, la consideración de la corteza en los cálculos de carbono adquiere una importancia significativa.

Con respecto a la densidad básica, en las formaciones naturales compuestas por diversidad de especies se ha utilizado un valor promedio de las especies informadas en cada una. Este método implica asumir que todas las especies dentro de una formación presentan la misma abundancia, una suposición que no se ajusta a la realidad. (Pérez, 2023) concluyeron la actualización de la composición y abundancia de especies para nueve de las dieciséis formaciones naturales existentes, las cuales abarcan más del 90 % de la superficie de bosques naturales. Este trabajo permitirá sustituir las densidades básicas promedio por valores ponderados según la abundancia de cada especie en cada formación, lo que disminuirá la incertidumbre en los cálculos de carbono.

La incorporación de estos nuevos datos obliga a modificar la composición de las alternativas de mitigación que se ofrecen al teniente. Asimismo, es necesario actualizar el análisis de factibilidad económico-financiero que acompaña a cada alternativa. La implementación de estas modificaciones se está desarrollando de forma progresiva durante el período comprendido entre 2024 y 2026.

CONCLUSIONES

Después de 20 años de desarrollo y diversos procesos de validación, el sector forestal cubano dispone de una calculadora de carbono propia, ajustada a las peculiaridades nacionales de la actividad para la que, como es habitual en estos casos, se desarrolla un proceso continuo de perfeccionamiento de sus factores de emisión destinado a disminuir cada vez más las incertidumbres de sus resultados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, A. F. (2025). Base de datos de las densidades de la madera por especie. Instituto de Investigaciones Agro-Forestales, Ministerio de la Agricultura.
- Álvarez, A. F., & Mercadet, A. (2011). *El Sector Forestal cubano y el Cambio Climático*. Instituto de Investigaciones Agro-Forestales, Ministerio de la Agricultura.
- Álvarez, A. F., A. Mercadet y col. (2011). El Sector Forestal Cubano y el Cambio Climático, Inst. Investig. Agro-Forestales, Ministerio de la Agricultura.
- Álvarez, A., Peña, Y., & Hernández, J. (2023). *Relación madera-corteza para el perfeccionamiento del cálculo de carbono forestal* (p. 10). Instituto de Investigaciones Agro-Forestales.
- Bockel, L., Grever, U., Fernandez, C., & Bernoux, M. (2013). *EX-ACT user manual: Estimating and targeting greenhouse gas mitigation in agriculture*. Rome: FAO.
- Fourqurean, J., Kauffman, J. B., Lovelock, C., Magonigal, J. P., Rahman, A., Saintilan, N., & Simard, N. (2014). *Carbono Azul: Métodos para evaluar las existencias y los factores de emisión de carbono en manglares, marismas y pastos marinos* (J. Howard, S. Hoyt, K. Isensee, E. Pidgeon, & M. Telszewski, Eds.). Conservación Internacional, COI UNESCO y UICN.
- INAF. (2018). *Sistema de medición, reporte, monitoreo y verificación del Grupo Empresarial Agroforestal* (p. 29). Instituto de Investigaciones Agro-Forestales.
- Fourqurean, J., Kauffman, J. B., Lovelock, C., Magonigal, J. P., Rahman, A., Saintilan, N., & Simard, N. (2014). *Carbono Azul: Métodos para evaluar las existencias y los factores de emisión de carbono en manglares, marismas y pastos marinos* (J. Howard, S. Hoyt, K. Isensee, E. Pidgeon, & M. Telszewski, Eds.). Conservación Internacional, COI UNESCO y UICN.
- IPCC 2006. Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. y Tanabe K. (eds). Publicado por: IGES, Japón.
- IPCC 2019. Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Calvo Buendia, E., Tanabe, K., Kranjc, A., Baasansuren, J., Fukuda, M., Ngarize, S., Osako, A., Pyrozhenko, Y., Shermanau, P. and Federici, S. (eds). Published: IPCC, Switzerland. <https://beta.ghg.energy.vn>
- Mercadet, A.; A. F. Álvarez y A. Ajete. (2020). La Mitigación del Cambio Climático y el Sector Forestal Cubano. Inst. Investig. Agro-Forestales.
- Loguerio, G.A. 2002. Fijación de carbono: Un beneficio adicional para proyectos forestales en Patagonia. Patagonia Forestal 8 N° 2.

Pérez, J. de los A. (2023). *Proyecto Actualización de la composición arbórea y su abundancia en bosques naturales cubanos en función de la reducción de incertidumbre en balances netos de GEI* (p. 83). Instituto de Ecología y Sistemática, Agencia de Medio Ambiente.

Segura, M. (2001). «Estimaciones de Carbono en ecosistemas forestales: Los aportes de los modelos de biomasa», CATIE. Curso Cambio Climático: El mecanismo de desarrollo limpio y el Sector Forestal.