

RETENCIÓN ACTUAL Y LÍNEA BASE DE CARBONO POR EL PATRIMONIO DE LA EMPRESA AGROFORESTAL GRANMA

CURRENT RETENTION AND LINE BASE OF CARBON FOR THE FOREST PATRIMONY OF THE GRANMA AGROFORESTRY ENTERPRISE

M.Sc. YUNIOR ÁLVAREZ-GÓNGORA¹, DR. ARNALDO ÁLVAREZ-BRITO² Y DRA. ALICIA MERCADET-PORTILLO²

¹ Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. UCTB Estación Experimental Agroforestal Guisa. Carretera a Victorino Km 1¹/₂, La Soledad, Guisa, Granma, Cuba, teléf.: (23) 39-1387, investigacion@guisa.inaf.co.cu

² Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. UCTB de Investigación e Innovación Tecnológica. Calle 174 no. 1723 e/ 17B y 17C, Siboney, Playa, La Habana, Cuba

RESUMEN

A partir de las características del patrimonio forestal de la Empresa Agroforestal Granma y de la gestión técnica con que es manejado, fue empleado el sistema automatizado SUMFOR v. 3.03 para determinar los niveles de carbono retenidos por sus componentes y además para la proyección de su línea base por un período de diez años. Los resultados obtenidos justifican la capacidad sumidero de carbono que tienen estos bosques, teniendo en cuenta que retienen actualmente 14 638 Mt, aportado mayoritariamente por los bosques artificiales establecidos, los que acumulan de forma general algo más de 7428 Mt. Como parte de los bosques naturales, la formación semicaducifolia sobre suelo calizo, y los categorizados como protectores de agua y suelos, fueron los mejores, con valores de 2838,3 y 4855,4 Mt, respectivamente. Por tal razón, la contribución de las áreas forestales de esta empresa a la reducción del efecto invernadero y a la estabilización del cambio climático resulta sobresaliente.

Palabras claves: mitigación, retención, clima.

INTRODUCCIÓN

Los árboles y bosques juegan un rol crucial en la regulación del clima. Los árboles remueven el CO₂ de la atmósfera a través de la fotosíntesis y almacenan el carbono en carbohidratos, lignina y celulosa. El carbono es retenido en la biomasa (troncos, ramas, follaje, raíces, etc.) y como carbono orgánico en el suelo (Rollinson, 2007).

La posibilidad de reducir las emisiones de gases con efecto invernadero mediante la actividad

ABSTRACT

Starting from the characteristics of the forest patrimony of the Agroforestry Enterprise Granma and the technical supervision with it is managed, it was used the automated system SUMFOR v. 3.03 to determine the levels of carbon retained by their components and also for the projection of their base line for a period of ten year. The obtained results justify the Carbon pool capacity that have these forests, keeping in mind that they currently retain 14 638 Mt, contributed for the most part by the established artificial forests, those that accumulate in a general way something more than 7 428 Mt. As part of the natural forests, the formation Semideciduous on Calcareous Soil, and those categorized as protectors of Water and Soils, were the best, with values of 2 838,3 and 4 855,4 Mt respectively. For these reason, the contribution of the forest areas of this enterprise to the reduction of the effect hothouse, and to the stabilization of the climatic change, is excellent.

Key words: mitigation, retention, climate.

forestal y el potencial para aumentar el secuestro de carbono aumenta la importancia del sector forestal y su participación en las medidas orientadas a mitigar los efectos del cambio climático, según lo estipulado en el Protocolo de Kyoto (Makundi *et al.*, 1998), pues la fijación de carbono mediante la actividad forestal está en función de la acumulación y almacenamiento en la biomasa; por lo tanto, cualquier actividad

práctica de ordenación que modifique la cuantía de la biomasa existente en una zona influye en su capacidad de almacenar o fijar carbono (Moura, 2001).

El sector forestal cubano constituye el único sumidero de carbono identificado en el país (Centella, Llanes y Paz, 2001), razón por la cual la determinación de la capacidad actual y futura de retención de carbono por las empresas forestales (año y línea base de carbono), así como la evaluación de alternativas que les permitan aumentarla (estrategia de mitigación), constituyen un objetivo de importancia para el sector, dado que estas empresas administran el 60 % del patrimonio forestal nacional, y los resultados que se alcancen en tal sentido contribuyen al cumplimiento de las obligaciones contraídas por Cuba como parte de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Como objetivo de esta investigación se planteó

determinar los niveles de retención actual de carbono atmosférico por el patrimonio de la Empresa Agroforestal Granma.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la determinación del año y la línea base de carbono, por cada uno de los componentes del patrimonio forestal fue seleccionada la Empresa Agroforestal (EAF) Granma, empleándose como fuente de información los datos correspondientes a 2017 suministrados por su departamento técnico.

Dicha empresa está ubicada en la provincia de Granma, y esta a su vez en el suroeste de la región oriental de Cuba, limitando al norte con las provincias de Las Tunas y Holguín, al sur con el Mar Caribe, al este con la provincia de Santiago de Cuba, y al oeste con el Golfo de Guacanayabo (*Fig. 1*).



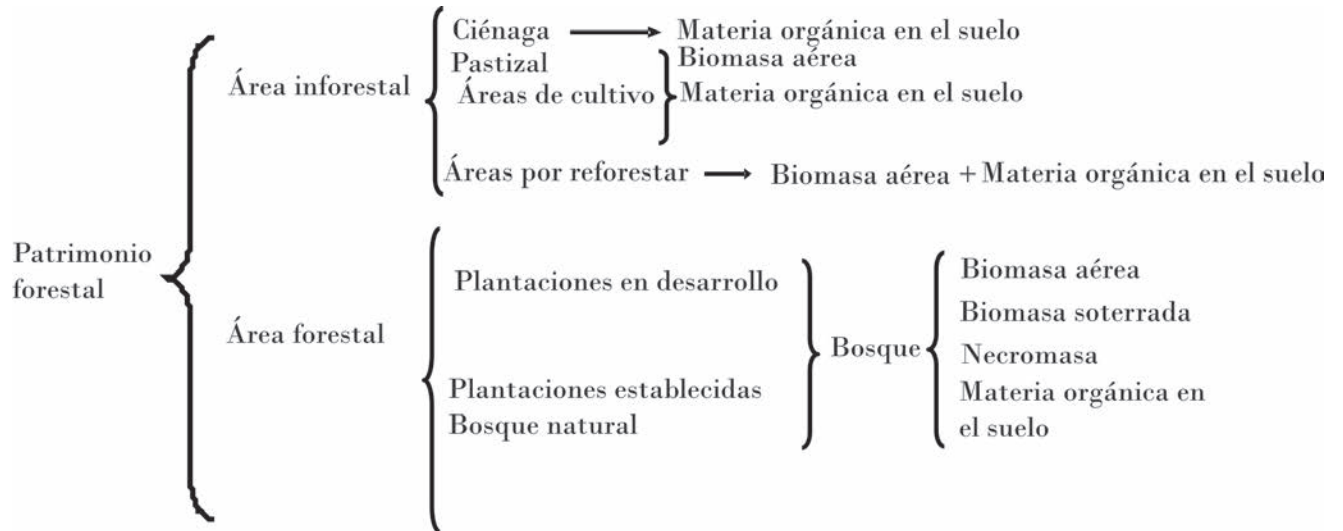
Figura 1. Ubicación geográfica de la provincia de Granma y del patrimonio forestal de la empresa.

Para lograr una planificación y administración adecuadas, la empresa está dividida en 13 unidades empresariales de base silvícolas, distribuidas una en cada municipio de la provincia, las cuales en su conjunto conforman un patrimonio forestal de 50 023,4 ha, el cual comprende ocho formaciones forestales y cuatro tipos de bosques que sustentan el desarrollo de 60 especies arbóreas.

Los datos solicitados a la empresa comprenden una caracterización general de su patrimonio y de su actividad forestal anual; una descripción de sus plantaciones por especie, incluyendo superficie y volumen para las establecidas y solo superficie para las que están en desarrollo y una descripción de sus bosques naturales por formación y categoría, indicando la superficie y el volumen existentes en ellas.

La información suministrada por la empresa fue procesada mediante el sistema automatizado SUMFOR versión 3.03 (Álvarez y Mercadet, 2017), que emplea un método de cálculo basado en la variación de las existencias (estima las variaciones del carbono basándose en las diferencias en las existencias de biomasa entre dos inventarios periódicos, siendo la biomasa,

en cada uno de esos momentos el producto de las existencias en formación, la densidad de la madera, el factor de expansión de la biomasa, la relación entre raíces y brotes y la fracción de carbono de la biomasa), elaborado sobre un libro Excel que estima el carbono retenido por los siguientes componentes del patrimonio forestal:



A la par deduce el carbono correspondiente a las pérdidas de biomasa aérea reportadas en la reforestación (logro), a la biomasa aérea removida por tratamientos silvícolas y por aprovechamientos, y a la pérdida de biomasa aérea ocurrida como resultado de los incendios.

El sistema permitió la estimación del carbono retenido en el año base por las áreas inforestales y por reforestar, por las plantaciones en desarrollo y por las ya establecidas, así como por los bosques naturales, y asumiendo que las condiciones de la empresa para el año base se mantienen constantes, proyecta una evolución temporal para la retención de carbono por un período de 10 años, lo que constituye la línea base de carbono de la empresa. La nomenclatura científica de las especies arbóreas reportadas fue tomada de Acevedo y Strong (2012).

Finalmente el sistema fue empleado para conocer el aporte del patrimonio forestal de la empresa en relación con el indicador 3.5 de manejo sostenible, titulado “Contribución de las áreas forestales a la reducción del efecto

invernadero y a la estabilización del cambio climático”, basado en dos componentes principales: su capacidad sumidero y sus emisiones de carbono, y expresado en una escala de 0-4, con las calificaciones muy débil (0-1), débil (2), favorable (3) y sobresaliente (4).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Acumulación de carbono por las plantaciones de la EAF Granma

Entre las 60 especies que la empresa maneja en sus plantaciones, las de *Erithryna elenae* Howard (búcaro), *Bombax pentandrum* L. (ceiba) y *Cecropia peltata* L. (yagruma), son las de menor retención promedio de carbono con aproximadamente 133 t/ha, en tanto que las de *Pinus maestrensis* Bisse son las de mayor almacenamiento, alcanzando 985,66 t/ha, seguidas de las de *Rhizophora mangle* L. y *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn. f. con 529,54 y 527,64 t/ha, respectivamente. El resto de las especies presentan valores que oscilan entre 134 y 210 t/ha, resultados altamente influenciados por el efecto

de la edad y del volumen en pie existente, aunque, según Díaz y Romero (2000), el hábito de crecimiento, las densidades de las maderas de las especies integrantes de cada ecosistema en particular y las condiciones edáficas también influyen en la capacidad de retención de carbono de la vegetación.

Acumulación de carbono por los bosques naturales de la EAF Granma

a) Por formación natural

De las ocho formaciones boscosas reportadas por la empresa, corresponden a los bosques semicaducifolios sobre suelo calizo los mayores niveles de retención de carbono, con un total de 2838,3 Mt, distribuido en el suelo (62 %), la biomasa (34 %) y la necromasa (4 %) e influenciado, entre otros aspectos, por la extensión superficial con que estos se presentan, abarcando unas 14 297,2 ha. A estos les continúan por orden los semicaducifolios sobre suelo de mal drenaje y los manglares con 1401,3 y 746,9 Mt, respectivamente (*Tabla 1*). Un aspecto importante resulta el hecho de que las formaciones manglar y semicaducifolio sobre mal drenaje albergan más del 82 % del carbono total retenido, en el suelo, motivado en gran medida por sus características cenagosas, aspecto que

las destaca por los elevados niveles de materia orgánica que presentan, y en consecuencia a la cuantía de carbono que en estas condiciones se retiene.

Los resultados por unidad de superficie muestran, a diferencia del análisis anterior, a los bosques semicaducifolios sobre suelo calizo como la formación que menos carbono retiene con un valor de 198,52 t/ha, resultados que difieren de los obtenidos por Mercadet (2014), donde esta formación alcanzó los niveles más altos aunque, como se ha explicado, esto depende de varios factores que difieren de una empresa a otra. Por su parte, los pinares y manglares alcanzaron las mayores retenciones con 688,65 y 599,16 t/ha, respectivamente (*Tabla 1*), cifras que obedecen a los grandes volúmenes de biomasa que exhiben estas formaciones, los primeros al ser de gran porte arbóreo y los segundos por la elevada densidad que presentan, y además a las razones explicadas anteriormente, referente a los niveles de carbono aportados y que retienen los suelos sobre los cuales se desarrollan. Por su parte, Ajete *et al.* (2014), en un estudio similar para la Empresa Forestal Integral Baracoa, obtuvieron que las mayores retenciones promedio fueron alcanzadas por la formación Pluvilsilva de Montaña, con 330,1 t/ha.

Tabla 1. Acumulación de carbono por las formaciones naturales de la EAF Granma para el año base

No.	Formación	Biomasa	Necromasa	Suelo	Total	Promedio (t/ha)
		(Mt)				
1	Manglar	100,5	10,7	635,8	746,9	599,16
2	Monte Nublado	45,6	3,3	47,9	96,9	248,60
3	Pinar	112,4	8,8	582,2	703,4	688,65
4	Pluvilsilva	38,7	3,0	42,5	84,3	243,64
5	Pluv. Montaña	146,1	12,7	180,8	339,6	231,04
6	Scf. Suelo Ácido	122,6	14,9	214,1	351,6	201,98
7	Scf. Suelo Calizo	957,5	122,3	1758,6	2838,3	198,52
8	Scf. Mal Drenaje	518,1	57,5	825,7	1401,3	208,75

Scf.: Semicaducifolio.

b) Por categoría de bosque

Como parte de los bosques naturales de la empresa, se presentan cuatro categorías (*Tabla 2*), entre las cuales los recreativos son los que menos carbono acumulan con apenas 300 t, condicionado en este caso a la pequeña

superficie destinada para estos fines (1,5 ha). Además, resulta esta categoría la que alcanza la menor retención promedio con 171,73 t/ha, considerando que responde a la formación semicaducifolio sobre suelo calizo, reportada

como la que menos carbono almacena por unidad de superficie. Por su parte, los bosques protectores de agua y suelos logran las mayores cuantías en el orden de las 3065,3 Mt, distinguiéndose como aspecto que lo propicia, las 21 256, 7 ha conferidas para esta función,

donde el volumen de madera en pie asciende a 1 723 578 m³, no resultando así como promedio, ya que en este caso las cifras alcanzadas por los protectores del litoral duplican a los de la categoría antes referida con 599, 16 tC/ha.

Tabla 2. Acumulación de carbono por categoría de bosques en la EAF Granma para el año base

No.	Categoría	Biomasa	Necromasa	Suelo	Total	Promedio (t/ha)
		(Mt)				
1	Productor	333,0	40,4	586,2	959,6	203,36
2	Protector de agua y suelos	1608,0	182,1	3065,3	4855,4	228,42
3	Protector del litoral	100,5	10,7	635,8	746,9	599,16
4	Recreativo	0,1	0,0	0,2	0,3	171,73

Acumulación general de carbono en la EAF Granma para el año base

Como se muestra en la *Tabla 3*, de modo general, al cierre de 2017 la empresa retiene 14 638 MtC, con un promedio de 248,43 t/ha. Los componentes principales de estas cifras son los bosques artificiales establecidos, seguidos de los naturales, los que presentan

además de las mayores extensiones los mayores volúmenes de biomasa. Por su parte, los bosques artificiales en desarrollo y las áreas por reforestar contribuyen también con los niveles de retención alcanzados por la empresa, con la posibilidad de incremento futuro, a diferencia del área inforestal, cuyos valores tienden a disminuir o permanecer constantes en el tiempo.

Tabla 3. Acumulación general de carbono en la EAF Granma para el año base

Tipo de bosque	Total por depósito de C (Mt)			Total (Mt)	Promedio (t/ha)
	Biomasa	Necromasa	Suelo		
Bosques artificiales establecidos	210,7	194,8	7023,4	7428,9	325,83
Bosques artificiales en desarrollo	22,1		224,0	246,1	11,71
Bosques naturales	2041,6	233,1	4287,5	6562,2	241,05
Área por (re)forestar	141,8		227,9	369,6	
Área inforestal	0,9		30,2	31,1	
Totales unidad (Mt)	2417,1	427,9	11 793,0	14 638,0	
Promedio unidad (t/ha)	45,06	8,55	200,14		248,43

Variación temporal 2017-2027 del carbono retenido por cada componente de la línea base de la EAF Granma

Los resultados obtenidos, a partir de que se asumió que la empresa mantendrá un patrimonio y una gestión técnica similares a las del año base y de considerar el desarrollo futuro de sus plantaciones y bosques naturales, evidencian que en un plazo de 10 años la entidad cuadruplicará su

retención total de carbono respecto al año base, aumentando en algo más de 41 649 Mt, con una media anual de unas 4165 Mt, en tanto que el componente que mayor aporte proporcionará a ese aumento serán los bosques artificiales establecidos, que en 2025 representarán el 83 %

del carbono total a retener (Anexo, Fig. 2), coincidiendo con los resultados obtenidos por Hernández *et al.* (2012) en la Empresa Forestal

Integral Villa Clara, donde estos bosques para igual período retendrán el 55 % del carbono total.

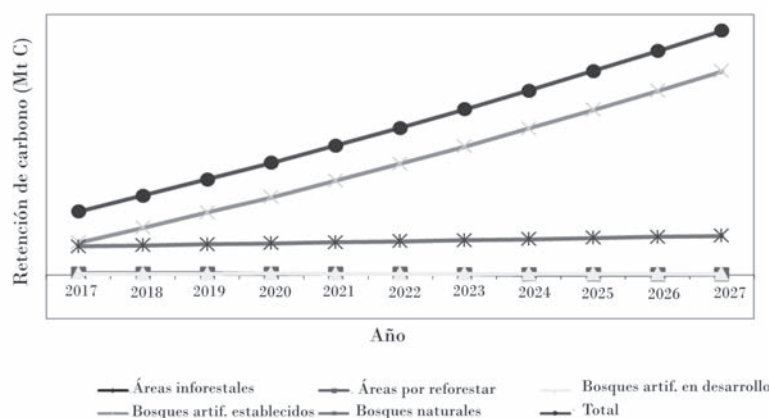


Figura 2. Representación gráfica de la línea base de retención de carbono para la EAF Granma y de sus componentes.

Valoración del indicador de manejo sostenible “Contribución de las áreas forestales a la reducción del efecto invernadero y a la estabilización del cambio climático”

Los resultados obtenidos demuestran la capacidad de los bosques de la empresa para aumentar los niveles de retención de carbono, a la par que disminuirán sus emisiones, por lo que el balance neto de retención-emisión de estas áreas aumentará, y por consiguiente mejorará la situación de este indicador, alcanzando la contribución Sobresaliente.

CONCLUSIONES

- El balance positivo de retención-emisión de carbono que presenta actualmente el patrimonio forestal de la Empresa Agroforestal Granma, con el almacenamiento de aproximadamente 14 638 Mt, justifica la capacidad sumidero de carbono que tienen sus bosques, y su aporte significativo a la mitigación del cambio climático por el sector forestal del país.
- Las características del patrimonio forestal de la empresa y la gestión técnica con que este es manejado contribuirán de manera ascendente a la remoción de carbono atmosférico.

REFERENCIAS

- Acevedo, P., Strong, M.T. 2012. Catalogue of Seed Plants of the West Indies. Washington D.C. Smithsonian contributions to botany, no. 98. 1192 p.
- Ajete Hernández, A., Álvarez, A., Toirac, W. 2014. Retención de carbono por la Empresa Forestal Integral Baracoa y su evaluación futura. Revista Forestal Baracoa (CU) 33(1): 83-90.
- Álvarez, A., Mercadet, A. 2017. Elaboración y puesta a punto de la v-3.0 del sistema automatizado SUMFOR. Informe técnico, proyecto Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático: Subsector Forestal. La Habana. INAF. 63 p.
- Centella, A., Llanes, J., Paz, L. Primera Comunicación Nacional a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático [En línea] 2001. Disponible en: <http://ncsp.undp.org/sites/default/files/198.pdf> [Consulta: octubre, 7 2015].
- Díaz, F., Romero, E. 2000. Cuantificación y valoración económica de la captura de CO₂ por plantaciones del género Eucalyptus establecido por el precio de las cuencas carboníferas del CESAR, IUFRO-RIFALC. Taller internacional sobre secuestro de carbono, 16-20 julio, Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela.
- Hernández, A., Caballero, L., Álvarez, A., Mercadet, A. 2012. Retención de carbono por el patrimonio forestal de la Empresa Forestal Integral Villa Clara. Primera aproximación. Revista Forestal Baracoa (CU) 31(1): 41-50.
- Makundi, W., Rozali, W., Justin J., D., Cyril, P. 1998. Los bosques tropicales en el Protocolo de Kyoto. Actualidad Forestal Tropical (JP) 6(4): 5.
- Mercadet, A. 2014. Formulación de la estrategia de mitigación de la Empresa Forestal Integral Costa Sur. Informe técnico. Proyecto: Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático: Subsector Forestal; PRCT: Contribución al Programa de enfrentamiento al cambio climático del Sector Forestal Cubano. La Habana. Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. 15 p.

Moura, C.P. 2001. La Convención sobre el clima y el mercado de las contrapartes de las emisiones de carbono basadas en las actividades forestales. *Unasyva* (IT) 52(206):34-40, marzo.

Rollinson, T. 2007. Forest and climate change: conclusions and the way forward. In: *Forestry and climate change*. CAB International. Edit por: PH Freer, MSJ Broadmeadow, JM Lynch. UK/USA/London. p. 233-240.

RESEÑA CURRICULAR

Autor principal: Yunior Álvarez Góngora

Ingeniero Forestal, Máster en Gestión Ambiental, Investigador Auxiliar del Instituto de Investigaciones Agro-Forestales, forma parte del equipo institucional del Programa de Enfrentamiento al Cambio Climático para el sector forestal cubano. Es autor de varios artículos científicos. Ha participado en eventos nacionales e internacionales con resultados relevantes.

Instituto de Investigaciones Agro-Forestales

Asesorías

- Organización y manejo de fincas forestales integrales.
- Agroforestería.
- Aprovechamiento de productos forestales madereros y no madereros.
- Propagación y manejo de bambú y ratán.
- Tratamientos silvícolas y manejo de bosques.
- Semillas forestales.
- Conservación física de la madera e industria del aserrado y carpintería.
- Propuesta de equipamiento y organización del flujo tecnológico.
- Conservación de especies en peligro de extinción.
- Determinación de manejo de frutos y semillas de especies forestales con especial énfasis en las especies amenazadas.
- Clasificación de fuentes semilleras sobre la base de su genética y la calidad de sus productos.

Anexo

Variación general del carbono retenido (Mt) por cada componente de la línea base

Variables	Años										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Áreas inforestales	31,1	24,3	17,4	10,6	4,1	-2,3	-8,7	-15,2	-21,6	-28,0	-34,4
Áreas por reforestar	369,6	343,4	317,7	292,7	268,2	243,7	219,2	194,6	170,0	145,4	120,8
Plantaciones en desarrollo	246,1	264,7	283,3	301,9	300,8	299,8	298,7	297,7	296,7	295,6	294,6
Plantaciones establecidas	7428,9	10845,3	14346,6	17932,7	21712,4	25612,1	29631,9	33771,9	38032,0	42412,3	46912,9
Bosques naturales	6562,2	6789,0	7034,4	7279,6	7524,8	7769,8	8014,7	8259,5	8504,2	8748,8	8993,3
<i>Total</i>	14 638,0	18 266,7	21 999,4	25 817,5	29 810,3	33 923,1	38 155,9	42 508,6	46 981,4	51 574,2	56 287,1