

RETENCIÓN DE CARBONO, LÍNEA BASE Y ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN DE LA EMPRESA AGROFORESTAL MAYABEQUE

CARBON RETENTION, BASELINE AND MITIGATION ALTERNATIVES OF THE MAYABEQUE AGROFORESTAL ENTERPRISE

DR. ARNALDO F. ÁLVAREZ-BRITO¹ E ING. GUALBERTO GONZÁLEZ-PÉREZ²

¹ Instituto Investigaciones Agro-Forestales. UCTB Investigación e Innovación Tecnológica. Calle 174 no. 1723 e/ 17B y 17C, Siboney, Playa, La Habana, Cuba, archie@forestales.co.cu

² Grupo Empresarial Agroforestal. Empresa Agroforestal Mayabeque, Güines, Mayabeque, Cuba

RESUMEN

Se presentan los resultados de la retención de carbono por bosques naturales y artificiales, áreas por reforestar e inforestales y totales (año base, línea base) de la Empresa Agroforestal Mayabeque, así como de cinco alternativas de mitigación. El procesamiento se hizo con el sistema SUMFOR v. 3.03. La empresa acumulaba 18 350,9 ktC al término de 2016 (333,24 tC/ha), equivalente a la remoción de 67 286,68 ktCO₂ de la atmósfera, siendo los bosques naturales su mayor reservorio, por lo que el Indicador 3.5 de Manejo Sostenible alcanzó una contribución sobresaliente a la mitigación del cambio climático. El aumento en un 10 % del incremento corriente anual de 225 ha/ de los bosques naturales durante dos años alcanzó la mayor remoción de carbono (5096,5 ktC), pero resultó menos costosa la reducción del 55 % de las áreas quemadas en dos años (\$13 365,00 en total; 0,02 \$/tCO₂).

Palabras claves: línea base, carbono, cambio climático, mitigación, bosques.

ABSTRACT

Results of carbon retention of natural and artificial forests, areas to reforest, unforested areas and total (base year, base line) for the Agroforestry Enterprise Mayabeque are shown up, as well as results of five mitigation alternatives. Processing was made with SUMFOR system v. 3.03. The company accumulated 18 350.9 ktC at the end of 2016 (333.24 tC/ha), equivalent to the removal of 67 286.68 ktCO₂ from the atmosphere, being the natural forests the bigger reservoir; for that the Indicator 3.5 of Sustainable Management had an outstanding contribution to the mitigation of the climatic change. The increase in 10 % of the ordinary yearly increment in 225 ha/year during two years had the bigger removal of carbon (5 096.5 ktC), but the reduction of 55 % of burnt areas in two years proved to be less expensive (\$13 365.00 in total; 0.02 \$/tCO₂).

Key words: base line, carbon, climatic change, mitigation, forests.

INTRODUCCIÓN

La estimación de los acumulados de carbono para cada una de las Empresas Agroforestales (EAF) del país es una de las actividades que se ha estado realizando desde algún tiempo con el objetivo de determinar la línea base de las mismas y el desarrollo de acciones que conlleven más a la acumulación que a la liberación del carbono en sus áreas. Como ejemplo de casos de estudio están los realizados a la EAF Ciego

de Ávila (Mercadet *et al.*, 2015), EFI Baracoa (Ajete *et al.*, 2006), EFI Villa Clara (Hernández *et al.*, 2012) y EFI Mayabeque (Cordero *et al.*, 2004), entre otros.

Con vistas a continuar esta línea se realiza este trabajo con el objetivo conocer el potencial de retención de carbono del patrimonio de la EAF Mayabeque y proyectar su línea base de retención de carbono para un periodo de 10 años,

así como la evaluación del Indicador 3.5 para el Manejo Sostenible de los Bosques –*Contribución de los ecosistemas forestales a la reducción del efecto invernadero y a la estabilización de los cambios climáticos*– como parte del Criterio III, –*Contribución de los ecosistemas forestales a los servicios ambientales* (Herrero *et al.*, 2005), contribuyendo con ello al cumplimiento de los compromisos contraídos por Cuba ante el Convenio Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC), así como a la preparación del programa de cambio climático de la empresa, según lo indicado por el Programa de Estado para el Enfrentamiento al Cambio Climático (*Tarea Vida*).

MATERIALES Y MÉTODOS

La EAF Mayabeque pertenece a la provincia del mismo nombre, siendo una entidad provincial. Sus límites geográficos son: al norte la provincia de La Habana y al noreste el golfo de México; al sur el golfo de Batabanó; al este la provincia de Matanzas y al oeste la de Artemisa. Cuenta con un patrimonio de 55 068,1 ha.

Como fuente de información se utilizó la Dinámica Forestal de la Empresa al término de 2016, que comprende una caracterización general del patrimonio y de sus actividades forestales anuales; una descripción de los bosques artificiales por especie, incluyendo superficie y volumen para los establecidos y solo superficie para las que están en desarrollo, así como una descripción de los bosques naturales por formación boscosa y categoría de bosque, indicando la superficie y el volumen existentes en ellas.

La información de la empresa fue procesada utilizando el sistema automatizado SUMFOR v. 3.03 (Álvarez y Mercadet, 2017) con el fin de obtener las retenciones de carbono por componente y por depósito. El sistema se basa en las existencias de biomasa, la densidad de la madera, el factor de expansión de la biomasa, la relación entre la parte aérea y radical y la fracción de carbono de la biomasa, a la par que deduce el carbono correspondiente a las pérdidas de biomasa aérea reportadas en la reforestación (logro), a la biomasa removida por tratamientos silvícolas y por aprovechamientos, y a la pérdida de biomasa aérea ocurrida como resultado de los incendios. A partir del carbono

retenido en el año base por componente y depósito, asumiendo que la gestión para el año base se mantenga constante, el sistema proyecta una evolución temporal para la retención de carbono por un periodo de 10 años, coincidente con el tiempo de validez del proyecto de Ordenación Forestal, lo que constituye la línea base de carbono de la empresa.

Se realizó la evaluación del Indicador 3.5 de Manejo Sostenible: “Contribución a la reducción del efecto invernadero”, según lo reportado por Herrero *et al.* (2005).

De las alternativas de mitigación proporcionadas por SUMFOR, la empresa seleccionó cinco para valorar sus efectos en la retención, los gastos que implicaban y los costos esperables por tonelada de CO₂ removida. Los datos correspondientes a cada alternativa de mitigación seleccionada fueron tomados de los resultados reales alcanzados en 2018, en comparación con los reportados para 2016.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Retención de carbono por la Empresa

- Carbono retenido en los bosques naturales

Por formación natural

De las 16 formaciones naturales reportadas en el país, la empresa reportó seis, alcanzando una retención media de 9571,6 ktC, a razón de 277,25 tC/ha. De forma global las mayores cuantías de carbono retenido se encuentran en los suelos (64,4 %) y en la biomasa (32,5 %) (*Tabla 1*).

Las altas cantidades de carbono que la empresa retiene en sus bosques naturales se encuentran concentradas principalmente en los bosques semicaducifolios y los manglares, lo que otorga a estas formaciones una particular importancia por su contribución ambiental.

En este estudio la formación boscosa manglar reporta mayores niveles de retención promedio de carbono, porque en esta versión de SUMFOR se incluye el cálculo de carbono en el suelo para esta formación, a partir de un valor de contenido promedio de carbono en los suelos para manglares similares a los del país, reportado por el Nicholas Institute for Environmental Policy Solutions (Álvarez y Mercadet, 2017).

Tabla 1. Acumulación de carbono por bosques naturales (ktC)

<i>Formación</i>	<i>Biomasa</i>	<i>Necromasa</i>	<i>Suelo</i>	<i>Total</i>	<i>Promedio (tC/ha)</i>
Cuabal	3,3	1,7	24,5	29,5	147,96
Manglar	498,0	42,3	2524,4	3064,8	619,17
Scf. calizo	1132,4	137,8	1981,2	3251,3	201,85
Scf. mal drenaje	1471,4	111,6	1601,8	3184,8	244,56
Uveral	2,1	0,5	6,9	9,4	168,01
Xerófilo mogotes	7,0	1,6	23,2	31,9	168,93
<i>Total</i>	<i>3114,1</i>	<i>295,5</i>	<i>6162,0</i>	<i>9571,6</i>	<i>277,25</i>

Por categoría

De las siete categorías de bosques existentes en el país, la empresa reportó cinco. De ellas,

las categorías Productor, Protector del Litoral y Protector de Aguas y Suelos constituyen las máximas acumuladoras de carbono (Tabla 2).

Tabla 2. Acumulación de carbono por categoría en los bosques naturales (ktC)

<i>Categoría</i>	<i>Biomasa</i>	<i>Necromasa</i>	<i>Suelo</i>	<i>Total</i>	<i>Promedio (tC/ha)</i>
Productor	1769,9	139,5	2396,1	4305,5	264,33
Protec. ag./suelos	604,2	72,9	1086,1	1763,3	206,76
Protec. litoral	485,0	42,6	2069,7	2597,3	521,84
Manejo especial	178,7	28,5	410,3	617,5	185,13
Recreativo	76,4	11,9	199,8	288,1	206,55
<i>Total</i>	<i>3114,1</i>	<i>295,5</i>	<i>6162,0</i>	<i>9571,6</i>	<i>277,25</i>

• Carbono retenido en los bosques artificiales

La empresa cuenta con plantaciones establecidas de 36 especies, que de conjunto con las plantaciones en desarrollo (biomasa y suelo) re-

tienen 2233,0 kt de carbono, según se presenta en la Tabla 3. Las especies mangle rojo, patabán y algarrobo indio son las máximas acumuladoras de carbono en el patrimonio.

Tabla 3. Acumulación de carbono en los bosques artificiales (ktC)

<i>Especie</i>	<i>Biomasa</i>	<i>Necromasa</i>	<i>Suelo</i>	<i>Total</i>	<i>Promedio (tC/ha)</i>
<i>Bosques establecidos</i>					
Algarrobo del país	0,4	0,1	1,2	1,7	173,78
Algarrobo indio	100,4	8,8	125,9	235,0	229,61
Algarrobo	1,9	0,3	3,9	6,1	191,54
Almácigo	0,0	0,0	0,1	0,2	164,33
Almendra	1,9	0,2	2,2	4,3	236,81
Bambú	0,8	0,1	2,1	3,0	178,68
Baría	3,4	0,5	6,6	10,5	194,57
Caoba africana	0,9	0,1	2,1	3,1	185,51
Caoba antillana	0,7	0,1	1,4	2,1	195,13
Caoba Honduras	5,6	0,9	12,5	19,1	186,82
Casuarina	36,2	2,8	39,9	78,9	243,37
Cedro	0,7	0,1	2,0	2,8	174,66
Eucalipto	1,5	0,1	1,4	3,1	261,65
Framboyán rojo	0,0	0,0	0,1	0,1	204,78

Tabla 3 (continuación)

<i>Especie</i>	<i>Biomasa</i>	<i>Necromasa</i>	<i>Suelo</i>	<i>Total</i>	<i>Prom. (tC/ha)</i>
Gmelina	2,5	0,4	5,4	8,4	188,85
Guávana	0,1	0,0	0,2	0,3	165,79
Guásima	0,5	0,1	1,2	1,8	180,71
Júcaro	10,9	1,0	14,8	26,7	222,35
Ipil gigante	29,5	2,8	40,8	73,1	220,66
Majagua	11,0	1,5	21,6	34,1	194,24
Manajú	0,0	0,0	0,1	0,1	196,83
Mangle prieto	0,5	0,1	5,8	6,4	558,51
Mangle rojo	140,8	16,4	979,9	1137,2	591,85
Ocuje	17,7	1,8	24,6	44,1	220,46
Palma real	0,9	0,3	3,7	4,9	161,69
Paraíso indio	6,1	1,0	14,2	21,2	184,40
Patabán	32,5	3,6	212,3	248,4	585,21
Pino macho	12,2	1,6	54,1	68,0	361,84
Piñón florido	0,1	0,0	0,4	0,5	164,13
Roble blanco	1,9	0,3	3,9	6,1	193,21
Sigua	0,1	0,0	0,2	0,3	172,11
Soplillo	6,1	0,8	11,6	18,5	195,38
Teca	0,6	0,3	3,8	4,7	151,16
Yana	31,2	4,8	69,4	105,5	186,81
Yarúa	6,3	0,8	11,3	18,4	201,31
Otras especies	1,1	0,2	3,0	4,3	176,79
<i>Subtotal</i>	<i>467,3</i>	<i>51,9</i>	<i>1683,8</i>	<i>2203,0</i>	<i>277,25</i>
<i>Bosques en desarrollo</i>	<i>30,0</i>		<i>285,7</i>	<i>315,7</i>	<i>135,38</i>
<i>Total</i>	<i>497,3</i>	<i>51,9</i>	<i>1969,5</i>	<i>2518,7</i>	

• **Carbono retenido por otras áreas de la empresa**

Áreas por reforestar

El patrimonio de la empresa para 2017 poseía 2070,1 ha por reforestar de las que 724,5 ha

se encontraban con una densidad de marabú inferior a 50 % y otras 1345,6 ha con más de 50 %. La vegetación y el suelo presentes en las áreas por reforestar aportan un total de 129,1 ktC (Tabla 4).

Tabla 4. Carbono retenido por las áreas inforestales (ktC)

<i>Superficie por reforestar</i>	<i>Biomasa</i>	<i>Suelo</i>	<i>Total</i>
Sin marabú (50 % o menos)	10,9	27,5	38,4
Con marabú (más del 50 %)	39,6	51,1	90,7
<i>Total</i>	<i>50,4</i>	<i>78,7</i>	<i>129,1</i>

Áreas inforestales

La empresa contaba con un total de 10 087,8 ha de área inforestal en 2016. Para el cálculo se consideraron los datos de los territorios que comprendían pantanos, pastizales y tierras

agrícolas que representan el mayor porcentaje del total de áreas inforestales, preservándose en ellas un total de 6131,5 ktC de carbono, desglosado como se presenta en la Tabla 5.

Tabla 5. Carbono retenido por las áreas inforestales (ktC)

<i>Superficie inforestal</i>	<i>Biomasa</i>	<i>Suelo</i>	<i>Total</i>
Pantanos	384,3	5746,4	6130,7
Pastizales	0,0	0,0	0,0
T. agrícolas	0,0	0,8	0,8
<i>Total</i>	<i>384,3</i>	<i>5747,2</i>	<i>6131,5</i>

• Retención de carbono por la empresa

Los resultados de la estimación del carbono retenido por los principales componentes del patrimonio forestal de la empresa para el año

base se muestran en la *Tabla 6*. La entidad acumula actualmente 18 350,9 ktC, estimándose como promedio una retención de 333,24 tC/ha.

Tabla 6. Retención de carbono (ktC) por componente del patrimonio de la EAF Mayabeque

<i>Tipo de bosque/depósito de carbono</i>	<i>Biomasa</i>	<i>Necromasa</i>	<i>Suelo</i>	<i>Total</i>	<i>Promedio (t/ha)</i>
Bosques artificiales establecidos	467,3	51,9	1683,8	2203,0	363,85
Bosques artificiales en desarrollo	30,0		285,7	315,7	135,38
Bosques naturales	3114,1	295,5	6162,0	9571,6	277,25
Área por (re)forestar	50,4		78,7	129,1	
Área inforestal	384,3		5747,2	6131,5	
<i>Total</i>	<i>4046,2</i>	<i>347,4</i>	<i>13 957,4</i>	<i>18 350,9</i>	
<i>Promedio (tC/ha)</i>	<i>83,09</i>	<i>8,56</i>	<i>253,46</i>	<i>333,24</i>	

Las mayores cuantías de carbono se encuentran retenidas en el suelo (76,06 %) y en la biomasa (22,05 %), así como en los bosques naturales (52,16 %) y en el área inforestal (33,41 %).

Tomando en consideración que el carbono representa el 27 % del peso molecular del CO₂ (Ramírez y Gómez, 1999), por lo que para cada tonelada de carbono almacenado se remueven de la atmósfera 3,66 tCO₂, se estimó que los bosques de la EAF Mayabeque, con una retención total de 18 350,9 ktC en su patrimonio, han removido de la atmósfera hasta 2016 un total de 67 286,68 ktCO₂.

• Evaluaciones anteriores de la Empresa Mayabeque

La empresa fue evaluada anteriormente en dos ocasiones (Mercadet *et al.*, 2005 y Álvarez *et al.*, 2010), resultados que fueron posteriormente publicados por Álvarez y Mercadet (2011). La comparación de los resultados antes alcanzados con los ahora presentados (*Tabla 7*) indican que a pesar de la sostenida disminución en el tiempo del patrimonio administrado, la última evaluación alcanzó la mayor retención por hectárea en 15 años, demostrando una exitosa recuperación de la gestión técnica de su patrimonio con respecto a 2007.

Tabla 7. Resultados de tres evaluaciones de retención de carbono en la Empresa Mayabeque

<i>Año</i>	<i>Versión de SUMFOR</i>	<i>Superficie (ha)</i>	<i>Carbono en ktC</i>			<i>Retención promedio (tC/ha)</i>
			<i>Biomasa</i>	<i>Suelo</i>	<i>Total</i>	
2002	1.00	74 269,9	5804,2	16 573,9	22 459,2	302,4
2007	2.13	66 841,6	5404,8	11 854,8	17 709,8	265,0
2016	3.03	55 068,1	4046,2	13 957,4	18 350,9	333,2

2. Variación temporal del carbono retenido (ktC) por cada componente de la línea base en la EAF Mayabeque (año base 2016)

La tendencia que manifiesta el proceso de retención de carbono en cualquier empresa agroforestal es crucial para valorar su incidencia en la mitigación del cambio climático. Asumiendo que

durante los próximos 10 años (2026) la empresa mantendrá un patrimonio y una gestión técnica similares a la reportada en 2016 y considerando el desarrollo futuro de las plantaciones y bosques naturales existentes en este año, la proyección de la evolución temporal de la línea base de retención de carbono y de sus componentes sería como se muestra en la en la Fig. 1.

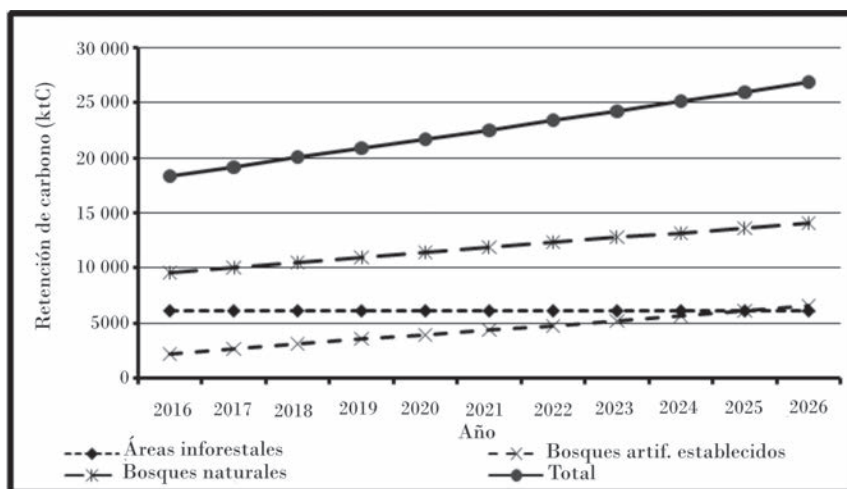


Figura 1. Línea base de carbono. Empresa Agroforestal Mayabeque (Período 2016-2026).

En un plazo de 10 años la empresa aumentará su retención total de carbono a 26 847,5 ktC, en tanto que los componentes que mayor aporte harán a ese aumento serán los bosques naturales y los artificiales establecidos, que en 2026 representarán el 52,29 % y 24,24 % del carbono total retenido, respectivamente; sin embargo, llama la atención que solo en el último año del período será que los bosques artificiales establecidos superen en carbono retenido a las áreas inforestales.

El resultado de la evaluación inicial de la empresa y la obtención a partir del mismo de su línea base de carbono hasta 2026 pudiera ser considerado de hecho como su potencial de retención de carbono para ese período, y su análisis permitiría entonces la identificación de aquellas actividades que lo alterarán o modificarán tanto positiva como negativamente.

Además, si se toma en consideración que la gestión de las empresas agroforestales está basada principalmente en la generación de productos madereros y en menor medida en la de productos forestales no madereros (PFNM), reflejados por algunos indicadores de la actividad forestal

(logro de plantaciones, supervivencia, etc.), y que ninguno de los diversos servicios que brindan los bosques a favor del medio ambiente (como la biodiversidad, conservación de agua, etc.) es tomado en consideración cuando se evalúa su gestión, a pesar de lo mucho que se insiste en el valor de los recursos forestales; entonces al cuantificar el carbono retenido por los bosques como uno de los servicios que aportan, la empresa estaría en condiciones de añadir al éxito de su gestión productiva este resultado ambiental.

Y si a esto se adicionara el contar con una línea base de retención de carbono, también podría evaluar en los años venideros cómo se comportaría ese valor de acuerdo a sus planes, contribuyendo así con ello al prestigio de la empresa en el plano nacional y al internacional del país por sus acciones en favor del medio ambiente.

3. Indicador 3.5 de Manejo Sostenible

La evaluación del Indicador 3.5 de Manejo Sostenible hecha a partir de los resultados alcanzados en la empresa se presenta en la Tabla 8.

Tabla 8. Valoración del indicador 3.5 de Manejo Sostenible

<i>Versión de Sumfor</i>	<i>Valor</i>	<i>Calificación</i>
3,03	4	Contribución sobresaliente

Los resultados indican que la gestión del patrimonio por la empresa produce una contribución sobresaliente a la mitigación del cambio climático.

4. Alternativas de mitigación

De las cinco alternativas seleccionadas como vías para aumentar la remoción de carbono atmosférico por la empresa, el aumento del incremento corriente anual de los bosques naturales resultó ser la que mayores valores alcanzó: 569,1 MtC, más que la línea base 10 años después de ser implementada (Tabla 9).

Tabla 9. Comparación de los resultados de retención de la línea base, con los de las alternativas de mitigación (ktC)

<i>Variables</i>	<i>Años</i>					
	<i>2016</i>	<i>2017</i>	<i>2018</i>	<i>2019</i>	<i>2020</i>	<i>2021</i>
<i>Línea base</i>	18 350,9	19 169,0	20 020,2	20 903,3	21 713,0	22 536,8
Aumentar el plan anual de fomento	18 350,9	19 174,7	20 034,9	20 924,4	21 753,4	22 612,6
Disminuir la superficie anual de bosques artificialmente establecidos quemados	18 350,9	19 174,5	20 038,2	20 935,7	21 761,7	22 603,7
Disminuir la superficie anual de bosques naturales quemados	18 350,9	19 178,7	20 050,9	20 956,8	21 791,3	22 641,8
Aumentar el incremento medio anual de los bosques artificiales	18 350,9	19 201,9	20 088,8	21 010,3	21 861,2	22 729,0
Aumentar el incremento corriente anual de los bosques naturales	18 350,9	19 231,5	20 148,9	21 101,6	21 984,5	22 885,1

<i>Variables</i>	<i>Años</i>				
	<i>2022</i>	<i>2023</i>	<i>2024</i>	<i>2025</i>	<i>2026</i>
<i>Línea base</i>	23 374,7	24 226,8	25 093,1	25 973,6	26 847,5
Aumentar el plan anual de fomento	23 490,4	24 371,5	25 257,9	26 172,4	27 054,2
Disminuir la superficie anual de bosques artificialmente establecidos quemados	23 461,8	24 336,1	25 222,0	26 100,8	27 007,3
Disminuir la superficie anual de bosques naturales quemados	23 508,4	24 391,1	25 289,8	26 204,7	27 114,9
Aumentar el incremento medio anual de los bosques artificiales	23 613,8	24 515,5	25 434,3	26 370,0	27 301,9
Aumentar el incremento corriente anual de los bosques naturales	23 803,4	24 739,5	25 693,2	26 664,8	27 633,3

Sin embargo, económicamente esta alternativa resultó ser la que mayores gastos requiere para su ejecución, resultando la disminución de la superficie anual de bosques artificiales

establecidos quemados la más económica: \$13 365,00, con un costo promedio de \$0,02 por tonelada de CO₂ atmosférico removida (Tabla 10).

Tabla 10. Comparación de los gastos totales y costos promedios de las alternativas de mitigación

<i>Alternativa</i>	<i>Gasto total (\$)</i>	<i>Costo promedio (\$/tCO₂)</i>
Aumentar el plan anual de fomento	552 500,00	0,73
Disminuir superficie anual de bosques artificiales establecidos quemados	13 365,00	0,02
Disminuir superficie anual bosques naturales quemados	26 730,00	0,03
Aumentar incremento medio anual de bosques artificiales	174 600,00	104,78
Aumentar incremento corriente anual de bosques naturales	450 000,00	156,18

Por el momento solo es posible ofrecer a la empresa estos argumentos para la adopción de decisiones sobre si acomete o no una modificación de la gestión de la tonelada de CO₂ removida; no resulta posible acometer un análisis costo/beneficio que complemente estos elementos.

CONCLUSIONES

- La cantidad de carbono retenido y la equivalencia en CO₂ removido de la atmósfera demuestran la importante contribución a la mitigación del cambio climático realizada por la empresa, que al término de 2016 alcanzó sus mejores resultados en 15 años.
- Los bosques naturales son los que mayor contribución tienen en el total de carbono retenido.
- La línea base definida para un período de 10 años permitirá evaluar anualmente el comportamiento del carbono retenido por el patrimonio de la empresa y servirá como referencia para evaluar acciones que puedan incrementarlo.
- La evaluación del Indicador 3.5 de Manejo Forestal Sostenible indicó que el administrador realiza una contribución sobresaliente a la mitigación del cambio climático mediante el manejo que realiza del patrimonio forestal.
- La empresa dispone de argumentos sobre los efectos esperables de las alternativas de mitigación que seleccionó, tanto en el plano ambiental como en el económico, lo que le permitirá adoptar una decisión informada sobre el proceder a seguir.

RESEÑA CURRICULAR

Autor principal: Arnaldo Álvarez Brito

Biólogo y Doctor en Ciencias Forestales, ha dirigido investigaciones relacionadas con el mejoramiento genético forestal, la conservación de recursos genéticos forestales y el cambio climático, tema al que ha dedicado la mayor parte de su trabajo. Miembro del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático durante el período 1992-1995, ha participado en la elaboración de las tres comunicaciones nacionales presentadas por Cuba a la Convención, publicando varios libros sobre la relación entre los bosques y el cambio climático.

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, A., Mercadet, A. 2017. Elaboración y puesta a punto de la v-3.0 del sistema automatizado SUMFOR. Inf. Técn. Proy. Contribución del Sector Forestal Cubano a la Tercera Comunicación Nacional. La Habana. Instituto Investigaciones Agro-Forestales. 63 p.
- Álvarez, A., Mercadet, A. y col. 2011. El Sector Forestal Cubano y el Cambio Climático. Ministerio de la Agricultura. La Habana. Instituto Investigaciones Agro-Forestales. 248 p.
- Álvarez, A., et al. 2010. Formulación de estrategias de mitigación para Empresas forestales. Subproy. 11.69.03. La mitigación del cambio climático por los bosques cubanos. Proy. 11.69. Segunda Comunicación Nacional de Cambio Climático. Subsector Forestal. La Habana. Instituto Investigaciones Agro-Forestales. 54 p.
- Ajete, A., et al. 2006. Mitigación del cambio climático por concepto de fijación de CO₂ en los bosques de la EFI Baracoa, provincia de Guantánamo: Segunda aproximación. Revista Forestal Baracoa (CU) 25(2): 43-50.
- Cordero, E.M., Mercadet, A., Álvarez, A., Rodríguez, O. 2004. Estudio de caso sobre la mitigación del cambio climático por los bosques. La EFI Mayabeque de provincia Habana: Segunda aproximación. Cuba: Medio Ambiente y Desarrollo. Revista electrónica de la Agencia de Medio Ambiente (CU) 4(6).
- 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.
- Herrero, J.A., Gómez, L.M., Díaz, G., Bravo, J.A. 2005. Criterios e indicadores de manejo forestal sostenible. Una visión de futuro. La Habana. Agrinfor. 55 p.
- Mercadet, A., et al. 2005. Inf. Final Subproy. 11.25.04. Reanálisis de la capacidad potencial de mitigación de los bosques cubanos. Proy. 11.25. El cambio climático y el sector forestal: Segunda aproximación. La Habana. Instituto Investigaciones Agro-Forestales. 47 p.
- Mercadet, A., Álvarez, A., Rosales, E., Rivera, Y. 2015. Remoción de carbono por el patrimonio forestal cubano: la Empresa Forestal Integral Ciego de Ávila. Revista Forestal Baracoa (CU) 34(1): 73-78, enero-junio.
- Ramírez, O.A., Gómez, M. 1999. Estimación y valoración económica del almacenamiento de carbono. Forestal Centroamericana (MX) (27): 17- 22, julio-septiembre.