

RETENCIÓN DE CARBONO POR LA EMPRESA FORESTAL INTEGRAL BARACOA Y SU EVALUACIÓN FUTURA

CARBON RETENTION BY INTEGRAL FOREST ENTERPRISE BARACOA AND ITS FUTURE EVALUATION

ING. ARLETY AJETE-HERNÁNDEZ,¹ DR. C. ARNALDO ÁLVAREZ-BRITO,² ING. WILMER TOIRAC-ARGÜELLES,¹
TÉC. VÍCTOR M. FUENTES-UTRIAS¹ E ING. PEDRO E. RODRÍGUEZ-CUEVAS³

¹ Estación UCTB Baracoa. Paso de Cuba. Baracoa, Guantánamo, Cuba, arlety@forestales.co.cu

² Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. Calle 174 no. 1723 e/ 17B y 17C, Siboney, Playa, La Habana, Cuba, archie@forestales.co.cu

³ Empresa Forestal Integral Baracoa, reparto Bohorque no. 126, Baracoa, Guantánamo, Cuba, ftalbcoa@enet.cu

RESUMEN

Se presentan los resultados correspondientes a la determinación de la línea base de retención de carbono de la Empresa Forestal Integral (EFI) Baracoa a partir de la capacidad actual de retención de carbono para un año base, desglosados por plantaciones establecidas, bosques naturales (por formación y categoría), área por (re)forestar y área inforestal. Para la realización de este trabajo se parte del empleo del sistema automatizado Sumfor v-2.14. Los resultados muestran que la mayor cuantía de carbono retenido se encuentra en los bosques naturales, y en un segundo lugar en las plantaciones. Se destaca además el aumento de la retención de carbono para la empresa en algo más de 4292,91 kt de carbono para un periodo de diez años según la línea base proyectada.

Palabras claves: cambio climático, mitigación, bosques, plantaciones, retención de carbono.

INTRODUCCIÓN

En los acuerdos internacionales sobre cambio climático y emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), los bosques adquieren su protagonismo por su capacidad de fijar carbono y mitigar las emisiones de CO₂ [López *et al.*, 2002, Canadell, citado por Fonseca *et al.*, 2011].

La posibilidad de reducir las emisiones de GEI y el potencial para aumentar la remoción de car-

ABSTRACT

The results corresponding to the determination of the line base of retention of carbon of the Integral Forest Enterprise (EFI) Baracoa are presented starting from the current capacity of retention of carbon for one year bases, removed by established plantations, natural forests (for formation and category), area for (re)forestar and area inforestal. For the realization of this work leaves of the employment of the automated system Sumfor v-2.14. The reached results show that the biggest quantity of retained carbon is in the natural forests, and in a second place in the plantations. Also stands out the increase of the retention of carbon for the Enterprise in something more than 4292,91 kt of carbon for a 10 year period according to the line it bases projected.

Key words: change climatic, carbon, mitigation, forests, plantations

bono atmosférico mediante la actividad forestal aumenta la importancia del sector forestal y su participación en las medidas orientadas a mitigar los efectos del cambio climático, 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 aumente la cuantía

de la biomasa influye en su capacidad de almacenar o fijar carbono [Moura, 2001].

El sector forestal cubano constituye el único sumidero neto de carbono identificado en el país [Centella *et al.*, 2001], razón por la cual la determinación de la capacidad actual de retención de carbono por las empresas forestales y su evaluación futura constituyen un objetivo de importancia para el sector. Por tal razón se realiza este estudio con el propósito de proyectar la línea base de retención de carbono para la EFI Baracoa por un período de diez años,

equivalente al tiempo de validez de su Proyecto de Ordenación Forestal.

MATERIALES Y MÉTODOS

La entidad seleccionada para efectuar el estudio se encuentra ubicada en la parte norte del extremo más oriental de la provincia de Guantánamo. Limita al norte con el océano Atlántico, al sur con la EFI Imías, al este con la Empresa Municipal Agropecuaria (EMA) Maisí, y al oeste con el Parque Nacional Alejandro de Humboldt (*Fig. 1*).

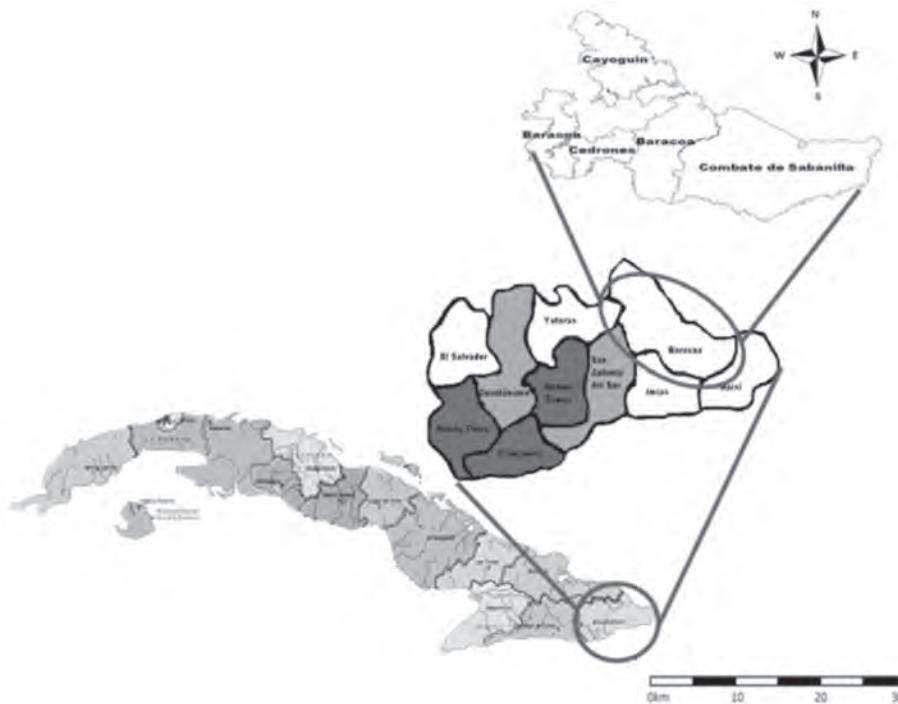


Figura 1. Ubicación de la EFI Baracoa.

Los datos solicitados a la empresa fueron suministrados por el Departamento de Ordenación correspondientes a 2008 [Rodríguez *et al.*, 2009], y comprenden una caracterización general del patrimonio y de las actividades forestales anuales, una descripción de las plantaciones

por especie, incluyendo superficie y volumen para las establecidas y solo superficie para las que están en desarrollo, así como una descripción de los bosques naturales por formación y categoría, indicando la superficie y el volumen existentes en ellas (*Tablas 1, 2 y 3*).

TABLA 1
Caracterización del patrimonio y de la gestión técnica

Indicador	Valor
Superficie de bosques naturales (ha)	29 228,50
Superficie de plantaciones establecidas (ha)	5466,7
Superficie de plantaciones en desarrollo (ha)	174,9

Superficie por reforestar (ha)	607,1
Superficie de otras áreas inforestales (ha)	424
Superficie promedio anual de plantación (ha)	460,8
Logro promedio de las plantaciones (%)	85
Superficie promedio anual de áreas quemadas (ha)	5
Volumen promedio anual extraído por tratamientos/raleos (m ³)	5241,2
Superficie promedio anual de talas rasas (ha)	37,9
Volumen promedio anual extraído por otras talas (m ³)	140,3
Incremento medio anual de los bosques naturales (m ³ /ha/año)	3,7
Incremento medio anual de las plantaciones (m ³ /ha/año)	10,8

TABLA 2
Caracterización de los bosques naturales de la EFI Baracoa

Formación	Abreviaturas	Área (ha)	Volumen (m ³)
Manglar	Mg	244,3	13 422
Manigua costera	Mc	9,20	895
Pinar	PN	5800,40	606 551
Pluvisilva	PV	1,10	68,00
Pluvisilva de montaña	PV-M	16 793,40	1161 019
Semicaducifolio en suelo ácido	Scf-a	3591,60	261 983
Semicaducifolio en suelo calizo	Scf-c	2629,70	145 074
Semicaducifolio de mal drenaje	Scf-md	129	6534
Uveral	Uv	29,80	906
Total		29 228,50	2 196 452

TABLA 3
Composición por categorías de manejo presentes en los bosques naturales

Categoría	Área (ha)	Volumen (m ³)
Manejo especial	1042,40	63 953
Productor	12 445,90	1 093 560
Protector aguas y suelos	15 455,10	1 024 386
Protector del litoral	128,70	5430
Protector flora y fauna	156,40	9123
Total	29 228,50	2 196 452

La información suministrada por la empresa fue procesada mediante el sistema Sumfor v. 2.14 desarrollado por Álvarez y Mercadet (2008), que emplea un método de cálculo basado en las existencias de biomasa, el producto de las existencias en formación, la densidad de la madera, el factor de expansión de la biomasa, la relación entre 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.

El sistema estima el carbono retenido en el año base por las plantaciones en desarrollo, las establecidas y los bosques naturales, así como las

áreas inforestales y por reforestar, y asumiendo que la gestión de la empresa para el año base se mantiene constante, proyecta una evolución temporal para la retención de carbono por un período de diez años coincidente con el tiempo de validez del proyecto de Ordenación Forestal, lo que constituye la línea base de carbono de la empresa.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Carbono retenido por los bosques naturales en la EFI Baracoa

a) Por formación natural

La mayor concentración de carbono de estas formaciones naturales está almacenada en los suelos y biomasa con valores de 3315,64 y 2400,84 kt, respectivamente (Tabla 4).

TABLA 4
Carbono retenido por las formaciones naturales

Formación	Carbono (kt)				Promedio (kt/ha)
	Biomasa	Necromasa	Suelo	Total	
Mg	28,07	2,08	0,00	30,15	0,12
Mc	0,88	0,08	1,13	2,09	0,23
PN	749,67	49,77	464,03	1263,48	0,22
PV	0,07	0,00	0,14	0,21	0,20
PV-M	1131,41	143,28	2065,59	3340,28	0,20
Scf-a	307,03	30,64	441,77	779,44	0,22
Scf-c	175,86	22,44	323,45	521,75	0,20
Scf-md	6,69	1,10	15,87	23,66	0,18
Uv	1,16	0,25	3,67	5,08	0,17
Total	2400,84	249,67	3315,64	5966,15	0,20

De las nueve formaciones naturales reportadas por la empresa, los manglares son los que menores niveles de retención promedio de carbono reportan (0,12 kt/ha), influido por la premisa metodológica que excluye el cálculo de carbono en el suelo para esta formación, dado que una parte importante, pero no precisada de ella, se encuentra en el agua, mientras que los bosques de manigua costera alcanzaron las mayores retenciones promedio

de carbono con 0,23 kt/ha secundados por los pinares y los bosques semicaducifolios (Tabla 4).

b) Por categoría

Estas categorías de manejo retienen en sus bosques 0,20 kt/ha estando retenida la mayor cantidad de carbono en el suelo y la biomasa, con valores de 3315,64 kt y 2400,84 kt, respectivamente (Tabla 5).

TABLA 5
Carbono retenido por categoría de área forestal en los bosques naturales

Categoría	Carbono (kt)				Promedio (kt/ha)
	Biomasa	Necromasa	Suelo	Total	
Productor	1260,15	106,44	1312,40	2678,99	0,22
Protector agua y suelos	1046,50	131,90	1865,31	3043,71	0,20
Protector del litoral	11,07	1,10	3,67	15,83	0,12
Protector flora y fauna	9,17	1,33	18,91	29,42	0,19
Manejo especial	73,96	8,90	115,34	198,20	0,19
Total	2400,84	249,67	3315,64	5966,15	0,20

De las cinco categorías de área forestal existentes en los bosques naturales de la empresa, son los bosques productores los que mayores promedios alcanzaron con 0,22 kt/ha; en tanto que los protectores del litoral muestran los valores más bajos (0,12 kt/ha).

Carbono retenido por las plantaciones establecidas en la EFI Baracoa

Estas poblaciones de árboles forestales añaden 1200,76 kt al carbono retenido en los bosques

naturales, destacándose las plantaciones de *Pinus cubensis* Sarg. ex Griseb. con 933,01 kt que representan el 77,70 % del carbono retenido, seguido de las de *Calophyllum utile* Bisse con 131,69 kt y las de *Hibiscus elatus* Sw. con 90,44 kt, los que representan un 10,97 y 7,53 % del total, respectivamente. El resto de las especies representan menos del 5 % del total, resultados altamente influenciados por el efecto de la edad y del volumen en pie existente.

En lo que a las plantaciones en desarrollo se refiere, estas añaden 0,69 kt de carbono al potencial de la empresa. En la *Tabla 6* se re-

flejan los valores del potencial de retención de carbono en las plantaciones establecidas de la empresa.

TABLA 6
Carbono retenido por las plantaciones establecidas

Especie	Carbono (kt)				Prom. (ktC/ha)
	Biom.	Necrom.	Suelo	Total	
<i>Albizzia</i> sp.	1,22	0,09	1,30	2,62	0,25
<i>Andira inermis</i> (W. Wright) D. C.	1,72	0,68	9,86	12,27	0,15
<i>Calophyllum utile</i> Bisse.	49,41	5,54	76,75	131,69	0,21
<i>Carapa guianensis</i> Aubl.	0,03	0,01	0,11	0,14	0,16
<i>Casuarina equisetifolia</i> L.	0,29	0,03	0,46	0,78	0,21
<i>Coccoloba uvifera</i> (L.) L.	0,06	0,11	1,66	1,83	0,14
<i>Eucalyptus</i> sp.	0,30	0,03	0,42	0,75	0,22
<i>Guaiacum officinale</i> L.	0,04	0,01	0,20	0,25	0,16
<i>Pinus cubensis</i> Sarg. ex Griseb.	570,37	35,13	327,51	933,01	0,23
<i>Swietenia mahagoni</i> (L.) Jacq.	0,33	0,06	0,86	1,25	0,18
<i>Tabebuia dubia</i> (C. Wright) Britton ex Siebert.	6,18	0,38	5,49	12,05	0,27
<i>Hibiscus elatus</i> Sw.	32,47	3,74	54,23	90,44	0,21
<i>Tectona grandis</i> L. f.	1,06	0,36	5,08	6,50	0,16
<i>Terminalia catappa</i> L.	0,80	0,09	1,28	2,17	0,21
<i>Trichilia hirta</i> L.	0,01	0,00	0,05	0,07	0,16
Otras especies	1,42	0,23	3,27	4,92	0,19
Total	665,73	46,50	488,53	1200,76	0,22

* Biom: Biomasa Necrom: Necromasa Prom: Promedio

En general las plantaciones forestales han aportado 1200,76 kt de carbono al potencial de la empresa para 2008, con un promedio de 0,22 kt/ha, encontrándose este valor entre las cuantías descritas por Kanninen (2000), quien citaba que las plantaciones en Costa Rica retenían un carbono entre 0,06 kt/ha y 0,23 kt/ha.

Carbono retenido por las áreas por (re)forestar

La vegetación y el suelo presentes en las áreas por (re)forestar hacen un aporte significativo al acumulado de carbono en los bosques. La entidad en estudio cuenta con una existencia total de 607,1 ha para almacenar en ellas un total de 32,18 kt de carbono (*Tabla 7*), equivalente a 0,05 kt/ha, registro este similar al

reporte de Cordero *et al.* (2004) en áreas de la EFI Mayabeque, en el cual se registró un valor de 0,05 kt/ha (52,99 t/ha).

Carbono retenido por las áreas inforestales

En lo que al área inforestal respecta, la empresa cuenta con un total de 424 ha, atendiendo a reportes ofrecidos en 2008 por Rodríguez *et al.* (2009). Para el cálculo solo se consideraron 22 ha; el resto no fue utilizado, pues correspondía a territorios con construcciones, los cuales no acumulan carbono, por lo que solo se emplearon los datos de los territorios que comprendían pantanos, pastizales y tierras agrícolas, preservándose un total de 3,22 kt de carbono total retenido, de las cuales 0,19 kt se encuentran retenidas en la biomasa y 3,02 kt en el suelo (*Tabla 7*).

TABLA 7
Carbono retenido en las aéreas por (re)forestar e inforestal

Estado de uso	Área (ha)	Carbono (kt)			Promedio (kt/ha)
		Biomasa	Suelo	Total	
Superficie por (re)forestar	607,1	9,11	23,07	32,18	0,05
Superficie inforestal	22,0	0,19	3,02	3,22	0,15
Pantanos	3	0,13	1,93	2,06	0,69
Pastizales	9,1	0,05	0,03	0,03	0,003
Tierras agrícolas	9,9	0,02	0,08	0,08	0,008

Carbono retenido en la EFI Baracoa para el año base

En general la empresa retuvo en 2008 unas 7202,99 ktC, con un promedio general de 0,20 ktC/ha. Los componentes principales de la primera de estas cifras son, en primer lugar, los suelos (3830,26 kt), secundados por la biomasa total (3075,87 kt). Ambos componentes se

encuentran reflejados en su mayor cuantía en los bosques naturales que, fundamentalmente por su extensión, aportan 5966,15 kt seguidos de las plantaciones establecidas con 1200,76 kt.

Otro de los componentes que contribuyó al carbono retenido por los bosques de la empresa es la necromasa, que retuvo un total de 630,29 kt (Fig. 2).

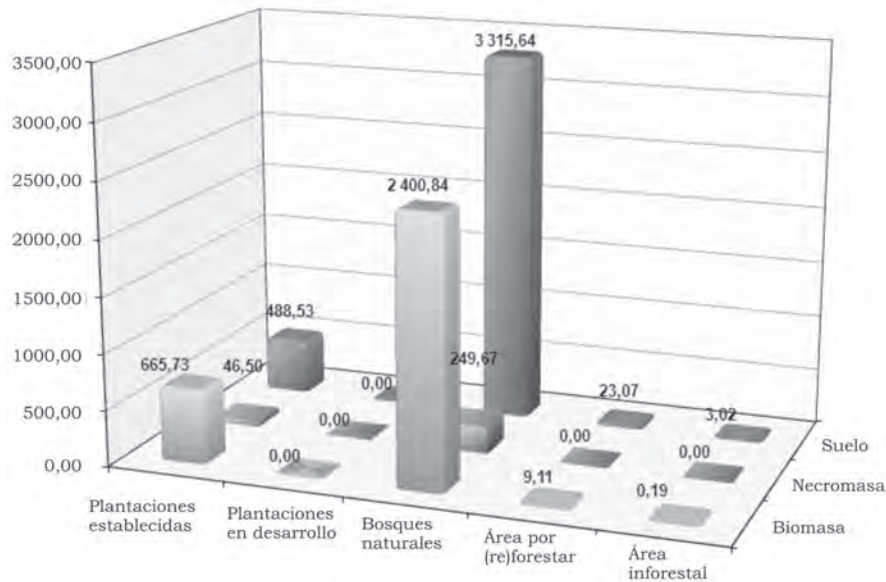


Figura 2. Estimado de carbono total retenido (kt).

Variación temporal 2008-2018 del carbono retenido (ktC) por cada componente de la línea base en la EFI Baracoa

La tendencia que manifiesta el proceso de retención de carbono en cualquier empresa forestal es crucial para valorar su incidencia en la mitigación del cambio climático. Asumiendo que en los próximos diez años la empresa mantendrá un patrimonio y una gestión técnica similares a las presentadas en las Tablas 1, 2 y 3, y considerando el desarrollo futuro de las plantaciones y bosques naturales existentes en 2008, la proyección de la evolución temporal de la línea base de retención de carbono y de sus componentes quedaría como se muestran en la Fig. 3.

En un plazo de diez años la empresa aumentará su retención total de carbono en algo más de 4291,92 kt de carbono, con una media anual de unas 429,19 kt, en tanto que el componente que más aportará a ese aumento serán los bosques

naturales, que en 2018 representarán el 72,67 % del carbono total retenido (Anexo).

El resultado de la evaluación inicial de la empresa y la obtención a partir de su línea base de carbono hasta 2018 pudiera ser considerado de hecho como su plan de retención de carbono para ese período de tiempo, y su análisis permitiría entonces la identificación de aquellas actividades que lo alteraran o modificaran tanto positiva como negativamente.

Además, si se toma en consideración que la gestión de las empresas forestales está basada principalmente en la generación de productos madereros y en menor medida en la de productos forestales no madereros (PFNM), así como por algunos indicadores de la actividad forestal (logro de plantaciones, supervivencia, etc.), y que ninguno de los diversos bienes y servicios que brindan los bosques a favor del medio ambiente (como la biodiversidad, conservación de agua, etc.) es

tomado en consideración cuando se evalúa la gestión de las empresas que los administran, 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 bienes y servicios que aportan los bosques, 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 con sus planes, contribuyendo así con ello al prestigio nacional de la empresa y al internacional del país, por sus acciones en favor del medio ambiente.

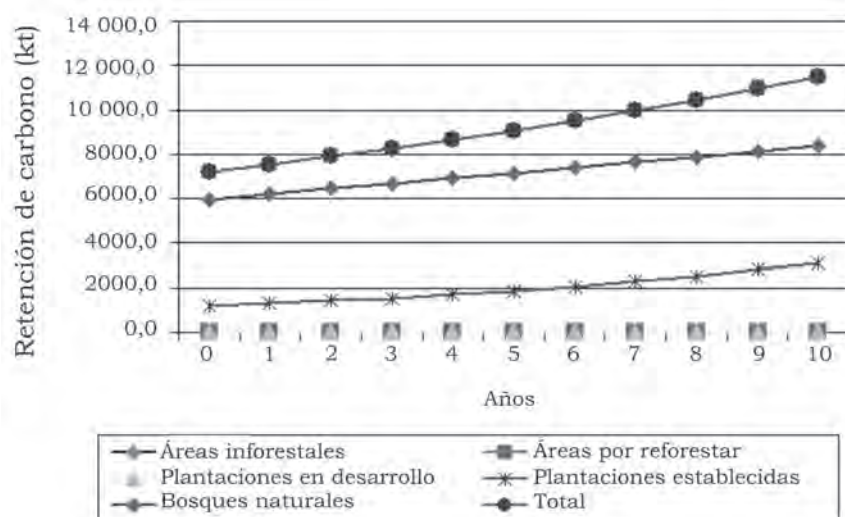


Figura 3. Representación gráfica de la línea base y sus componentes.

CONCLUSIONES

- La empresa retiene unas 7202,99 kt de carbono en su año base estimado, reflejados en su mayor cuantía en los bosques naturales que aportan 5966,15 kt, previéndose de acuerdo con su línea base estimada una retención de 4292,91 kt de carbono para un período de diez años.
- La línea base de carbono obtenida para la EFI Baracoa puede ser considerada como el plan de retención de carbono de la empresa para un período de diez años, permitiendo a la empresa ejecutar su implementación y la identificación de aquellas actividades que pueden alterar o modificar negativamente este plan.
- Los resultados descritos pudieran contribuir con el prestigio nacional de la empresa y al internacional del país, en el contexto de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), por sus acciones a favor del medio ambiente.

BIBLIOGRAFÍA

- ÁLVAREZ, A., MERCADET, A. 2008. Puesta a punto del sistema automatizado SUMFOR v-2.0 hasta v2.14. Informe Final del Subproyecto: La mitigación del cambio climático por los bosques cubanos; Proyecto: Segunda Comunicación Nacional de Cambio Climático: Subsector Forestal; PRCT: Preservación de los Recursos Naturales. Instituto de Investigaciones Forestales. La Habana, 8 p.
- CENTELLA, A., LLANES, J., PAZ, L. 2001. Primera Comunicación Nacional de Cuba a la CMNUCC. La Habana. INSMET. 169 p.
- 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. III Congreso Forestal de Cuba. (La Habana, 14-16 de septiembre: Palacio de las Convenciones) Cuba.
- 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. (Mérida, 16-20 de julio: Universidad de los Andes) Venezuela.
- FAO. 2005. Situación de los Bosques del Mundo. Ed. FAO. Roma. Carbon Accounting Model for Forests [en línea]. Disponible en: <http://www.greenhouse.gov.au/ncas/reports/pubs/tr26final.pdf> [Consulta 21 de mayo 2012].

- FONSECA, W., ALICE, F.E., BENAYAS, J.M.R. 2011. Carbon accumulation in aboveground and belowground biomass and soil of different age native forest plantations in the humid tropical lowlands of Costa Rica [en línea]. Disponible en: http://www2.uah.es/josemrey/Reprints/Fonseca_CarbonAccumulationPlantations_NewForests_2011withcover.pdf [Consulta 21 de mayo 2012].
- KANNINEN, M. 2000. Secuestro de carbono en bosques, su papel en el ciclo global. Agroforestería para la producción animal en América latina-II. Sánchez, M.D y R. M. Dirección de Producción y Sanidad vegetal [en línea] Disponible en: <http://ftp.fao.org/docrep/fao/005/y4435s/y4435s00.pdf> [Consulta: 13 de marzo 2011].
- LÓPEZ, M., KONING, F., PAREDES, H., BENÍTEZ, P. 2002. Estimación de carbono en biomasa de bosques secundarios y plantaciones forestales en el Noroccidental de Ecuador. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GMBH. Eschborn. Alemania. 32 p.
- LÓPEZ, C., ET AL. Gases Efecto Invernadero. Emisiones y Remociones, Cuba 1990-2002. ETGEI-Instituto de Meteorología, La Habana, junio de 2007. 27 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. Unasylva (IT), 52 (206): 34-40.
- RAMÍREZ, O.A., GÓMEZ, M. 1999. Estimación y valoración económica del almacenamiento de carbono. Forestal Centroamericana (CR) (27): 17- 22, julio-septiembre.
- RODRÍGUEZ, P.E., NOA N., LEYVA, G., RODRÍGUEZ, B. 2009. Proyecto de Ordenación y Desarrollo de la Economía Forestal (2008-2017) para la Empresa Forestal Integral Baracoa. Ministerio de la Agricultura. Grupo Empresarial de Agricultura de Montaña. 57 p.

ANEXO

Línea base de retención de carbono y su composición por variables (ktC)

Componentes	Años					
	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Áreas inforestales	3,22	3,22	3,22	3,22	3,22	3,22
Áreas por reforestar	32,18	10,49	13,23	16,97	18,70	21,44
Plantaciones en desarrollo	0,69	3,47	5,58	8,25	9,96	11,67
Plantaciones establecidas	1200,76	1316,56	1432,66	1549,06	1702,06	1875,98
Bosques naturales	5966,15	6205,96	6443,77	6682,58	6921,39	7160,20
Total	7203,99	7538,70	7898,45	8259,08	8655,33	9071,51

(Continuación)

Componentes	Años				
	2014	2015	2016	2017	2018
Áreas inforestales	3,22	3,22	3,22	3,22	3,22
Áreas por reforestar	24,18	26,91	5,23	7,97	10,70
Plantaciones en desarrollo	13,38	14,57	11,19	7,82	4,97
Plantaciones establecidas	2070,71	2292,16	2542,25	2823,90	3122,76
Bosques naturales	7399,02	7637,83	7876,64	8115,45	8354,26
Total	9510,50	9974,69	10 438,53	10 958,36	11 495,91

RESEÑA CURRICULAR

Autora principal: Arlety Ajete Hernández

Ingeniera Forestal, investigadora agregada, es miembro del Tribunal Permanente para el otorgamiento del grado Técnico Medio Forestal en el Instituto Politécnico de Agronomía Limbano Sánchez, de Baracoa, Guantánamo. Se encuentra vinculada a varios proyectos de investigación-desarrollo relacionados con el tema de Cambio Climático y el Sector Forestal. Integrante del Grupo de Cambio Climático del Instituto de Investigaciones Agro-Forestales, es autora y coautora de varias publicaciones. Ha participado en eventos nacionales e internacionales con resultados relevantes.