

RETENCIÓN DE CARBONO POR EL PATRIMONIO FORESTAL DE LA EMPRESA FORESTAL INTEGRAL VILLA CLARA. PRIMERA APROXIMACIÓN

RETENTION OF CARBON BY FOREST HERITAGE FOREST COMPREHENSIVE ENTERPRISE VILLA CLARA. FIRST APPROACH

M. SC. ANDRÉS HERNÁNDEZ-RIQUENE,¹ M. SC. LILIANA CABALLERO-LANDÍN,¹ DR. C. ARNALDO ÁLVAREZ-BRITO² Y
DRA. C. ALICIA MERCADET-PORTILLO²

¹ Estación Experimental Forestal Villa Clara. Finca Victoria, Oliver, Placetas, Villa Clara, Cuba

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

RESUMEN

El trabajo fue realizado en las áreas forestales de la Empresa Forestal Integral Villa Clara (EFIVC) (43 281,68 ha), determinándose la cantidad de carbono retenido y su capacidad sumidero total. Fue empleada la metodología descrita por Álvarez (2002 y 2003). Los resultados muestran que las áreas forestales de la EFIVC se redujeron en un 8 %, pero el potencial de retención de carbono en sus áreas no se afectó significativamente. Las especies de *Pinus caribaea*, *Casuarina equisetifolia* y *Eucalyptus* sp. fueron las que más contribuyeron a almacenar el carbono. El bosque protector del litoral y el bosque protector de flora y fauna fueron los que más carbono retuvieron en sus áreas. El tipo de formación manglar retuvo el 87 % del carbono al compararlo con las demás formaciones forestales en el área. A un ritmo de plantación de 1332,49 ha/año terminarían de ser plantadas para alcanzar el potencial máximo de la empresa del orden de las 4 693 271,65 t de carbono en un ciclo de 8,11 años.

Palabras claves: Carbono, biomasa, bosque, plantación

ABSTRACT

The study was carried out in the forest areas of the Integral Forest Company of Villa Clara (EFIVC) (43281.68 ha) being determined the quantity of retained carbon as well as its total sink capacity. For doing this, a methodology described by Álvarez, 2002 and 2003 was used. The results show that, though the forest areas of the EFIVC decreased in 8%, the potential of carbon sink in their areas was not significantly affected. The species of *Pinus caribaea*, *Casuarina equisetifolia* and *Eucalyptus* sp were those that more contributed to store the carbon. The Coastal protective forest and the Flora and Fauna protective forest were those that more carbon retained in their areas. The type of forest formation Mangrove retained 87% from the carbon when comparing it with the other forest formations in the area. To a rhythm of plantation of 1.332,49 ha per annum the areas would be planted to reach the maximum potential of the company of the order of the 4.693.271, 65 t of sink carbon in an 8.11 year cycle.

Key words: Carbon, biomass, forest, planting

INTRODUCCIÓN

Los bosques tropicales juegan indudablemente un papel fundamental en el clima global. Se calcula que la deforestación y otras actividades de uso del suelo contribuyen entre el 20 y el 25% a las emisio-

nes anuales de dióxido de carbono a la atmósfera. La gran mayoría de estas emisiones proviene de los países tropicales. La quema de combustibles fósiles contribuye con el resto.

En América Latina la deforestación sigue siendo un fenómeno que crece aceleradamente en la mayoría de los países. Evitar la deforestación permitiría mantener almacenada en los árboles, los suelos, las raíces y la hojarasca una cantidad de carbono que de otra manera se liberaría al aire. Este servicio, el de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, tiene un claro e inmenso valor para el mundo entero, al contribuir a disminuir la velocidad del calentamiento global [Ciesla, 2002].

Es bien sabido que el uso de combustibles fósiles es una de las principales fuentes de gases de efecto invernadero. Los combustibles de biomasa han sido sustituidos por combustibles derivados del petróleo por ser más convenientes y baratos.

Otra de las principales fuentes de gases de efecto invernadero es la actividad humana relativa al uso de la tierra, especialmente la deforestación de los trópicos y los incendios forestales. Se calcula que hoy las emisiones de dióxido de carbono, relacionadas con actividad humana, son 7,5 billones de toneladas de carbono al año, de las cuales entre 1,5 y 1,8 billones de toneladas están relacionadas con los bosques [Loguercio, 2000]. Los gases de efecto invernadero producidos por la deforestación son, en su mayoría, dióxido de carbono, y en menor grado metano y monóxido

de carbono. La deforestación de los trópicos es uno de los problemas ambientales más serios que enfrentan los países en vías de desarrollo en términos de su impacto catastrófico y consecuencias a largo plazo en la biodiversidad, en la pérdida de oportunidades económicas, en los problemas sociales que crea y su contribución a cambios climáticos del planeta.

Este trabajo tiene como objetivo realizar estudios en áreas de la EFIVC para determinar la cantidad actual de carbono retenido por su patrimonio forestal.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo fue realizado en áreas de la Empresa Forestal Integral Villa Clara, ubicada entre los 23°04'14,38" N y 80°45'15,70" W, y los 21°56'45,11" N y 79°19'05,89" W con una precipitación anual acumulada de 1326 mm y una temperatura media de 25 °C. Cuenta con una superficie total de 43 281,68 ha [SEF, 2003], de las cuales el 94 % están consideradas como áreas forestales, y el 6 % como inforestales. Considerando el total de bosques de la empresa, puede decirse que el 41 % de los bosques son protectores del litoral, el 46 % está categorizado como productor, un 8 % como protector de aguas y suelos, y un restante, 4 %, categorizado como protector de la flora y la fauna (Tabla 1).

TABLA 1
Composición por categorías de bosque

<i>Categoría del bosque</i>	<i>Superficie forestal</i>	<i>Superficie inforestal</i>	<i>Superficie total</i>	<i>Superficie relativa (%)</i>
Productor	18 400,67	1708,62	20 109,29	46
Protector de aguas y suelos	3437,61	154,70	3592,31	8
Protector del litoral	17 220,37	494,00	17 714,37	41
Protector de flora y fauna	1789,51	76,20	1865,71	4
Total	40 848,16 (94%)	2433,52 (6%)	43 281,68	100

Metodología empleada

Para la realización de esta etapa se tomó la información procedente de las dinámicas de la EFI Villa Clara de 1999 a 2003. Los datos fueron procesados por especie, formación boscosa [Bisse, 1988] (Tabla 2) y categoría de bosques, calculándose la cantidad de carbono retenido en cada caso. Los métodos que

se utilizaron para la determinar el carbono retenido por las áreas de bosque y suelos de la zona de estudio fueron los siguientes: 1) para el caso de las plantaciones y bosques naturales se realizó la conversión del volumen de madera en pie a toneladas. Para esto previamente se calculó la biomasa del fuste y la biomasa total, empleando la densidad de la

madera seca reportada para cada especie (Álvarez, 2002) y empleando el factor de expansión de la biomasa (FEB) propuesto por Álvarez (2003), basado en lo planteado por Gómez Echeverri (2000) y Segura (2001); 2) para los suelos, áreas deforestadas y áreas inforestales se calculó la cantidad de carbono retenido en el primer metro del suelo a partir del empleo de los coeficientes propuestos por

Álvarez (2003); 3) en las áreas de plantaciones jóvenes, el cálculo de la cantidad de carbono retenido se realizó sumando esta área al del área deforestada, ya que si consideráramos la especie que se acababa de plantar y el rendimiento medio de la especie por hectárea, estaríamos subestimando la cantidad de carbono en esa área. Los datos fueron procesados mediante el software Microsoft Excel.

TABLA 2
Clasificación de los bosques de Cuba [Bisse, 1988]

<i>Código</i>	<i>Tipo de bosque</i>
Mg	Manglar
Uv	Uveral
Mc	Manigua costera
Xt	Xerófilo típico
Xm	Xerófilo de mogote
Pn	Pinar
En	Encinar
Scf-md	Semicaducifolio sobre suelo de mal drenaje
Scf-c	Semicaducifolio sobre suelo calizo
Scf-a	Semicaducifolio sobre suelo ácido
Cb	Cuabal
Chr	Charrascal
Pvs	Pluvisilva
Pvs-m	Pluvisilva de montaña
Nb	Nublado
Fr	Fresco

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados encontrados en el período 1999-2003

Al hacer un análisis del período de estudio 1999-2003 se pudo constatar que la EFIVC tuvo una disminución de área del 8 % (3826,7 ha) (Tabla 3) que fueron transferidas fundamentalmente a otros tenentes, alcanzando finalmente 43 281,68 ha de patrimonio forestal en

2003 (Tabla 4). Pese a esta disminución de áreas, los bosques naturales (protectores del litoral) incrementaron un 1 % al comparar con 1999, a diferencia de las plantaciones, área deforestada y área inforestal, que disminuyeron su área (Tabla 5). Con relación a las plantaciones, puede decirse que aunque esta categoría tuvo una disminución del 6 % (2648,27 ha), también incorporó áreas procedentes de bosques protectores del litoral (518,20 ha).

TABLA 3
Distribución de las áreas por categoría de bosque (1999)

<i>Categoría</i>	<i>Bosques naturales (ha)</i>	<i>Plantaciones (ha)</i>	<i>Deforestada (ha)</i>	<i>Inforestal (ha)</i>	<i>Total (ha)</i>
Productor	3453,60	8027,84	7198,54	1064,42	19 744,40
Protector de aguas y suelo	1858,90	2413,53	2237,60	933,10	7443,13
Protector del litoral	8295,63	338,00	1151,36	1306,50	11 091,49
Protector de flora y fauna	6952,60	599,26	626,30	324,70	8502,86
Recreación	0,00	148,00	114,00	64,50	326,50
Total	20 560,73	11 526,63	11 327,80	3693,22	47108,38

TABLA 4
Distribución de las áreas por categoría de bosque (2003)

<i>Categoría</i>	<i>Bosques naturales (ha)</i>	<i>Plantaciones (ha)</i>	<i>Deforestada (ha)</i>	<i>Inforestal (ha)</i>	<i>Total (ha)</i>
Productor	2976,78	7406,77	8017,12	1708,62	20 109,29
Protector de aguas y suelo	745,80	372,54	2319,27	154,70	3592,31
Protector del litoral	15 986,22	856,20	377,95	494,00	17 714,37
Protector de flora y fauna	1460,00	242,85	86,66	76,20	1865,71
Recreación	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	21 168,80	8878,36	10 801,00	2433,52	43 281,68

TABLA 5
Incremento o disminución de la cubierta forestal (período 1999-2003)

<i>Categoría</i>	<i>Bosques naturales (ha)</i>	<i>Plantaciones (ha)</i>	<i>Deforestada (ha)</i>	<i>Inforestal (ha)</i>	<i>Total (ha)</i>
Productor	-476,82	-621,07	818,58	644,20	364,89
Protector de aguas y suelo	-1113,10	-2040,99	81,67	-778,40	-3850,82
Protector del litoral	7690,59	518,20	-773,41	-812,50	6622,88
Protector de flora y fauna	-5492,60	-356,41	-539,64	-248,50	-6637,15
Recreación	0,00	-148,00	-114,00	-64,50	-326,50
Total	608,07	-2648,27	-526,80	-1259,70	-3826,70
Pérdida o ganancia de área (%)	1,29	-5,62	-1,12	-2,67	-8,12

TABLA 6
Carbono retenido por áreas, carbono total, carbono potencial y años para reforestar el área total

<i>Indicador</i>	<i>U/M</i>	<i>1999</i>	<i>2003</i>
Carbono en bosques	t	1 154 774,07	1 164 422,86
Carbono en suelos	t	2 274 331,93	2085,982,85
Carbono de áreas deforestadas	t	222 891,30	201 879,15
Total de carbono de la EFI VC	t	3 651 997,30	3 452 284,86
Carbono promedio/ha	t/ha	113,81	114,90
Potencial máximo	t	4 941 261,83	4 693 271,65
Superf. de plantación anual	ha	2132,01	1332,49
Tiempo para reforestar la EFI	años	5,31	8,11

En 1999 la EFIVC, con un área de 47 108,38 ha de patrimonio forestal, retenía un total de 3 651 997,30 t de carbono (Tabla 6). De este total, 194 695,60 t se encontraban en la biomasa de las áreas de plantaciones establecidas, siendo las especies *Pinus caribaea* (68 %), *Casuarina equisetifolia* (18 %) y *Eucaliptus* sp. (9 %) las que más contribuyeron a almacenar el carbono en sus áreas para este año (Tabla 7), mientras que los bosques naturales retuvieron en su biomasa 960 078,48 t (Tabla 8).

Al analizar el carbono en el suelo para este año, se pudo constatar que las áreas de plantaciones (743 231,09 t) contribuyeron a retener más carbono al compararlas con las demás áreas (Tabla 7).

Al evaluar los bosques naturales por su categoría se observó que el bosque protector del litoral, con el 46 %, y el bosque protector de flora y fauna, con el 31 %, retuvieron el 77 % del total de carbono (Tabla 8).

Para el caso de las áreas encontradas en el bosque productor, solo se encontró que estas retenían un 18 % del carbono, lo que da una idea de que para este año el potencial de retención de la empresa no fue comprometido, ya que la mayor cantidad de carbono retenido se encontró en áreas de bosques protectores.

Con relación al tipo de formación forestal, los bosques de manglar retuvieron para este año el 87 % del carbono total para los tipos de formación, aportando los bosques Scf-md y los Scf-c solo el 8 y 4 % respectivamente (Tabla 9).

Al analizar las restantes formaciones y compararlas con las ya descritas anteriormente, resultaron poco significativas.

A pesar de que para 2003 la EFIVC tuvo una disminución de área del 8 % (Tabla 5), sus áreas retenían 3 452 284,86 t de carbono (Ta-

bla 6), lo cual demostró que el carbono retenido en sus áreas no tuvo una variación sustancial en este período.

De este total, 153 166,55 t de carbono fueron retenidas por la biomasa de las plantaciones (Tabla 10), siendo las especies *Pinus caribaea* 50 %, *Casuarina equisetifolia* 25 % y *Eucaliptus* sp. 13 % las que manifestaron los mayores porcentajes de almacenamiento de carbono para este año (Tabla 10). Por su parte, los bosques naturales almacenaron en su biomasa 1 011 256,31 t, es decir, un 5 % más de toneladas de carbono con relación a 1999, en lo que incidió el 1 % (608 ha) que incrementaron las áreas de este tipo de bosque. Al examinar los bosques naturales por su categoría, fue posible observar que las mayores cantidades de carbono retenido se encontraron también en los bosques protectores del litoral (83 %) (Tabla 11).

En el caso de los bosques productores puede decirse que solo representaron el 7 %, por lo que se dedujo que el potencial de retención de la empresa no se vio afectado, aunque algunos de estos bosques productores (naturales o artificiales) fueron talados con algún objetivo comercial.

Según Álvarez *et al.* (2001), el potencial de retención de los bosques no depende de su categoría, sino del tipo de surtido que de ellos se extraiga y el período de vida útil que ellos tengan de acuerdo con el lugar en el que son empleados, estando durante este tiempo el carbono retenido en la madera sin ser liberado a la atmósfera.

Para el caso de las áreas por categoría bosques, podemos decir que, al igual que 1999, la formación forestal manglar, con 87 %, fue la que más carbono retuvo, mientras que los bosques Scf-md solo retuvieron un 9 % (Tabla 12). Las demás formaciones retuvieron una ínfima parte del carbono al compararlas con las antes descritas.

TABLA 7
Retención de carbono en plantaciones (1999)

Especie	Superficie (ha)	Volumen (m³)	Rendimiento (m³/ha)	Densidad (kg/ m³)	Biomasa _f (t)	Biomasa _t (t)	C. retenido (t)	%	C. en suelo (t)	C. total (t)
Algarrobo	2,00	80,00	40,00	510,00	40,80	70,99	31,95	0,02	246,00	277,95
Algarrobo indio	49,40	889,20	18,00	600,00	533,52	928,32	417,75	0,21	6076,20	6493,95
Árbol del Nim	3,00	45,00	15,00	770,00	34,65	60,29	27,13	0,01	369,00	396,13
Bienvestido	1,30	26,00	20,00	1000,00	26,00	45,24	20,36	0,01	159,90	180,26
Caoba africana	3,20	128,00	40,00	620,00	79,36	138,09	62,14	0,03	393,60	455,74
Caoba del país	51,10	1022,00	20,00	750,00	766,50	1333,71	600,17	0,31	6285,30	6885,47
Caoba de Honduras	139,50	3487,50	25,00	820,00	2859,75	4975,97	2239,18	1,15	17 158,50	19 397,68
Casuarina equisetifolia	1161,93	46 477,20	40,00	942,00	43 781,52	76 179,85	34 280,93	17,61	142 917,39	177 198,32
Dagame	1,20	21,60	18,00	900,00	19,44	33,83	15,22	0,01	147,60	162,82
Eucalyptus sp.	655,90	26 236,00	40,00	920,00	24 137,12	41 998,59	18 899,36	9,71	80 675,70	99 575,06
Guásima	22,20	555,00	25,00	680,00	377,40	656,68	295,50	0,15	2730,60	3026,10
Majagua	8,40	168,00	20,00	680,00	114,24	198,78	89,45	0,05	1033,20	1122,65
Leucaena	75,00	2100,00	28,00	540,00	1134,00	1973,16	887,92	0,46	9225,00	10 112,92
Mangle rojo	32,80	1312,00	40,00	1017,00	1334,30	2321,69	1044,76	0,54	0,00	1044,76
Ocuje	6,30	157,50	25,00	976,00	153,72	267,47	120,36	0,06	774,90	895,26
Otros	146,10	3652,50	25,00	600,00	2191,50	3813,21	1715,94	0,88	17 970,30	19 686,24
Pinus caribaea	5491,18	219 647,20	40,00	767,00	168 469,40	293 136,76	131 911,54	67,75	439 294,40	571 205,94
Roble australiano	13,60	476,00	35,00	595,00	283,22	492,80	221,76	0,11	1672,80	1894,56
Teca	130,90	3927,00	30,00	590,00	2316,93	4031,46	1814,16	0,93	16 100,70	17 914,86
Total	7995,01	310 407,70	38,83	751,42	248 653,38	432 656,88	194 695,60	100,00	743 231,09	937 926,69

TABLA 8
Retención de carbono por los bosques naturales (categorías de bosques) (1999)

Categoría	Formación	Área (ha)	Vol (m ³)	Rend (m ³ /ha)	Dens (kg/m ³)	Biomasa _{tr} (t)	Biomasa _t (t)	C retenido (t)	%	C suelo (t)	Total
Productor	Scf-md	177,00	8850,00	50,00	560,00	4956,00	8623,44	3,880,55		13 452,00	17 332,55
	Scf-c	189,40	7576,00	40,00	663,00	5022,89	8739,83	3932,92		14 394,40	18 327,32
	Scf-a	258,00	15 480,00	60,00	641,00	9 922,68	17 265,46	7769,46		19 608,00	27 377,46
	Mg	2829,20	169 752,00	60,00	1198,00	203 362,90	353 851,44	159 233,15		0,00	159 233,15
	Subtotal	3453,60	201 658,00	52,50		223 264,46	388 480,17	174 816,08	18,21	47 454,40	222 270,48
	Scf-md	43,70	2185,00	50,00	560,00	1223,60	2129,06	958,08		3321,20	4279,28
Protector aguas y suelo	Scf-c	1618,20	64 728,00	40,00	663,00	42 914,66	74 671,52	33 602,18		122 983,20	156 585,38
	Scf-a	23,30	1398,00	60,00	641,00	896,12	1559,25	701,66		1770,80	2472,46
	Mg	173,70	10 422,00	60,00	1198,00	12 485,56	21 724,87	9776,19		0,00	9776,19
	Subtotal	1858,90	78 733,00	52,50		57 519,94	100 084,69	45 038,11	4,69	128 075,20	173 113,31
	Scf-md	432,80	21 640,00	50,00	560,00	12 118,40	21 086,02	9488,71		32 892,80	42 381,51
	Scf-c	40,00	1600,00	40,00	663,00	1060,80	1845,79	830,61		3040,00	3870,61
Protector del litoral	Mg	7708,67	462 520,20	60,00	1198,00	554 099,20	964 132,61	433 859,67		0,00	433 859,67
	Manigua	35,05	1752,50	50,00	540,00	946,35	1646,65	740,99		1472,10	2213,09
	Uv	79,11	1186,65	15,00	700,00	830,66	1445,34	650,40		3322,62	3973,02
	Subtotal	8295,63	488 699,35	43,00		569 055,40	990 156,40	445 570,38	46,41	40 727,52	486 297,90
	Scf-md	2813,10	140 655,00	50,00	560,00	78 766,80	137 054,23	61 674,40		213 795,60	275 470,00
	Mg	4139,50	248 370,00	60,00	1198,00	297 547,26	517 732,23	232 979,50		0,00	232 979,50
Protector de Flora y Fauna	Subtotal	6952,60	389 025,00	55,00		376 314,06	654 786,46	294 653,91	30,69	213 795,60	508 449,51
	TOTAL	20 560,73	1 158 115,35	56,33		1 226 153,87	2 133 507,73	960 078,48	100,00	430 052,72	1 390 131,20

TABLA 9
Retención de carbono por los bosques naturales (formación forestal) (1999)

Formación	Área (ha)	Vol. (m³)	Rend. (m³/ha)	Dens. (kg/m³)	Biomasa _f (t)	Biomasa _i (t)	C. retenido (t)	%	C. suelo (t)	C. total (t)
Scf-md	3466,60	173 330,00	50,00	560,00	97 064,80	168 892,75	76 001,74		263 461,60	339 463,34
Subtotal	3466,60	173 330,00			97 064,80	168 892,75	76 001,74	7,92	263 461,60	339 463,34
Scf-c	1847,60	73 904,00	40,00	663,00	48 998,35	85 257,13	38 365,71		140 417,60	178 783,31
Subtotal	1847,60	73 904,00			48 998,35	85 257,13	38 365,71	4,00	140 417,60	178 783,31
Scf-a	281,30	16 878,00	60,00	641,00	10 818,80	18 824,71	8471,12		21 378,80	29 849,92
Subtotal	281,30	16 878,00			10 818,80	18 824,71	8 471,12	0,88	21 378,80	29 849,92
Mg	14 851,07	891 064,20	60,00	1198,00	1 067 494,91	1 857 441,15	835 848,52		0,00	835 848,52
Subtotal	14 851,07	891 064,20			1 067 494,91	1 857 441,15	835 848,52	87,06	0,00	835 848,52
Manigua	35,05	1752,50	50,00	540,00	946,35	1 646,65	740,99		1 472,10	2213,09
Subtotal	35,05	1752,50			946,35	1 646,65	740,99	0,08	1 472,10	2213,09
Uv	79,11	1186,65	15,00	700,00	830,66	1 445,34	650,40		3 322,62	3973,02
Subtotal	79,11	1186,65			830,66	1 445,34	650,40	0,07	3 322,62	3973,02
Total	20 560,73	1 158 115,35	56,33		1 226 153,87	2 133 507,73	960 078,48	100,00	430 052,72	1 390 131,20

TABLA 10
Retención de carbono en plantaciones (2003)

Especie	Superf. (ha)	Vol. (m³)	Rend. (m³/ha)	Dens. (kg/m³)	Biomasa _f (t)	Biomasa _i (t)	C. retenido (t)	%	C. suelo (t)	C. total (t)
Algarrobo Indio	81,72	1470,96	18,00	600,00	882,58	1535,68	691,06	0,45	10 051,56	10 742,62
Caoba africana	47,20	1888,00	40,00	620,00	1170,56	2036,77	916,55	0,60	5805,60	6722,15
Caoba de Honduras	58,98	1474,50	25,00	820,00	1209,09	2103,82	946,72	0,62	7254,54	8201,26
Caoba del país	8,60	172,00	20,00	750,00	129,00	224,46	101,01	0,07	1057,80	1158,81
Casuarina equisetifolia	1312,56	52 502,40	40,00	942,00	49 457,26	86 055,63	38 725,04	25,28	161 444,88	200 169,92
Cedro	1,00	25,00	25,00	480,00	12,00	20,88	9,40	0,01	123,00	132,40
Copey	6,70	100,50	15,00	898,00	90,25	157,03	70,66	0,05	824,10	894,76
Eucalyptus sp.	691,16	27 646,40	40,00	920,00	25 434,69	44 256,36	19 915,36	13,00	85 012,68	104 928,04
Majagua	108,00	2160,00	20,00	680,00	1468,80	2555,71	1150,07	0,75	13 284,00	14 434,07
Mangle prieto	2,00	80,00	40,00	1190,00	95,20	165,65	74,54	0,05	0,00	74,54
Mangle rojo	252,40	10 096,00	40,00	1017,00	10 267,63	17 865,68	8039,56	5,25	0,00	8 039,56
Otros	311,00	7775,00	25,00	600,00	4665,00	8117,10	3652,70	2,38	38 253,00	41 905,70
Pinus caribaea	3206,86	128 274,40	40,00	767,00	98 386,46	171 192,45	77 036,60	50,30	256 548,80	333 585,40
Teca	132,57	3977,10	30,00	590,00	2346,49	4082,89	1837,30	1,20	16 306,11	18 143,41
Total	6220,75	237 642,26	38,20	776,71	195 615,01	340 370,12	153 166,55	100,00	595 966,07	749 132,62

TABLA 11
Retención de carbono por los bosques naturales (categorías de bosques) (2003)

Categoría	Formación	Área (ha)	Vol. (m³)	Rend. (m³/ha)	Dens. (kg/m³)	Biomasa _f (t)	Biomasa _t (t)	C. retenido (t)	%	C. suelo (t)	C. total (t)
Productor	Scf-md	1590,29	79 514,50	50,00	641,00	50 968,79	88 685,70	39 908,57		120 862,04	160 770,61
	Scf-c	1168,49	46 739,60	40,00	663,00	30 988,35	53 919,74	24 263,88		88 805,24	113 069,12
	Scf-a	218,00	13 080,00	60,00	560,00	7324,80	12 745,15	5735,32		16 568,00	22 303,32
	Subtotal	2976,78	139 334,10	50,00		89 281,95	155 350,59	69 907,77	6,91	226 235,28	296 143,05
Protector aguas y suelo	Scf-md	128,40	6420,00	50,00	641,00	4115,22	7160,48	3222,22		9 758,40	12 980,62
	Scf-c	375,50	15 020,00	40,00	663,00	9958,26	17 327,37	7797,32		28 538,00	36 335,32
	Scf-a	23,30	1398,00	60,00	560,00	782,88	1362,21	613,00		1770,80	2383,80
	Mg	218,60	13 116,00	60,00	1198,00	15 712,97	27 340,56	12 303,25		0,00	12 303,25
Protector del litoral	Subtotal	745,80	35 954,00	52,50		30 569,33	53 190,63	23 935,78	2,37	40 067,20	64 002,98
	Scf-md	2000,86	100 043,00	50,00	641,00	64 127,56	111 581,96	50 211,88		152 065,36	202 277,24
	Mg	13 985,36	839 121,60	60,00	1198,00	1 005 267,68	1 749 165,76	787 124,59		0,00	787 124,59
	Subtotal	15 986,22	939 164,60	55,00		1 069 395,24	1 860 747,72	837 336,47	82,80	152 065,36	989 401,83
Protector de Flora y Fauna	Scf-c	59,00	2 360,00	40,00	663,00	1564,68	2722,54	1225,14		4484,00	5709,14
	Mg	1401,00	84 060,00	60,00	1198,00	100 703,88	175 224,75	78 851,14		0,00	78 851,14
	Subtotal	1460,00	86 420,00	50,00		102 268,56	177 947,29	80 076,28	7,92	4484,00	84 560,28
	Total	21 168,80	1 200 872,70	56,73		1 291 515,08	2 247 236,23	1 011 256,31	100,00	422 851,84	1 434 108,15

TABLA 12
Retención de carbono por los bosques naturales (formación forestal) (2003)

Formación	Área (ha)	Vol. (m³)	Rend. (m³/ha)	Dens. (kg/m³)	Biomasa _f (t)	Biomasa _t (t)	C. retenido (t)	%	C. suelo (t)	C. total (t)
Scf-md	3719,55	185 977,50	50,00	641,00	119 211,58	207 428,14	93 342,67		282 685,80	376 028,47
Subtotal	3719,55	185 977,50			119 211,58	207 428,14	93 342,67	9,23	282 685,80	376 028,47
Scf-c	1602,99	64 119,60	40,00	663,00	42 511,29	73 969,65	33 286,34		121 827,24	155 113,58
Subtotal	1602,99	64 119,60			42 511,29	73 969,65	33 286,34	3,29	121 827,24	155 113,58
Scf-a	241,30	14 478,00	60,00	560,00	8107,68	14 107,36	6348,31		18 338,80	24 687,11
Subtotal	241,30	14 478,00			8107,68	14 107,36	6348,31	0,63	18 338,80	24 687,11
Mg	15 604,96	936 297,60	60,00	1198,00	1 121 684,52	1 951 731,07	878 278,98		0,00	878 278,98
Subtotal	15 604,96	936 297,60			1 121 684,52	1 951 731,07	878 278,98	86,85	0,00	878 278,98
Total	21 168,80	1 200 872,70	56,73		1 291 515,08	2 247 236,23	1 011 256,31	100,00	422 851,84	1 434 108,15

CONCLUSIONES

De los resultados de este estudio se pudo obtener que:

- A pesar de que las áreas forestales de la EFIVC se redujeron en un 8 %, el potencial de retención de carbono en sus áreas no se vio significativamente afectado.
- Las especies *Pinus caribaea*, *Casuarina equisetifolia* y *Eucalyptus* sp. fueron las que más contribuyeron a almacenar el carbono en sus áreas en este período.
- El suelo de las áreas de plantaciones contribuyó a retener más carbono al compararlo con las demás áreas.
- Por su categoría, el bosque protector del litoral y el bosque protector de flora y fauna fueron los que más carbono retuvieron en sus áreas.
- El tipo de formación manglar retuvo el 87 % del carbono al compararlo con las demás formaciones forestales en el área.
- A un ritmo de plantación de 1332,49 ha/ año, terminarían de ser plantadas para alcanzar el potencial máximo de la empresa del orden de las 4 693 271,65 t de carbono en un ciclo de 8,11 años.

RESEÑA CURRICULAR

Autor principal: Andrés Hernández Riquene

Máster en Ciencias en Manejo de Recursos Naturales, investigador agregado del Instituto de Investigaciones Agro-Forestales, trabaja en la temática de Aprovechamiento Forestal y Cambio Climático. Profesor instructor, ha impartido cursos de Aprovechamiento Forestal, principalmente en el uso de los Sistema de Información Geográfica en la actividad forestal. Ha participado en eventos nacionales e internacionales.

BIBLIOGRAFÍA

- ÁLVAREZ, A. ET AL. 2001. «Perspectivas de las opciones de mitigación del cambio climático el sector forestal cubano». Informe de País sobre Cambio Climático. La Habana. Instituto de Investigaciones Forestales. 24 p.
- ÁLVAREZ, A. 2002. «Densidad de la madera de especies forestales arbóreas. Base de datos (V- 1.0)». La Habana. Instituto de Investigaciones Forestales.
- ÁLVAREZ, A. 2003. «Cómo realizar los cálculos de las existencias de carbono retenido por una Empresa Forestal. Metodología». Proyecto 11.25: El Sector Forestal y el Cambio Climático. Segunda aproximación. La Habana. Instituto de Investigaciones Forestales. 5 p.
- BISSE, J. 1988. *Árboles de Cuba*. La Habana. Editorial Científico-Técnica. 384 p.
- CIESLA, W. 2002. «Climate Change, Forests and Forest Management», *FAO Forestry Paper* 226. Rome. Food and Agriculture Organization of the United Nations. p. 158
- LOGUERCIO, G. A. 2000. «Cambio climático: el rol de los bosques como sumideros de carbono». *Forestal Net. Magazine Electrónico (AR)* N° 5.
- GÓMEZ ECHEVERRI, L. 2000. *Climate Change and Development*. Yale School of Forestry & Environmental Studies and UNDP. 427 p.
- SEF. 2003. Documento de la Dinámica Forestal de la Empresa Forestal Integral Villa Clara.
- SEGURA, M. 2001. «Estimación de carbono en ecosistemas forestales: Los aportes de modelos de biomasa». En: Curso cambio climático: El Mecanismo de Desarrollo Limpio y el Sector Forestal, 24-27 de Septiembre, 2001. Costa Rica. CATIE.
- SUÁREZ, C. E. 2000. «A Review of Latin American Contribution to Climate Change Mitigation». En: *Climate Change and Development. A Collaborative Project of the UN Regional Bureau for Latin America and the Caribbean and the Yale School of Forestry & Environmental Studies*. 438 pp.