

RETENCIÓN DE CARBONO Y PROPUESTA DE ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN DE LA EMPRESA AGROFORESTAL GUANAHACABIBES

RETENTION OF CARBON AND PROPOSAL OF MITIGATION'S ALTERNATIVES OF GUANAHACABIBES'S AGROFORESTRY ENTERPRISE

DRA. ARLETY AJETE-HERNÁNDEZ¹, ING. CARIDAD PALACIO-VÁZQUEZ², ING. LEONEL NÚÑEZ- MARTÍNEZ² E ING. SARAY MEDEROS-GÓMEZ²

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

² Empresa Agroforestal Guanahacabibes. Sandino, Pinar del Río, Cuba

RESUMEN

En este trabajo se presentan los resultados de la retención de carbono por bosques naturales y artificiales, áreas por reforestar e inforestales y totales (año base y línea base) de la Empresa Agroforestal Guanahacabibes, así como de tres alternativas de mitigación con el objetivo de evaluar la contribución de su patrimonio forestal a la mitigación del cambio climático. El procesamiento se hizo con el sistema automatizado SUMFOR v. 3.03. La empresa acumulaba 29 410,47 MtC, equivalente a una remoción de 107 642,31 MtCO₂ de la atmósfera para al término de 2017, mostrando una contribución sobresaliente a la mitigación del cambio climático. La alternativa que proporciona mayor retención de carbono es el aumento del Incremento Medio Anual de los bosques artificiales, y la de menor gasto y costo es la disminución de la superficie anual de bosques artificiales establecidos quemados.

Palabras claves: secuestro, sistema forestal, sumidero, estrategia, sector forestal.

ABSTRACT

In this work are presented the results of the carbon retention of natural and artificial forests, areas to reforest, unfrosted areas and total (base year, base line) for the Guanahacabibes's Agroforestry Enterprise, as well as of three mitigation's alternatives, with the objective of evaluating the contribution from its forest patrimony to the mitigation of the climatic change. The prosecution was made with the automated system SUMFOR v. 3.03. The Enterprise 29 410, 47 MtC accumulated, equivalent to a removal of 107 642, 31 MtCO₂ of the atmosphere it stops at the end of the year 2017, showing an excellent contribution to the mitigation of the climatic change. The alternative that provides bigger retention of carbon is the increase of the Half Annual Increment of the artificial forests and that of smaller expense and cost is the decrease of the annual surface of burnt established artificial forests.

Key words: kidnapping, forest system, sink, strategy, forestry sector.

INTRODUCCIÓN

El papel desempeñado por el patrimonio forestal cubano en la mitigación del cambio climático global ha sido objeto de sostenido monitoreo desde 1990, a través de los inventarios de gases de efecto invernadero que bianualmente ha preparado el país, utilizando las metodologías recomendadas para estos fines por la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (López *et al.*, 2007; República de Cuba, 2015).

El sector forestal cubano constituye el único sumidero neto de carbono identificado en el país (Centella, *et al.*, 2001, citado por Álvarez *et al.*, 2010; Valdés *et al.*, 2013), razón por la cual la determinación de la capacidad actual y futura de retención de carbono por las empresas forestales, así como la evaluación de alternativas que les permitan aumentarla, son un objetivo de importancia para el sector, dado que estas empresas administran el 60 % del patrimonio forestal nacional.

Las actividades de mitigación para reducir las emisiones de fuentes y el aumento de las remociones mediante sumideros en el sector forestal tienen una secuencia temporal de acciones característica y costos y beneficios de carbono. Respecto a una línea de base, las ganancias a corto plazo más altas siempre se alcanzan mediante actividades de mitigación destinadas a evitar las emisiones (reducir la deforestación o degradación, protección contra incendios, reducción de la quema, etc.). Todas las actividades de gestión forestal destinadas a aumentar el nivel de densidad de carbono *in situ* y a escala de terreno constituyen prácticas comunes que son técnicamente viables. A largo plazo, una estrategia sostenible de gestión forestal destinada a mantener o aumentar las reservas de carbono forestal, mientras continúa la producción forestal anual de madera, fibra o energía, generará el beneficio de mitigación sostenible más alto (Barker *et al.*, 2007, citado por Caballero *et al.*, 2016).

El objetivo de este estudio es evaluar la contribución del patrimonio forestal de la Empresa Agroforestal (EAF) Guanahacabibes a la mitigación del cambio climático con vistas a contribuir 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.

MATERIALES Y MÉTODOS

La EAF Guanahacabibes ubicada en el extremo más occidental de Cuba, abarca gran parte del municipio de Sandino en la provincia de Pinar del Río. Sus límites geográficos son: al norte con el municipio de Mantua y el Golfo de Guanahacabibes, al sur con el Mar Caribe, al este con el municipio de Guane y la Ensenada de Cortes, y al oeste con el Canal de Yucatán. Cuenta con un patrimonio de 112 053,1 ha, y el manejo del mismo es realizado a partir de la subdivisión de todo el territorio en tres unidades silvícolas: El Valle (59,6 %), La Fe (19,2 %) y Cortés (21,2 %), en las que existe un volumen de madera en pie de 2 201 382,23 m³.

Como fuente de información se utilizó la Dinámica Forestal de la EAF Guanahacabibes al término de 2017 (Subdirección Técnica, 2017),

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; además se incluye información sobre las áreas por (re)forestar y de las áreas inforestales.

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.

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

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 tres para valorar sus efectos en la retención, los gastos que implicaban y los costos esperables por tonelada de CO₂ removida. Los valores alcanzados por cada alternativa de mitigación evaluada fueron comparados con los de la línea base, acumulándose los resultados para el período de 10 años; convirtiéndose estas alternativas en la estrategia de mitigación a recomendar.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Retención de carbono por la empresa.

- Carbono retenido en los bosques artificiales.

Las plantaciones establecidas, de conjunto con las plantaciones en desarrollo (biomasa y suelo) retienen 1412,10 MtC, según se presenta en la *Tabla 1*. Las especies baría, mangle rojo y pino macho son las máximas acumuladoras de carbono en el patrimonio.

Tabla 1. Acumulación de carbono en los bosques artificiales (MtC)

<i>Especie</i>	<i>Biomasa</i>	<i>Necromasa</i>	<i>Suelo</i>	<i>Total</i>	<i>Promedio (tC/ha)</i>
Acacia	76,90	8,51	118,55	203,96	211,62
Baria	0,06	0,00	0,06	0,13	254,28
Caoba antillana	0,57	0,25	3,49	4,31	151,74
Caoba de Honduras	0,78	0,64	9,26	10,68	141,84
Casuarina	2,31	2,26	32,08	36,64	140,51
Cedro	0,82	0,36	5,12	6,29	151,26
Eucalyptus saligna	7,94	2,03	32,35	42,31	160,88
Eucalyptus pellita	111,06	24,77	343,40	479,23	171,65
<i>Eucalyptus</i> sp.	4,26	0,50	7,13	11,90	205,09
Majagua sp.	2,07	0,69	9,95	12,71	157,05
Mangle rojo	7,71	2,91	173,55	184,18	541,22
Marañón	0,34	0,11	1,60	2,05	158,05
Ocuje	2,88	1,49	20,60	24,97	149,08
Pino macho	19,27	6,49	2 16,33	242,09	322,65
Uva caleta	4,99	7,85	118,81	131,64	136,29
Yaba	0,73	0,19	2,64	3,56	165,40
Yarúa	8,20	0,46	6,17	14,83	295,51
Otras especies	0,16	0,03	0,43	0,62	177,64
Bosques establecidos	251,04	59,53	1101,53	1412,10	205,35
Bosques en desarrollo	6,76		55,96	62,72	116,20
<i>Total</i>	<i>257,80</i>	<i>59,53</i>	<i>1157,49</i>	<i>1474,12</i>	

- Carbono retenido en los bosques naturales.

Por formación natural

De las 16 formaciones naturales reportadas en el país, la empresa reportó ocho, alcanzando

una retención media de 22 839,68 MtC a razón de 245,76 tC/ha. De manera general las mayores cuantías de carbono retenido se encuentran en los suelos y en la biomasa, con valores de 88,15 y 8,37 %, respectivamente (Tabla 2).

Tabla 2. Acumulación de carbono por formaciones (MtC)

<i>Formación</i>	<i>Biomasa</i>	<i>Necromasa</i>	<i>Suelo</i>	<i>Total</i>	<i>Promedio (tC/ha)</i>
Encinar	1,63	0,26	3,74	5,63	185,13
Manglar	708,34	192,10	11 450,83	12 351,27	550,10
Manigua costera	25,87	4,92	70,73	101,52	176,55
Pinar	0,84	0,27	17,67	18,78	605,78
Scf. ácido	2,59	0,38	5,54	8,51	189,06
Scf. calizo	1039,85	561,49	8075,50	9676,84	147,39
Scf. mal drenaje	108,27	29,22	419,44	556,93	163,32
Uveral	23,31	6,15	90,74	120,21	162,95
<i>Total</i>	<i>1910,71</i>	<i>794,79</i>	<i>20 134,18</i>	<i>22 839,68</i>	<i>245,76</i>

En este estudio la formación boscosa Pinar reporta los mayores niveles de retención promedio de carbono debido a la poca cantidad de área que ocupa, secundado por los manglares, formación esta que reporta altos 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).

Por categoría

De las siete categorías de manejo de los bosques existentes en el país, la empresa reportó cuatro, las que retienen en sus bosques en promedio 245,76 tC/ha estando retenida la mayor cantidad de carbono en el suelo y la biomasa, con los mayores valores de carbono total retenido en los bosques protectores de flora y fauna y promedio en los bosques productores, mientras que en la biomasa los protectores de agua y suelo superan a los protectores de flora y fauna en 35,84 MtC (Tabla 3).

Tabla 3. Acumulación de carbono por categoría (MtC)

<i>Categoría</i>	<i>Biomasa</i>	<i>Necromasa</i>	<i>Suelo</i>	<i>Total</i>	<i>Promedio (tC/ha)</i>
Productor	89,85	19,62	1123,42	1232,89	537,60
Prot. Ag./Suelos	635,34	202,70	3391,39	4229,43	178,47
Prot. Litoral	586,02	158,53	7919,20	8663,75	467,10
Prot. Flor/Fauna	599,50	413,94	7700,17	8713,61	180,04
<i>Total</i>	<i>1 910,71</i>	<i>794,79</i>	<i>20 134,18</i>	<i>22 839,68</i>	<i>245,76</i>

- Carbono retenido por otras áreas de la empresa.

El patrimonio de la empresa para 2017 poseía 3643,5 ha por reforestar, de las cuales 1694,23 ha se encontraban con una densidad de marabú superior al 50 % y otras 1949,27 ha con menos del 50 %. La vegetación y el suelo presentes en las áreas por reforestar aportan

un total de 217,50 MtC. La empresa contaba con un total de 8057,10 ha de área inforestal en 2017. 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 4876,16 MtC, desglosado como se presenta en la Tabla 4.

Tabla 4. Carbono retenido por otras áreas (MtC)

<i>Superficie por reforestar</i>	<i>Biomasa</i>	<i>Suelo</i>	<i>Total</i>
Sin marabú	29,24	74,07	103,31
Con marabú	49,81	64,38	114,19
Total	79,05	138,45	217,50
<i>Superficie inforestal</i>	<i>Biomasa</i>	<i>Suelo</i>	<i>Total</i>
Pantanos	300,89	4499,39	4800,29
Tierras agrícolas	1,85	74,02	75,87
Total	302,74	4573,42	4876,16

- Capacidad sumidero de 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 5. La entidad acumula actualmente 29 408,17 MtC, estimándose como promedio una retención de 262,47 tC/ha.

Tabla 5. Retención de carbono por componente (MtC)

Tipo de bosque/depósito de carbono	Biomasa	Necromasa	Suelo	Total	Promedio (tC/ha)
B. artificiales establecidos	251,04	59,53	1101,53	1412,10	205,35
B. artificiales en desarrollo	6,76		55,96	62,72	116,20
B. naturales	1910,71	794,79	20 134,18	22 839,68	245,76
Área por (re)forestar	79,05		138,45	217,50	
Área inforestal	302,74		4573,42	4876,16	
<i>Total (MtC)</i>	<i>2552,60</i>	<i>854,32</i>	<i>26 003,54</i>	<i>29 408,17</i>	
<i>Promedio (tC/ha)</i>	<i>25,37</i>	<i>8,56</i>	<i>232,06</i>	<i>262,47</i>	

Las mayores cuantías de carbono se encuentran retenidas en el suelo (88,42 %) y en la biomasa (8,68 %). Los bosques naturales son los que mayor cantidad de carbono retienen los bosques naturales (77,66 %) seguidos de las áreas inforestales (16,58 %), que llevan implícito además de una mayor superficie, áreas de ciénagas, y esto conlleva que el carbono retenido por el suelo sea mayor que el de los bosques artificiales establecidos.

Se estimó que los bosques de la EAF Guanahacabibes, con una retención total de 29 408,17 MtC en su patrimonio, han removido de la atmósfera hasta 2017 un total de 107 829,96 MtCO₂.

2. Variación temporal del carbono retenido (MtC) por cada componente de la línea base en la EAF Guanahacabibes (año base 2017).

Asumiendo que durante los próximos 10 años (2027) la empresa mantendrá un patrimonio y una gestión técnica similares a la reportada en 2017 y considerando el desarrollo futuro de los bosques artificiales 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 Fig. 1.

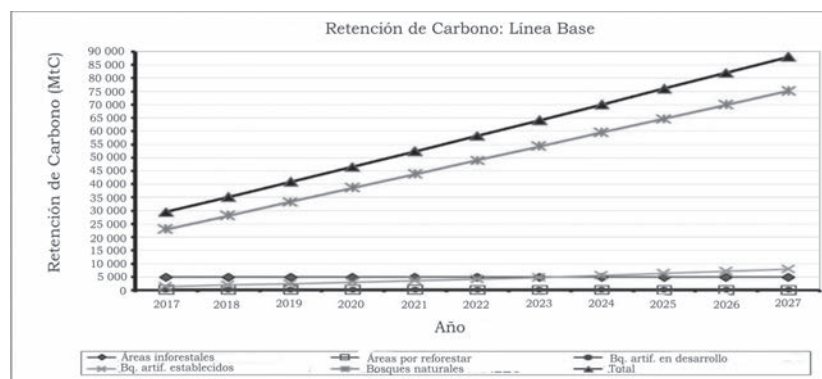


Figura 1. Línea base de carbono EAF Guanahacabibes (periodo 2018-2027).

En un plazo de 10 años la empresa aumentará su retención total de carbono a 58 657,53 MtC, con una media anual de 5865,75 MtC, en tanto que los componentes que mayor aporte harán a ese aumento serán los bosques naturales y los bosques artificiales establecidos en ese orden. Los bosques naturales con 52 231,05 MtC y una media anual de 5223,11 MtC/años, manifestando este una retención invariable entre un año y otro de 5224,71 Mt a partir de 2019 hasta 2027, y los bosques artificiales estable-

cidos con 6591,90 MtC y una media anual de 659,19 MtC/años, lo que en 2027 representarán 89,04 % y 11,24 % del carbono total retenido, respectivamente.

Para las áreas por reforestar se observa una disminución media anual del carbono retenido a un ritmo de 20,90 MtC/años, lo que puede estar dado por la superficie promedio anual afectada por incendios forestales, que de 122,8 ha que se reportan, un 75,1 % (92,2 ha) corresponden a las áreas por reforestar (Tabla 6).

Tabla 6. Línea base de retención de carbono y su composición por variables (MtC)

Variables	Años						
	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
A. inforestales	4876,16	4876,16	4876,16	4876,16	4876,16	4876,16	4876,16
por reforestar	217,50	196,19	175,05	154,08	133,29	112,49	91,69
B. artif. en desarrollo	62,72	87,98	113,24	138,49	138,18	137,86	137,55
B. artif. establecidos	1412,10	1872,31	2349,73	2844,36	3451,64	4102,18	4795,99
B. naturales	22 839,68	28 048,38	33 273,08	38 497,79	43 722,50	48 947,20	54 171,91
Línea base	29 408,17	35 081,01	40 787,25	46 510,89	52 321,76	58 175,90	64 073,30
Variables	Años					Aumento (MtC)	Media anual (MtC/años)
	2017	2024	2025	2026	2027		
A. inforestales	4876,2	4876,16	4876,16	4876,16	4876,16	0,00	0,00
A. por reforestar	217,5	70,89	50,09	29,29	8,48	-209,02	-20,90
B. artif. en desarrollo	62,7	137,24	136,92	136,61	106,32	43,60	4,36
B. artif. establecidos	1412,10	5533,07	6313,43	7137,07	8004,00	6591,90	659,19
B. naturales	22 839,7	59 396,62	64 621,32	69 846,03	75 070,74	52 231,05	5223,11
Línea base	29 408,17	70 013,98	75 997,93	82 025,16	88 065,70	58 657,53	5865,75

El resultado de la evaluación inicial de la empresa y la obtención de su línea base de carbono hasta 2027 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. Y si a esto se adicionara que 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. Evaluación del Indicador 3.5 de Manejo Sostenible.

La evaluación del Indicador 3.5 de Manejo Sostenible realizada a partir de los resultados alcanzados

en la empresa alcanzó la puntuación de 4, por lo que se califica como Contribución Sobresaliente a la mitigación del cambio climático.

4. Alternativas de mitigación.

De las tres alternativas seleccionadas como vías para aumentar la remoción de carbono atmosférico por la empresa, el aumento del incremento medio anual de los bosques artificiales resultó ser la alternativa que mayores valores alcanzó: 7906,02 MtC más que la línea base 10 años después de ser implementada (Tabla 7).

Sin embargo, económicamente esta alternativa resultó ser la que mayores gastos requiere para su ejecución, resultando la disminución de la superficie anual de bosques naturales quemados la más económica: \$20 664,46, con un costo promedio de \$0,11 por tonelada de CO₂ atmosférico removida (Tabla 8).

Tabla 7. Comparación de los resultados de retención de la línea base, con los de las alternativas de mitigación (MtC)

Alternativas	Años						
	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Línea base	29 408,17	35 081,01	40 787,25	46 510,89	52 321,76	58 175,90	64 073,30
Disminuir la superficie anual de bosques artificiales establecidos quemados	29 408,17	35 081,30	40 788,38	46 513,65	52 327,23	58 185,38	64 088,39
Aumentar el IMA de los bosques artificiales	29 408,17	35 143,54	40 932,62	46 760,33	52 697,43	58 700,89	64 771,63

Aumentar el ICA de los bosques naturales	29 408,17	35 130,41	40 897,85	46 694,78	52 591,31	58 543,75	64 552,40
<i>Alternativas</i>	<i>Años</i>					<i>Aumento</i>	<i>Diferencia con respecto a la línea base</i>
	<i>2017</i>	<i>2024</i>	<i>2025</i>	<i>2026</i>	<i>2027</i>		
Línea base	29 408,17	70 013,98	75 997,93	82 025,16	88 065,70	670 871,81	–
Disminuir la superficie anual de bosques artif. estab. quemados	29408,17	70 036,50	76 029,98	82 069,08	88 115,20	671 061,78	182,22
Aumentar el IMA de los bosques artificiales	29 408,17	70 910,60	77 118,72	83 396,93	89 716,18	678 451,29	7906,02
Aumentar el ICA de los bosques naturales	29 408,17	70 617,52	76 739,42	82 918,36	89 124,67	675 997,27	4757,60

Tabla 8. Comparación de los gastos totales y costos promedios de las alternativas

<i>Alternativa de mitigación</i>	<i>Gasto total (\$)</i>	<i>Costo promedio (\$/tCO₂)</i>
Disminuir superficie anual bosques artificiales establecidos quemados	20 664,46	0,11
Aumentar IMA de los bosques artificiales	13 095 450,00	2179,12
Aumentar ICA de los bosques naturales	529 610 300,00	136 395,74

Estos elementos serán ofrecidos a la empresa para su valoración en aras de contar con bases y/o argumentos para ampliar su potencial de retención de carbono. La decisión de la alternativa a implementar será seleccionada por ellos de acuerdo a sus posibilidades técnicas y económicas.

CONCLUSIONES

- La línea base definida para un período de 10 años permitirá evaluar anualmente el comportamiento del carbono retenido por el patrimonio de la entidad y adoptar las medidas para incrementarlo.
- La evaluación del Indicador 3.5 de Manejo Sostenible indica que el tenente presenta una contribución sobresaliente a la mitigación del cambio climático mediante el manejo que realiza del patrimonio forestal que administra.
- El aumento del Incremento Medio Anual en los bosques artificiales constituye la alternativa que más contribuye con el carbono retenido, pero la de menor gasto y costo es la disminución de la superficie anual de bosques artificiales establecidos quemados.
- 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.

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, A., *et al.* 2010. Formulación de estrategias de mitigación para Empresas Forestales, Subproyecto 11.69.03: La mitigación del cambio climático por los bosques cubanos. Proyecto 11.69: Segunda Comunicación Nacional de Cambio Climático, Subsector Forestal. La Habana. Instituto de Investigaciones Forestales. 54 p.
- Álvarez, A., Mercadet, A. 2017 Elaboración y puesta a punto de la v-3.0 del sistema automatizado SUMFOR. Informe Técnico Proyecto Contribución del Sector Forestal Cubano a la Tercera Comunicación Nacional. La Habana. Instituto Investigaciones Agro-Forestales. 63 p.
- Caballero, L., *et al.* 2016. Potencial de retención de carbono por el patrimonio forestal de la Empresa Agroforestal Sancti Spiritus.
- Subdirección Técnica. 2017. Dinámica Forestal de la Empresa Guanahacabibes al término de 2017.
- Herrero, J. A., *et al.* 2005. Criterios e indicadores de manejo forestal sostenible. Una visión de futuro. La Habana. Agrinfor. 55 p.
- López, C., *et al.* 2007. Gases de Efecto Invernadero. Emisiones y Remociones. Cuba 1990-2002. ETGEI – Instituto de Meteorología, La Habana. Junio 2007. 27 p.

República de Cuba. 2015. Segunda Comunicación Nacional a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. 225 p.

Valdés, A., *et al.* 2013. Emisiones y Remociones de Gases de Invernadero en Cuba. Reporte Actualizado para el Período 1990-2008, CITMA/AMA/Instituto de Meteorología. La Habana. 35 p.

RESEÑA CURRICULAR

Autora principal: Arlety Ajete Hernández

Doctora en Ciencias Forestales, se encuentra vinculada a varios proyectos de investigación-desarrollo relacionados con el tema de Cambio Climático y el Sector Forestal, Forestería Análoga y Productos Forestales No Maderables. 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.

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.