



# EVALUACIÓN COMBINADA DE LA PRODUCCIÓN DE MADERA Y RETENCIÓN DE CARBONO DE LA EMPRESA AGROFORESTAL HABANA

## COMBINED ASSESSMENT OF WOOD PRODUCTION AND CARBON STORAGE OF THE HAVANA AGROFORESTRY ENTERPRISE

ARLETY AJETE-HERNÁNDEZ<sup>1\*</sup>, ARNALDO F. ÁLVAREZ-BRITO<sup>1</sup>, ELIZARDO BENITEZ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Investigaciones Agroforestales, La Habana, Cuba, [archie@forestaes.co.cu](mailto:archie@forestaes.co.cu)

<sup>2</sup>Empresa Agroforestal La Habana, La Habana, Cuba

\*Autor para correspondencia: [arletyajeteh@gmail.com.cu](mailto:arletyajeteh@gmail.com.cu)

### RESUMEN

Los bosques juegan un papel crucial como sumideros de carbono en la mitigación del cambio climático, al capturar y almacenar dióxido de carbono de la atmósfera a través del proceso de fotosíntesis. Con la información del patrimonio que administra la Empresa Agroforestal Habana se realiza una evaluación combinada de producción de madera y retención de carbono, a partir del reporte de su Dinámica Forestal 2019 y con el empleo del sistema SUMFOR v-4.01, que incluye una valoración ambiental y económico-financiera de ocho posibles alternativas de mitigación. Los resultados alcanzados revelaron importantes diferencias en rendimiento de madera y retención de carbono con respecto a otras empresas del Grupo Agroforestal, considerando que ellas están principalmente originadas por el carácter urbano de la provincia y su acentuada antropización. Solo una de las alternativas de mitigación no resultó económicamente factible, por lo que la Empresa dispone ahora de suficiente información para la adopción de una decisión apropiada al respecto. La conservación y restauración de los bosques, junto con prácticas sostenibles de gestión forestal, son esenciales para mantener y aumentar este potencial de captura de carbono, ayudando a frenar el cambio climático y proteger la biodiversidad.

**Palabras clave:** alternativas, mitigación, valoración ambiental, rendimiento

### INTRODUCCIÓN

Los bosques, además de muchas otras funciones y servicios ecosistémicos, actúan como importantes sumideros de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), el principal gas de efecto invernadero. En consecuencia, la ciencia del cambio

### ABSTRACT

Forests play a crucial role as carbon sinks in mitigating climate change, by capturing and storing carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) from the atmosphere through the process of photosynthesis. With the heritage information managed by the Habana Agroforestry Enterprise, a combined evaluation of wood production and carbon retention is carried out, based on the report of its Forest Dynamics 2019 and with the use of the SUMFOR v-4.01 system, which includes an environmental assessment and economic-financial of eight possible mitigation alternatives. The results achieved revealed significant differences in wood yield and carbon retention with respect to other companies of the Agroforestry Group, considering that they are mainly caused by the urban character of the province and its accentuated anthropization. Only one of the mitigation alternatives was not economically feasible, so the Enterprise now has enough information to make an appropriate decision on it. Forest conservation and restoration, together with sustainable forest management practices, are essential to maintain and increase this carbon capture potential, helping to curb climate change and protect biodiversity.

**Keywords:** alternatives, mitigation, environmental assessment, performance

climático ha dedicado especial atención al papel de los bosques en las estrategias de respuesta ante este reto global, tanto en términos de *adaptación* que busca reducir la vulnerabilidad ante el cambio climático, como en términos de *mitigación* (Mercadet et al., 2020).

Recibido: 10/4/2022

Aceptado: 13/1/2023

**Conflictos de interés:** Los autores declaran que no existe conflictos de interés.



Este artículo se encuentra bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial (CC BY-NC 4.0). <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



Cuba no ha estado ajena a este asunto, ya que fue uno de los primeros países en firmar y ratificar el Convenio Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (Naciones Unidas, 1990) y el Acuerdo de París (Naciones Unidas, 2015). Además, presentó su Contribución Nacionalmente Determinada (República de Cuba, 2015a) y entrega bianualmente, desde 1990, el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INSMET, 2009, 2012a, 2012b, 2014). También ha emitido tres comunicaciones nacionales sobre la situación del país (República de Cuba, 2001, 2015b, 2020) y puso en vigor el Programa de Enfrentamiento al Cambio Climático (Tarea Vida, 2017).

En el contexto nacional, el sector forestal ha tenido una participación activa en las actividades desarrolladas, elaborando anualmente el Balance Neto de Emisiones del sector desde el año 2000. También ha contribuido de manera significativa a las tres comunicaciones nacionales con resultados reportados por (Álvarez, 2017; Álvarez & Mercadet, 2011; Mercadet et al., 2020; Somoza, 2017).

Dada la importancia que se otorga al sector forestal como el único sumidero de carbono del país capaz de compensar las emisiones de los sectores agrícola y ganadero, se ha prestado especial atención a la determinación de los niveles de retención de carbono y a la evaluación de las capacidades de mitigación de los bosques administrados por las Empresas Agroforestales (EAF), que gestionan el 43 % del patrimonio forestal nacional (DFFFS, 2018). Estos resultados han sido reportados periódicamente por el INAF (INAF, 2013, 2018, 2019), y la Política Forestal de Cuba (MINAG, 2012) ha manifestado la intención de incorporar el pago de servicios ambientales, incluido el carbono forestal.

No obstante, hasta el momento, la EAF La Habana no ha sido incluida, lo que ha motivado este trabajo con el objetivo de realizar una evaluación combinada de producción de madera y retención de carbono, basada en la información del patrimonio que administra.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Como fuente de información se utilizó la Dinámica Forestal de la EAF Habana al término de 2019, que comprende una caracterización general del patrimonio, sus actividades forestales anuales y la gestión técnica. También incluye una descripción de los bosques artificiales por especie, indicando superficie y volumen para los establecidos, y solo la superficie para aquellos en desarrollo, además de una descripción de los bosques naturales por formación boscosa y categoría de bosque, señalando la superficie y el volumen correspondientes (Tablas 1, 2, 3 y 4).

La información de la Empresa fue procesada utilizando el sistema automatizado SUMFOR v.4.01 (Mercadet et al., 2020) con el fin de obtener el rendimiento maderero y la

**Tabla 1.** Composición del patrimonio administrado por la Empresa

Tipo de área	Área (ha)
EMPRESA	3 579,2
Superficie forestal	2 621,2
Superficie cubierta de bosques (ha)	2541,1
• Bosques Naturales (ha)	1486,9
• Bosques artificiales Establecidos (ha)	1054,2
• Bosques artificiales en Desarrollo (ha)	96,1
Superficie por reforestar (ha)	24,0
Superficie inforestal (ha)	918,0
• Pantanos (ha)	17,9
• Pastizales (ha)	279,2
• Tierras agrícolas (ha)	243,3
• Otras áreas (ha)	377,7

retención de carbono general de la Empresa, desglosada por especie en los bosques artificiales establecidos, y por formación y categoría en los bosques naturales. A partir del carbono retenido en el año base, desglosado por componentes y depósitos, y asumiendo que la gestión para el año base se mantenga constante, se proyectó la evolución de la retención de carbono durante 10 años, coincidiendo con el período de validez del proyecto de Ordenación Forestal. Esto constituye la línea base de carbono de la Empresa.

Se evaluó el Indicador 3.5 de Manejo Sostenible: Contribución a la reducción del efecto invernadero, siguiendo lo reportado por Herrero (2005). Se realizaron simulaciones sobre los posibles efectos de ocho alternativas de mitigación seleccionadas por la empresa, de las 10 proporcionadas por el SUMFOR, para valorar su impacto en la retención de carbono. A cada alternativa se le realizó un análisis de factibilidad económica-financiera.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Resultados generales de la empresa

Los resultados sobre rendimiento de madera, retención de carbono y el comportamiento del Indicador de Manejo Forestal Sostenible 3.5 se muestran en la Tabla 5.

Los rendimientos de madera, calculados en términos de volumen por superficie, para el área cubierta están entre los más bajos reportados por las empresas agroforestales del país. Solo las EAF de Santi Spiritus (2016), Las Tunas (2016 y 2018) y Pinares de Mayarí (2016 y 2018) presentaron valores inferiores (INAF, 2019), tendencia que se observa tanto en los bosques artificiales como en los

naturales. La retención total de carbono por superficie es la más baja de todas las empresas evaluadas, siendo comparables las retenciones de carbono en sus bosques artificiales y naturales con las de la EAF Las Tunas (INAF, 2019).

El comportamiento de estos indicadores productivos y ambientales se debe, al menos en parte, a que una gran porción de su área forestal se encuentra en municipios urbanos altamente antropizados. La Tabla 6 muestra la distribución del carbono por depósito, tanto en términos generales como por tipos de bosque, confirmando que el suelo es el principal depósito de carbono de la Empresa, seguido por la biomasa de sus bosques (INAF, 2019).

### Resultados de los bosques artificiales establecidos

La Tabla 7 muestra los resultados de madera y carbono en las evaluaciones realizadas a los bosques artificiales, en los cuales solo dos de las 27 especies alcanzaron rendimientos superiores a los 100 m<sup>3</sup>/ha. Ocho de las especies superaron las 200 tC/ha, destacando entre ambas categorías la caoba híbrida y el coco.

Estos resultados marcan una clara diferencia con el desempeño de otras empresas del Grupo Agroforestal (GAF), donde el almendro de la India, el najesí, el pino hembra y el pino macho superaron los 100 m<sup>3</sup>/ha. En cuanto a la retención de carbono, especies como el almendro de la India, el ipil gigante, el maguey, el patabán, el pino de la Sierra Maestra, el pino de Mayarí, el pino hembra, el pino macho y la yana superaron las 200 tC/ha (INAF, 2019).

En el análisis de estos bosques resalta el hecho de que, a pesar de estar categorizado el patrimonio de la Empresa como Protector de Agua y Suelo o del Litoral, al menos 11 de las especies utilizadas en sus bosques artificiales (39 %) son exóticas. La presencia de estas especies debe ser valorada técnicamente, dado que existe una amplia variedad de especies nativas capaces de cumplir con las funciones de estas categorías de bosque.

### Resultados de los bosques naturales

#### a) Por formación natural.

De las 16 formaciones naturales reportadas en el país, la Empresa reportó tres, cuyos resultados se muestran en la Tabla 8.

En la EAF La Habana, los resultados del Cuabal duplican los rendimientos de madera y superan marcadamente la retención de carbono reportada para otras empresas del GAF. Mientras que son similares para las formaciones Manglar y Semicaducifolio sobre calizas (INAF, 2019).

#### b) Por categoría de bosque.

De las siete categorías de bosques existentes en el país, la Empresa reportó dos, cuyos resultados se muestran en la Tabla 9.

**Tabla 2.** Caracterización de la gestión técnica de la Empresa.

Indicador	Valor
Infestación de la superficie por reforestar (ha)	24,00
• Sin Marabú (< 50 %) (%)	35,00
• Con Marabú (≥ 50 %) (%)	65,00
Plan anual promedio de fomento (ha)	6,00
Supervivencia promedio de los bosques artificiales (%)	92,70
Logro promedio de la reforestación (%)	99,80
Superficie promedio anual de áreas quemadas (ha)	20,00
• Áreas quemadas en zonas inforestales (%)	40,00
• Áreas quemadas en zonas por reforestar (%)	30,00
• Áreas quemadas en bosques artificiales en desarrollo (%)	5,00
• Áreas quemadas en bosques artificiales establecidos (%)	15,00
• Áreas quemadas en bosques naturales (%)	10,00
Volumen promedio anual extraído por tratam. /raleos (m <sup>3</sup> )	127,30
• Tratam. /raleos en bosques artificiales (%)	62,53
• Tratam. /raleos en bosques naturales (%)	37,47
Superficie promedio anual de talas rasas (ha)	0,00
• Talas rasas en bosques artificiales establecidos (%)	0,00
• Talas rasas en bosques naturales (%)	0,00
Volumen promedio anual extraído por otras talas (m <sup>3</sup> )	12,00
• En bosques artificiales establecidos (%)	40,00
• En bosques naturales (%)	60,00
Incremento corriente anual de los bosques naturales (m <sup>3</sup> /ha/año)	2,50
Incremento medio anual de los bosques artificiales (m <sup>3</sup> /ha/año)	3,00

En ambas categorías, los rendimientos de madera son hasta 15 m<sup>3</sup>/ha inferiores a los reportados para otras empresas del GAF. La retención de carbono es similar para los Protectores de Agua y Suelo, y superior para los Protectores del Litoral (INAF, 2019).

### Variación temporal de la línea base de carbono

La línea base de carbono (Fig. 1; Tabla 10) muestra un aumento continuo de sus valores durante todo el periodo evaluado, predominando el aporte de los bosques naturales. En comparación con los bosques artificiales, los bosques naturales presentan una tendencia de crecimiento divergente (INAF, 2019).

Los resultados de la línea base evidencian que el manejo actual del recurso forestal administrado por la Empresa es adecuado, permitiendo, bajo un escenario de *Business as Usual* (BAU), multiplicar por 10 los valores actuales de retención en un periodo de 10 años.

**Tabla 3.** Caracterización de los bosques artificiales.

No.	Nombre común	Bosques artificiales establecidos		Bosques artificiales en desarrollo
		Área (ha)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Área (ha)
1	Algarrobo del país	10,90	700,00	19,5
2	Algarrobo indio	182,35	6 700,00	14,0
3	Algarrobo sp.	11,70	100,00	
4	Almendra	26,10	1 700,00	
5	Bambú	15,48	630,00	0,4
6	Baría	19,26	570,00	
7	Bijáguara	88,05	1 500,00	6,5
8	Caoba antillana	48,20	860,00	3,8
9	Caoba de Honduras	49,10	980,00	3,9
10	Caoba híbrida	0,90	95,00	
11	Casuarina	48,02	2 000,00	
12	Cedro	8,97	500,00	2,8
13	Coco	0,40	75,00	
14	Eucalyptussp.	5,70	265,00	
15	Framboyán rojo	0,70	60,00	
16	Gmelina	71,38	1 500,00	2,0
17	Ipil-ipil	89,15	3 700,00	
18	Majagua sp.	48,33	3 000,00	4,0
19	Marañón	1,00	5,00	
20	Nim	2,62	20,00	
21	Ocuje	14,25	1 100,00	0,4
22	Palma real	54,15	3 900,00	
23	Roble blanco	32,90	2 600,00	2,5
24	Roble sp.	10,80	860,00	2,8
25	Teca	37,85	900,00	0,4
26	Uva caleta	14,70	500,00	2,0
27	Yarúa	27,70	500,00	7,7
28	Otras especies	133,55	5 000,00	23,5
	<b>TOTAL</b>	<b>1 054,21</b>	<b>40 320,00</b>	<b>96,10</b>

**Tabla 4.** Caracterización de los bosques naturales.

Nº	Formación	Categoría	Área (ha)	Volumen (m <sup>3</sup> )
1	Cuabal	Protector Aguas y Suelos	426,60	13400,00
2	Manglar	Protector del Litoral	70,65	3200,00
3	Semicaducifolio en suelo calizo	Protector Aguas y Suelos	989,62	58800,00
	<b>TOTAL</b>		<b>1 486,87</b>	<b>75 400,00</b>

**Tabla 5.** Resultados generales de la Empresa

REPORTE 2019										
Superficie (ha)			Rendimiento Madera (RM: m <sup>3</sup> /ha)			Retención de Carbono (RC: tC/ha)*			IMFS 3.5	
Total	Bqs. artif.	Bqs. nat.	Área Cbta.	Bqs. artif.	Bqs. nat.	Total	Bqs. artif.	Bqs. nat.	10 años después	Mejor Valor: 4
3 579,22	1 054,21	1 486,87	45,54	38,25	50,71	142,80	169,06	185,57	208,56	4

**Bqs. artif.** -Bosques artificiales; **Bqs. nat.** - Bosques naturales; **Cbta.** - Cubierta

**Tabla 6.** Distribución del carbono por depósito y tipo de bosque. (% de los valores totales).

Depósito	Total	Bosques Artificiales	Bosques Naturales
Biomasa	23,82	22,17	28,34
Necromasa	4,26	5,08	4,61
Suelo	71,92	72,75	67,05

**Tabla 7.** Resultados de madera y carbono en los bosques artificiales.

Nº	Especie	RM (m <sup>3</sup> /ha)	RC (tC/ha)	Nº	Especie	RM (m <sup>3</sup> /ha)	RC (tC/ha)
1	Algarrobo del país	64,22	176,64	15	Framboyán rojo	85,71	234,74
2	Algarrobo indio	36,74	160,16	16	Gmelina	21,01	145,11
3	Algarrobo sp.	8,55	139,71	17	Ipil-ípil	41,50	173,05
4	Almendra	65,13	217,80	18	Majagua sp.	62,07	176,17
5	Bambú	40,70	170,12	19	Marañón	5,00	138,58
6	Baría	29,60	166,18	20	Nim	7,63	140,63
7	Bijáguara	17,04	149,69	21	Ocuje	77,19	210,59
8	Caoba antillana	17,84	150,97	22	Palma real	72,02	220,45
9	Caoba de Honduras	19,96	146,65	23	Roble blanco	79,03	212,30
10	Caoba híbrida	105,56	238,84	24	Roble sp.	79,63	220,98
11	Casuarina	41,65	186,71	25	Teca	23,78	152,30
12	Cedro	55,74	179,96	26	Uva caleta	34,01	171,34
13	Coco	187,50	264,16	27	Yarúa	18,05	155,56
14	Eucaliptus sp.	46,49	191,84	28	Otras especies	37,44	167,85

**Tabla 8.** Resultados de madera y carbono en los bosques naturales, por formación.

Formación	RM (m <sup>3</sup> /ha)	RC (tC/ha)
Cuabal	31,41	171,72
Manglar	45,29	215,61
Semicaducifolio sobre calizas	59,42	189,40

**Tabla 9.** Resultados de madera y carbono en los bosques naturales, por categoría.

Categoría	RM (m <sup>3</sup> /ha)	RC (tC/ha)
Protector Agua y Suelo	50,98	184,07
Protector del Litoral	45,29	215,61

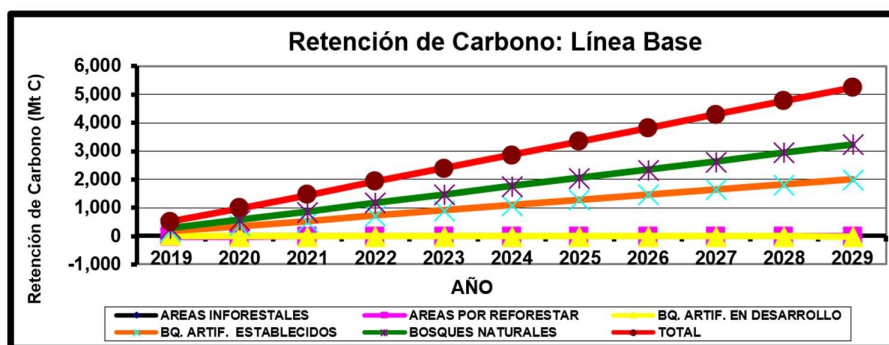


Figura 1. Línea base de carbono. Período 2019 - 2029.

Tabla 10. Línea base de retención de carbono y su composición por área (MtC).

Variables	Año				
	2019	2020	2021	2022	2023
Áreas inforestales	42,84	37,46	32,20	27,06	21,92
Área por reforestar	1,50	1,50	1,50	1,51	1,51
Bqs. artif. en desarrollo	12,63	9,08	5,52	1,97	1,84
Bqs. artif. establecidos	178,23	352,68	536,20	728,81	909,83
Bqs. naturales	275,92	574,92	873,20	1.170,67	1.467,34
<b>Línea base</b>	<b>511,11</b>	<b>975,63</b>	<b>1.448,63</b>	<b>1.930,02</b>	<b>2.402,44</b>

Tabla 10. (continuación).

Variables	Año					
	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Áreas inforestales	16,77	11,63	6,48	1,34	-3,80	-8,95
Área por reforestar	1,51	1,51	1,51	1,51	1,51	1,51
Bqs. artif. en desarrollo	1,71	1,58	1,45	1,31	1,18	1,05
Bqs. artif. establecidos	1.091,78	1.274,68	1.458,50	1.643,27	1.828,97	2.015,61
Bqs. naturales	1.763,21	2.058,26	2.352,51	2.645,96	2.938,59	3.230,42
<b>Línea base</b>	<b>2.874,98</b>	<b>3.347,65</b>	<b>3.820,45</b>	<b>4.293,39</b>	<b>4.766,45</b>	<b>5.239,64</b>

### Evaluación de las alternativas de mitigación

La Empresa solicitó la evaluación de ocho de las 10 alternativas de mitigación facilitadas por SUMFOR. La Tabla 11 presenta las condiciones bajo las cuales se realizaron los análisis, y la Tabla 12, los resultados obtenidos.

De las ocho alternativas evaluadas, todas lograron aumentos en la remoción de carbono con respecto a la línea base; sin embargo, el aumento del ICA en los bosques naturales no generó ingresos netos debido a sus elevados

costos de ejecución, por lo que no es una opción factible. Entre las restantes alternativas, destacan por sus resultados de mitigación y los ingresos netos que producen, el aumento del IMA en los bosques artificiales y otra opción vinculada al logro. No obstante, la primera alternativa tiene un periodo de recuperación de inversión superior a cinco años, mientras que la segunda requiere menos de dos meses.

En general, la Empresa debe evaluar cuidadosamente los resultados de cada alternativa, tanto en términos ambientales como económicos, y compararlos con su situación financiera antes de decidir cuál implementar.

**Tabla 11.** Condiciones iniciales de las alternativas seleccionadas

Alternativas evaluadas	Datos de partida							
	Valor actual		Variación (%)	Área atendida (ha/años)	Costo unitario		Periodo de Imp. (años)	Periodo de Cap.
	Valor	Unidad			Costo	Unidad		
Plan fomento	6,00	ha	+25,00		11.058,88	\$/ha	3	8
Logro	99,80	%	+0,10		11.187,79	\$/ha establecida	2	8
Bqs. artif. quemados	3,00	ha	-20,00		563,20	\$/ha protegida	10	0
Bqs. nat. quemados	2,00	ha	-20,00		614,40	\$/ha protegida	10	0
Otras talas bqs. artif.	4,80	m <sup>3</sup>	-5,00		230,00	\$/m <sup>3</sup> madera	10	0
Otras talas bqs. nat.	7,20	m <sup>3</sup>	-10,00		218,00	\$/m <sup>3</sup> madera	10	0
IMAbqs. artif.	3,00	m <sup>3</sup> /ha/año	+10,00	3,55	1.668,98	\$/ha	10	0
ICAbqs. nat.	2,50	m <sup>3</sup> /ha/año	+10,00	5,51	8.449,10	\$/ha	10	0

**Imp:** Implementación; **Cap:** capitalización

**Tabla 12.** Resultados de la evaluación de las alternativas de mitigación.

Alternativas	Mitigación En 10 años (tC)	Gasto Total (GT - \$)	Efic. Econ. (CP - \$/tCO <sub>2</sub> )	Ingreso bruto (IB - \$)	Ingreso Neto (IN - \$)
Aumento plan fomento	13.067,99	13.270,66	0,28	95.831,96	82.561,31
Aumento logro	20.541,65	67,13	0,00	150.638,78	150.571,66
Dism. bqs. artif. quemados	5.314,85	337,92	0,02	38.975,54	38.637,62
Dism. bqs. nat. quemados	4.655,25	245,76	0,01	34.138,52	33.892,76
Dism. otras talas bqs. artif.	99,64	55,20	0,15	730,69	675,49
Dism. otras talas bqs. nat.	151,82	156,96	0,28	1.113,36	956,40
Aumento IMA bqs. artif.	31.546,96	59.248,79	0,51	231.344,38	172.095,59
Aumento ICA bqs. nat.	61.983,43	465.545,41	2,05	454.545,13	<b>NO HAY</b>

**Tabla 12.** (continuación).

Alternativas	Relación GT/IB (G/P - \$/\$)	VAN (\$)	TIR (%)	TRI	
				Años	Meses
Aumento plan fomento	0,138	34.392,17	0,21	5	7
Aumento logro	0,000	88.523,70	76,28	0	1
Dism. bqs. artif. quemados	0,009	18.157,84	0,97	3	3
Dism. bqs. nat. quemados	0,007	15.951,15	1,04	3	2
Dism. otras talas bqs. artif.	0,076	347,17	0,46	3	7
Dism. otras talas bqs. nat.	0,141	484,76	0,30	4	0
Aumento IMA bqs. artif.	0,256	84.262,91	0,15	5	9
Aumento ICA bqs. nat.	1,024	-48.759,76	<b>NO PROCEDE</b>	<b>NO PROCEDE</b>	<b>NO PROCEDE</b>

## CONCLUSIONES

Las características mayoritariamente urbanas en las que se ubica el patrimonio forestal de la EAF Habana inciden en los rendimientos de madera y la retención de carbono de sus bosques, lo que genera diferencias importantes en comparación con el resto de las empresas del GAF.

La evaluación del manejo del patrimonio de la EAF Habana es consistente con el indicador de manejo forestal sostenible considerado, lo que fue respaldado por los resultados esperados a futuro bajo un escenario BAU.

De las ocho alternativas de mitigación evaluadas para la Empresa, una no es económicamente factible, mientras que las siete restantes obtuvieron resultados ambientales, económicos y financieros apropiados. Estos resultados proporcionan a la Empresa la información necesaria para tomar una decisión informada sobre las alternativas de mitigación a implementar.

## BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, A. (2017). Impactos y adaptación al cambio climático en el Sector Forestal Cubano: Sexta Aproximación (Instituto Investigaciones Agro-Forestales). Instituto de Investigaciones Agro-Forestales.
- Álvarez, A. & Mercadet, A. (2011). El sector forestal cubano y el cambio climático. Instituto Investigaciones Agro-Forestales.
- DFFFS. (2018). Dinámica Forestal Nacional (p. 10). Dirección Forestal, Flora, Fauna Silvestre. MINAG.
- Herrero, J. A. (2005). Criterios e indicadores de manejo forestal sostenible. Una visión de futuro (Agrinfor, p. 55). Ministerio de la Agricultura.
- INAF. (2013). Registro de carbono 2013 (p. 62). Instituto de Investigaciones Agro-Forestales.
- INAF. (2018). Reporte de carbono 2017 (p. 28). Instituto de Investigaciones Agro-Forestales.
- INAF. (2019). Reporte de carbono 2019 (p. 49). Instituto de Investigaciones Agro-Forestales.
- INSMET. (2009). Emisiones y Remociones de Gases de Efecto Invernadero: Reporte actualizado para el periodo 1990-2002 (p. 332). Instituto de Meteorología.
- INSMET. (2012a). Emisiones y Remociones de Gases de Efecto Invernadero en Cuba: Reporte para el año 2004 y actualización para el periodo 1990-2002 (p. 303). Instituto de Meteorología.
- INSMET. (2012b). Emisiones y Remociones de Gases de Efecto Invernadero: Reporte actualizado para el periodo 1990-2006 (p. 307). Instituto de Meteorología.
- INSMET. (2014). Emisiones y Remociones de Gases de Efecto Invernadero: Reporte actualizado para el periodo 1990-2008 (p. 344). Instituto de Meteorología.
- Mercadet, A., Álvarez, A., & Ajete, A. (2020). La Mitigación del Cambio Climático por el Sector Forestal Cubano (Instituto Investigaciones Agro-Forestales).
- MINAG. (2012). Proyecto de Política del Sector Forestal y de la Fauna Silvestre en Cuba (p. 19). Ministerio de la Agricultura.
- Naciones Unidas. (1990). Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático.
- Naciones Unidas. (2015). Aprobación del Acuerdo de París. 21er período de sesiones de la Conferencia de las Partes (p. 40).
- República de Cuba. (2001). Primera Comunicación Nacional a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (p. 166).
- República de Cuba. (2015a). Contribución Nacionalmente Determinada (p. 20).
- República de Cuba. (2015b). Segunda Comunicación Nacional a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (p. 228).
- República de Cuba. (2020). Tercera Comunicación Nacional a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático.
- Somoza, J. (2017). Mitigación: Experiencia en Cuba del Cambio Climático.
- Tarea Vida, P. de E. T. (2017). Enfrentamiento al cambio climático en la República de Cuba (p. 41). CITMA (Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente).