



LA REDUCCIÓN DE LA DEGRADACIÓN FORESTAL COMO ALTERNATIVA PARA LA MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN CUBA

FOREST DEGRADATION REDUCTION AS ALTERNATIVE OF CLIMATE CHANGE MITIGATION IN CUBA

ARNALDO F. ÁLVAREZ-BRITO^{1*}, ALICIA MERCADET-PORTILLO¹,
ARLETY AJETE-HERNÁNDEZ¹, YUNIOR ÁLVAREZ-GÓNGORA²,
MISLEIDY MORALES LEZCANO³, JOSÉ L. FIGUEREDO-FERNÁNDEZ²

¹Unidad de Ciencia y Técnica de Base Investigación e Innovación Tecnológica, La Habana, Cuba

²Unidad de Ciencia y Técnica de Base Guisa, Granma, Cuba, investigaciones@guisa.inaf.co.cu.

³Unidad de Ciencia y Técnica de Base Itabo, Matanzas, Cuba, itabo@forestales.co.cu.

*Autor para correspondencia: archie@forestales.co.cu

RESUMEN

La degradación forestal es la pérdida parcial de la capacidad de un bosque para proporcionar bienes y servicios ecológicos. La ganancia de carbono se refiere al proceso por el cual un ecosistema captura y almacena más carbono del que emite, contribuyendo así a la reducción del dióxido de carbono (CO₂) en la atmósfera. El objetivo del trabajo fue evaluar objetivamente los resultados esperados (en términos de ganancia de carbono) de varias alternativas de mitigación basadas en la modificación de la gestión técnica del patrimonio. Se evaluó el nivel de degradación existente en más de 10.000 hectáreas de bosques distribuidas en 32 áreas de trabajo y cinco provincias, con representación de patrimonios administrados por el sistema empresarial y por las áreas protegidas. Empleamos el sistema Ex Actlas para determinar las potencialidades que tiene la reducción de la degradación como vía para mitigar el cambio climático. Los resultados alcanzados se compararon con los obtenidos por una calculadora de carbono desarrollada nacionalmente y específica para el sector forestal. La degradación media estimada fue moderada, aunque menor en las áreas protegidas que en las empresariales. Los cambios en la gestión técnica del patrimonio forestal lograron una mayor mitigación que la obtenida mediante la disminución de la degradación. La ganancia de carbono es esencial en la lucha contra el cambio climático, ya que los ecosistemas que acumulan CO₂ actúan como sumideros de carbono, ayudando a mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero generadas por actividades humanas.

Palabras clave: Bosques, Degradación, Mitigación, Cambio climático

ABSTRACT

Forest degradation is the partial loss of a forest's capacity to provide ecological goods and services. Carbon gain refers to the process by which an ecosystem captures and stores more carbon than it emits, thus contributing to the reduction of carbon dioxide (CO₂) in the atmosphere. The objective of the work was to objectively evaluate the expected results (in terms of carbon gain) of various mitigation alternatives based on the modification of the technical management of the heritage. The level of degradation existing in more than 10,000 hectares of forests distributed in 32 work areas and five provinces was evaluated, with representation of heritages managed by the business system and by protected areas. We used the Ex Actlas system to determine the potential of reducing degradation as a way to mitigate climate change. The results obtained were compared with those obtained by a nationally developed carbon calculator specific to the forestry sector. The estimated average degradation was moderate, although lower in protected areas than in business areas. Changes in the technical management of forest assets achieved greater mitigation than that obtained by reducing degradation. Carbon gain is essential in the fight against climate change, since ecosystems that accumulate CO₂ act as carbon sinks, helping to mitigate greenhouse gas emissions generated by human activities.

Keywords: Forest, Degradation, Mitigation, Climate change

Recibido: 23/1/2023

Aceptado: 05/6/2023

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/>



INTRODUCCIÓN

La degradación forestal se refiere a la pérdida parcial de la capacidad de un bosque para proporcionar bienes y servicios ecológicos, como la regulación del clima, la conservación de la biodiversidad y la protección del suelo. A diferencia de la deforestación, que implica la eliminación completa del bosque, la degradación forestal ocurre cuando el ecosistema sufre alteraciones que no lo destruyen por completo pero sí disminuyen su funcionalidad. Estas alteraciones pueden incluir la tala selectiva, los incendios forestales, la introducción de especies invasoras, el pastoreo excesivo y los efectos del cambio climático. La degradación no solo afecta la capacidad de los bosques para almacenar carbono, sino que también pone en peligro la biodiversidad y las comunidades que dependen de estos ecosistemas (Simula, 2009).

En términos ecológicos, la ganancia de carbono se refiere al proceso por el cual un ecosistema, como un bosque, captura y almacena más carbono del que emite, contribuyendo así a la reducción del dióxido de carbono (CO₂) en la atmósfera. Esto se produce principalmente a través de la fotosíntesis, cuando las plantas absorben CO₂ para producir biomasa (troncos, hojas, raíces, etc.) y almacenan este carbono en su estructura (Nabuurs & Mohren, 1993).

Las investigaciones para determinar la cantidad de carbono almacenado en el patrimonio forestal (biomasa aérea y subterránea, necromasa y suelo) se iniciaron en Cuba en el año 2001. A partir de 2017, se añadió a ellas la evaluación de los resultados esperados de varias alternativas de mitigación basadas en la modificación de la gestión técnica del patrimonio. Actualmente la evaluación ha sido complementada con un análisis costo-beneficio para establecer la factibilidad económica-financiera de cada alternativa evaluada (Álvarez Brito et al., 2011; Mercadet et al., 2020).

La importancia de disminuir la degradación del bosque en Cuba y su incidencia sobre la capacidad sumidero, no fueron tomadas en consideración hasta 2018. Como

parte de la fundamentación del Proyecto “Incorporando consideraciones ambientales múltiples y sus implicaciones económicas, en el manejo de los paisajes, bosques y sectores productivos en Cuba” (ECOVALOR), fue necesario realizar una evaluación *ex ante* del componente forestal. Para este trabajo se empleó el sistema Ex Act (FAO, s. f., 2011, s.f.).

La ausencia en el país de una definición reconocida para el concepto *degradación forestal* y de una metodología para establecerla, motivó que la evaluación *ex ante* estuviera apoyada básicamente en las opiniones de grupos de expertos. En el trabajo se emplearon también los factores de emisión por defecto propuestos por el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático incluidos en el sistema Ex Act. Con estos antecedentes, nos propusimos realizar una investigación que permitiera evaluar objetivamente los resultados esperados (en términos de ganancia de carbono) de varias alternativas de mitigación basadas en la modificación de la gestión técnica del patrimonio.

MATERIALES Y MÉTODOS

Distribución y composición de los bosques evaluados

La investigación comprendió cuatro zonas de intervención con un total de 32 áreas de trabajo. La distribución y composición se muestran en la Figura 1 y en la Tabla 1.

Las categorías de bosque utilizadas fueron las establecidas por la Ley Forestal (República de Cuba, Ley Forestal, 1998). En cada área de trabajo se establecieron parcelas permanentes de muestreo de 500 m² (20 m x 25 m) a razón de una parcela por cada 50 ha. En cada una de ellas se evaluaron los indicadores de degradación (Tablas 2 y 3), con el empleo de la metodología propuesta (Álvarez, 2019).

Los criterios 6 y 8 (densidad) se refieren a la relación establecida entre el área basal total del área de trabajo y su altura promedio (MINAG, s. f.). Estas variables se calcularon a partir de la medición del diámetro (1,30 m sobre el suelo) y la altura total de todos los árboles con diámetro mayor a 6 cm de cada parcela.

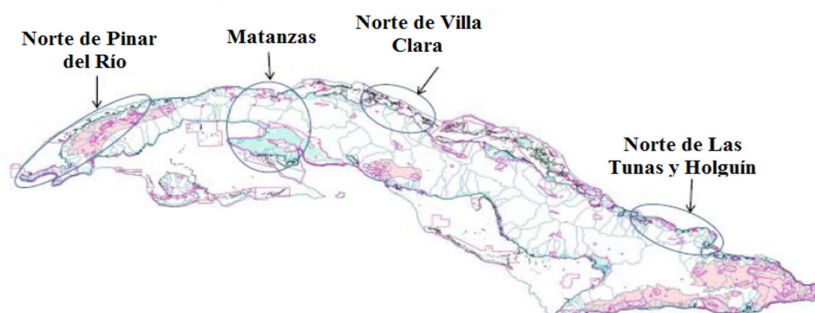


Figura 1. Zonas de intervención del Proyecto ECOVALOR (ECOVALOR, 2018).

Tabla 1. Caracterización de las áreas de intervención evaluadas.

Provincia	Categoría de manejo	Áreas de trabajo	Superficie total (ha)	Composición
Pinar del Río	Empresa	10	2500	Scf/c, Pn, Eu, Pc
	Área protegida	5	2794	Scf/c, Pn, Mg
Matanzas	Empresa	2	1238	Scf/c, Pc
	Área protegida	6	1451	Scf/c, Scf/md, Mg
Villa Clara	Empresa	0	0	-----
	Área protegida	3	1350	Scf/c, Mg
Las Tunas	Empresa	3	1000	Scf/c, Ll, Ce
	Área protegida	1	500	Scf/md
Holguín	Empresa	0	0	-----
	Área protegida	2	500	Scf/md, Mc
Total	Empresa	16	4738	Scf/c, Pn, Eu, Pc, Ll, Ce
	Área protegida	16	6095	Scf/c, Scf/md, Pn, Mc, Mg
	General	32	10833	Scf/c, Scf/md, Pn, Mc, Mg, Eu, Pc, Ll, Ce

Leyenda:

Bosques naturales (Bisse, 1988)

Mg - Manglar

Mc - Manigua costera

Scf/md - Semicaducifolio de mal drenaje

Scf/c - Semicaducifolio sobre calizas

Pn - Pinar

Bosques artificiales

Pc - Pino macho (*Pinus caribaea* Morelet var. *Caribaea* Barret & Golfari)

Eu - Eucalipto (*Eucalyptus* spp.)

Ll - Soplillo (*Lysilom alatisiliqua* L. Benth)

Ce - Casuarina (*Casuarina equisetifolia* Forst.)

Tabla 2. Criterios generales de degradación para bosques de cualquier categoría.

Nº	Criterio	Variable a medir
1	Afectación fitosanitaria (insectos y plagas)	árboles afectados (%)
2	Presencia de daños mecánicos	árboles afectados (%)
3	Invasión de especies espinosas (marabú, aroma, Weyler, maya)	área invadida (%)
4	Erosión del suelo	área afectada (%)
5	Afectación por incendio	superficie afectada (%) grado de afectación

La degradación de la parcela se hizo corresponder con el mayor nivel de degradación registrado entre todos sus indicadores y la degradación del área de trabajo fue calculada como el valor promedio de todas sus parcelas. La posible mitigación del nivel de degradación de cada parcela en una unidad fue calculada con la calculadora de carbono Ex Act v-8.6.3, preparada por (FAO, s. f., 2011, s.f.), mediante la utilización de los módulos 1 y 5 según las siguientes especificaciones:

Módulo 1 Descripción.

- *Nombre del proyecto:* Nombre del área de trabajo y número de la parcela.
- *Continente:* America Central.

- *Clima y Régimen de humedad:* Determinado a partir de los valores de temperatura y precipitación anual media, por regiones, según se presentan en la [Tabla 4](#).
- *Tipo de suelo regional:* Suelos de baja composición arcillosa - LAC (según la clasificación del IPCC usada por el sistema, que con respecto a la WRB 2006 incluye los Acrisoles, Antrosoles, Crisoles, Durisoles, Ferralsoles, Lixisoles, Nitrosiles, Planosoles, Plintsoles, Solonchak, Estagnosoles y Tecnosoles), excepto para las áreas de trabajo con manglares, donde se utilizó Suelo de Humedales (que con respecto a la WRB 2006 equivale a los Gleysoles).
- *Fase de implementación:* 3 años
- *Fase de capitalización:* 17 años.

Módulo 5 Manejo de la degradación forestal.

- Niveles de los factores de emisión (*Tier*).
- La escala por defecto de pérdida de biomasa debida al nivel de degradación utilizada por Ex Act, se modificó

mediante el empleo de los valores mostrados en la **Tabla 5**. Los factores de emisión por depósito usados por defecto fueron sustituidos por valores obtenidos nacionalmente o con la asesoría recibida se muestran en las **Tablas 6, 7 y 8**.

Tabla 3. Criterios específicos de degradación por categoría de bosque.

Nº	Criterio	Variable a medir
Bosques productores		
6	Densidad menor que 0,3 o mayor que 0,7	Tabla de densidades
7	Árboles de valor económico (solo aplicable en bosques naturales)	Cantidad de árboles de valor económico/parcela
Bosques protectores de aguas y suelo - Bosques protectores del litoral		
8	Densidad menor que 0,6 o mayor que 0,8	Tabla de densidades
9	Presencia de especies arbóreas exóticas	área ocupada (%)
Bosques manejo especial - Bosques protección/conservación de flora y fauna		
9	Presencia de especies arbóreas exóticas	área ocupada (%)
10	Evidencias de talas de explotación	árboles talados (%)
Bosques recreativos		
10	Evidencias de talas de explotación	árboles talados (%)
11	Especies vegetales que provoquen perjuicio a la salud humana	área ocupada/ha (%)

El nivel de degradación de cada criterio fue evaluado empleando la siguiente escala:

Nivel 0: Sin degradación.

Nivel 1: Degradación muy baja.

Nivel 2: Degradación baja.

Nivel 3: Degradación moderada.

Nivel 4: Degradación alta.

Nivel 5: Degradación extrema.

Tabla 4. Características climáticas de las regiones de ejecución del proyecto (Audeberg, 2019).

Nombre de la Región	Provincia	TAM ¹	PAM ²	ETP ³	Clima
Norte de Pinar del Río	Pinar del Río	24,9	1 353	1 541	Tropical húmedo
Provincia Matanzas	Matanzas	25,4	1 416	1 362	Tropical húmedo
Norte de Villa Clara	Villa Clara	25,2	1 518	1 531	Tropical húmedo
Norte de las Tunas	Las Tunas	26,1	978	1 626	Tropical seco
Norte de Holguín	Holguín	25,4	1 041	1 560	Tropical seco

¹Temperatura anual media (°C); ²Precipitación anual media (mm); ³Evapotranspiración potencial (mm).

Tabla 5. Pérdidas de biomasa por nivel de degradación (Audeberg, 2019).

Nivel de degradación	Biomasa perdida (%)
Ninguno (0)	0
Muy bajo (1)	10
Bajo (2)	19
Moderado (3)	29
Alto (4)	39
Extremo (5)	48

Tabla 6. Factores de emisión de Nivel 2 para los bosques artificiales, por especie.

Especie	Depósito de C		Factor (tC/ha)
<i>Pinus caribaea</i>	Biomasa ¹	aérea	67,544
		subterránea	13,532
	Suelo ²	Hojarasca ²	7,760
		Norte P. Río Matanzas	29,100
<i>Eucalyptus spp.</i>	Biomasa ¹	aérea	7,135
		subterránea	1,429
	Suelo ²	Hojarasca ²	7,760
		Norte P. Río	29,100
<i>Lysiloma latisiliqua</i>	Biomasa ¹	aérea	21,686
		subterránea	4,344
	Suelo ²	Hojarasca ²	7,760
		Norte Las Tunas	40,540
<i>Casuarina equisetifolia</i>	Biomasa ¹	aérea	55,927
		subterránea	11,204
	Suelo ²	Hojarasca ²	7,760
		Norte Las Tunas	40,540

¹ (INAF, 2019); ²(Audeberg, 2019)

Datos de entrada solicitados

- Tipo de vegetación que será degradada.

En el caso de las EAF, tanto los bosques artificiales como los naturales son objeto de manejo silvícola, por lo que fueron clasificados como *Plantation Zone 2*.

Ningún área protegida manejó bosques artificiales

En el Área Protegida de Recursos Manejados Mil Cumbres y las Áreas Protegidas Guanahacabibes, Viñales, Río Canimar, Cayo Sta. María y Bahía N. Grandes-La Isleta, sus bosques naturales se consideraron no manejados y todos se clasificaron como *Forest Zone 2*.

Los bosques naturales de las Áreas Protegidas Llanillo-Pajonal-Fragoso y Las Picuas-Cayos del Cristo fueron consideradas como no manejadas y se clasificaron como *Mangrove* (Manglar).

- Nivel de degradación de la vegetación, antes de iniciar el proyecto de manejo.

Es un valor comprendido entre 0 (no hay) a 5 (extrema), que depende del valor de degradación general de la parcela.

- Nivel de degradación de la vegetación al final del tiempo previsto, sin proyecto de manejo.

Es un valor que supera en una unidad al reportado antes de iniciar el proyecto de manejo.

- Nivel de degradación de la vegetación al final del tiempo previsto, con proyecto de manejo.

Es un valor inferior en una unidad al reportado antes de iniciar el proyecto de manejo.

- Frecuencia y severidad de los incendios:

Se asumió la no ocurrencia de ellos, según lo planteado por (PNUD, 2017).

- Superficie del proyecto de manejo (tomada de la Tabla 8).

Las parcelas de los bosques artificiales fueron procesadas por especie y las de los bosques naturales por formación, debido a que tienen valores diferentes de Nivel 2 para la biomasa aérea y subterránea, así como para el suelo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos por el sistema para cada parcela incluyeron:

- Emisiones totales sin y con proyecto de manejo (tCO₂e);
- Balance de emisiones entre los resultados sin y con proyecto de manejo (tCO₂e);
- Niveles de incertidumbre de los resultados (%) con y sin proyecto de manejo, para los flujos brutos y para el balance neto.

Tabla 7. Factores de emisión de Nivel 2 para los bosques naturales.

Formación	Depósito de C	Factor (tC/ha)	
		Empresas	Áreas protegidas
Semicaducifolio sobre calizas	Biomasa ¹	aérea	53,584
		subterránea	10,735
	Hojarasca ²		6.710
			6.710
	Suelo ²	Norte P. Río	29,100
		Norte Matanzas	42,010
		Sur Matanzas	-----
		Norte Villa Clara	42,010
Pinar (Cuba occidental)	Biomasa ¹	Norte Las Tunas	46,030
			40,540
	aérea		97,587
			94,854
	subterránea		19,550
			21,832
	Hojarasca ²		6,710
			6,710
Manglar	Suelo ²	Norte P. Río	29,100
			29,100
	Biomasa ¹	aérea	64,232
			32,048
	subterránea		12,868
			15,692
	Hojarasca ²		6,710
			6,710
Semicaducifolio de mal drenaje	Suelo ²	Norte Pinar Río	153,00
		Norte Matanzas	29,100
	Biomasa ¹	Sur Matanzas	-----
		Norte Villa Clara	42,010
	aérea	Norte Holguín	-----
			46,030
	subterránea		34,600
			28,451
Manigua costera	Hojarasca ²		6,548
			6,710
	Suelo ²	Sur Matanzas	-----
		Norte Las Tunas	42,010
	Biomasa ¹	Norte Holguín	-----
			40,540
	aérea		34,600
			44,897
	subterránea		-----
			13,697
	Hojarasca ²		-----
			6,710
	Suelo ²	Norte Holguín	-----
			34,600

¹ (INAF, 2019); ²(Audeberg, 2019)

Niveles y causas de la degradación

Los resultados alcanzados con las evaluaciones de la degradación existente en las áreas de trabajo son presentados en la **Tabla 8**.

Las áreas bajo gestión empresarial presentaron un nivel medio de degradación que fue el doble de grave que en las áreas gestionadas como protegidas. Este resultado evidencia la necesidad de elevar el grado de atención prestado al patrimonio forestal administrado por el sistema empresarial. Los bosques gestionados por las empresas solo presentaron cinco causas principales de degradación, mientras que en los administrados por las áreas protegidas fueron identificados

ocho causas de degradación diferentes. Tres de ellas no fueron informadas para los bosques atendidos por las empresas.

De las ocho causas principales de degradación, los daños mecánicos a consecuencia de los ciclones tropicales fueron informados por el 71 % de las entidades, las plagas el 57 %, la tala ilícita el 42 % y la presencia de especies exóticas invasoras el 42 %. Las afectaciones por incendios forestales y por erosión del suelo fueron las menos frecuentes (14 y 21 % de las entidades, respectivamente). elementos que criterios para la toma de decisiones sobre hacia dónde orientar los manejos del bosque que permitan disminuir los niveles de degradación existentes.

Tabla 8. Niveles de degradación registrados y sus causas principales.

Provincia	Categoría de manejo	Entidad	Nivel de Degradación	Causas de la Degradación
Pinar del Río	Empresa	Guanahacabibes	5	1 2
		Macurije	4	3 4
		La Palma	5	1
	Área protegida	Mil Cumbres	4	4 5 6
		Guanahacabibes	2	2 6
		Viñales	1	1 5 6
		Los Pretiles	2	5 6 7
Matanzas	Empresa	Matanzas	5	2 3
		C. Zapata	2	2 5 6
	Área protegida	Varahicacos	2	1 3 5 8
		Río Canímar	4	2 6
Villa Clara	Área protegida	Cayo Sta. María	2	5
		Lanzanillo Pajonal Frágoso	1	5 7
		Las Picúas Cayos del Cristo	1	1 5
Las Tunas	Empresa	Las Tunas	1	1 3 6
		Bahía N. Grandes La Isleta	1	5 6
Holguín	Área protegida	Caletones	2	4 5
Empresas			4	1 2 3 4 6
Áreas protegidas			2	1 2 3 4 5 6 7 8
GENERAL			3	1 2 3 4 5 6 7 8

Degradación: 1 - Muy baja; 2 - Baja; 3 - Moderada; 4 - Alta

Causas de la degradación: 1-Tala ilícita; 2-Sotobosque espinoso; 3-Alta densidad; 4-Erosión del suelo; 5-Daños mecánicos; 6-Plagas; 7-Incendios; 8-Especies exóticas invasoras

Previamente en Cuba no se habían realizado evaluaciones sobre el estado de degradación de los bosques, término que además no había sido conceptualizado ni definido una metodología para su evaluación, razones por las cuales no resulta posible establecer un análisis comparativo al respecto. Internacionalmente las preocupaciones relacionadas con una adecuada definición de los términos Bosque y Bosque Degradado cobraron especial importancia entre los años 2007-2008 y los resultados derivados de los esfuerzos realizados en tal sentido comenzaron a presentarse a partir del año 2009.

A principios de 2009, un especialista del Servicio de Información Forestal de EUA, preparó para la FAO un documento titulado *¿Qué es un bosque degradado?*, en el que fueron revisadas las diversas definiciones publicadas sobre degradación forestal y sobre bosque degradado (Lund, 2009), mientras que (Sasaki & Putz, 2009), de las universidades de Harvard y Florida respectivamente, publicaron el artículo titulado *Necesidad crítica de nuevas*

definiciones de “bosque” y de “degradación forestal” en los acuerdos globales de cambio climático y a fines de ese mismo año (Simula, 2009) preparó para la FAO un informe en el que señaló: “...Solo un tercio de los 45 países evaluados ha desarrollado una definición nacional de degradación de bosque. [...] Algunos países han evaluado la degradación sin una definición desarrollada o explícita. [...] En general, la revisión de las definiciones existentes muestra que muchas de estas, han sido utilizadas ya sea de manera muy general o su enfoque ha estado basado en la reducción de la productividad, de la biomasa y de la biodiversidad”.

En general, hasta la actualidad esta situación no ha presentado cambios sustanciales, lo que es aún más acentuado en los países en vías de desarrollo y en especial en los pequeños estados insulares como es el caso de Cuba, lo que limita de manera importante una valoración comparativa de estos resultados.

Tabla 9. Resultados esperables de las remoción de carbono en un plazo de 20 años.

Provincia	Categoría de manejo	Entidad	Emisiones sinproyecto (tCO ₂ e)	Remociones conproyecto (tCO ₂ e)	Ganancia	
					(tCO ₂ e)	(tCO ₂ /ha/a)
Pinar del Río	Empresa	Guanahacabibes	0	-24.813	-24.813	-1,24
		Macurije	9.253	-38.350	-47.603	-2,49
		La Palma	0	-16.879	-16.879	-1,69
	Área protegida	Mil Cumbres	0	-16.879	-16.879	-3,58
		Guanahacabibes	19.055	-37.764	-56.820	-4,61
		Viñales	23.163	-22.922	-46.086	-4,58
		Los Pretiles	22.471	-0.589	-43.061	-4,31
Matanzas	Empresa	Matanzas	5.070	-37.715	-42.785	-1,73
		C. Zapata	33.441	-36.705	-70.145	-3,51
	Área protegida	Varahicacos	7.765	-14.312	-22.076	-10,98
		o Canímar	9.722	-16.784	-26.506	-3,79
Villa Clara	Área protegida	Cayo Sta. María	17.448	-17.671	-35.119	-5,02
		Lanzanillo Pajonal Fragoso	14.896	-15.213	-30.110	-3,01
		Las Picúas Cayos del Cristo	15.213	-7.765	-22.978	-2,30
Las Tunas	Empresa	Las Tunas	25.825	-12.495	-38.322	-1,92
		Bahía N. Grandes La Isleta	17.980	-16.504	-34.485	-3,45
Holguín	Área protegida	Caletones	27.538	-25.869	-53.407	-5,34
Subtotal Empresas			40.148	-132.410	-172.560	-1,82
Subtotal Áreas protegidas			230.649	-255.985	-486.637	-3,99
TOTAL			270.797	-388.395	-659.197	-3,04

Efectos de la reducción de la degradación sobre la remoción de CO₂ atmosférico

El área protegida Varahicacos, en Matanzas, alcanzará las mayores remociones relativas de CO₂ al final del periodo de capitalización con un valor superior a las 10,98 tCO₂e/ha/a, mientras que la Empresa Guanahacabibes, en Pinar del Río, presenta valores inferiores a 1,24 tCO₂e/ha/a (Tabla 9). Estos valores son coherentes con los resultados generales, en los que las áreas protegidas casi duplicarán los valores esperados de las empresas agroforestales evaluadas. En términos generales, se espera que el patrimonio forestal en su totalidad mitigue unas 660.000 tCO₂e, con un valor relativo de 3,04 tCO₂e/ha/a.

En Cuba no se han realizado evaluaciones con la metodología de Ex Act. Sin embargo, se cuenta con resultados obtenidos mediante una calculadora de carbono desarrollada en el país y específica para el sector forestal: SUMFOR v-4.01 (Mercadet et al., 2020). Al igual que en Ex Act, esta herramienta utiliza modelos lineales para las estimaciones y permite determinar los valores actuales y

esperados de retención de carbono en un plazo de 10 años. También se evalúan los efectos de hasta 10 alternativas de mitigación, basadas en modificaciones de la gestión técnica del patrimonio forestal administrado, en comparación con los valores actuales reportados por el administrador.

A cinco empresas agroforestales se les ha evaluado entre tres y ocho alternativas diferentes de mitigación (INAF, 2019). Los resultados se observan en la Tabla 10. La comparación de las Tablas 9 y 10 en cuanto a las ganancias relativas esperadas por hectárea y año, una vez iniciados los proyectos de mitigación, evidencia que, con la única excepción de la reducción de incendios en la EAF P. Río, para todas las demás alternativas basadas en cambios en la gestión técnica del patrimonio se espera obtener mayores resultados que los estimados como respuesta a la disminución de la degradación forestal.

Proyectos internacionales financiados por el Fondo Verde del Clima, que incluyen acciones de mitigación basadas en el patrimonio forestal, generalmente se centran en el cambio en el uso del suelo, mediante la reforestación y la aplicación de sistemas agroforestales, o una combinación

Tabla 10. Mitigación esperable por la modificación de la gestión técnica del patrimonio.

Empresa	Alternativas de mitigación con ganancia mínima y máxima	Ganancia 20 años (tCO ₂ /ha/a)
Pinar del Río	Disminuir 10 % de los BA quemados	-0,35
	Aumentar 5 % el IMA en BA	-10,83
Costa Sur	Aumentar 3 % el ICA en BN	-24,49
	Disminuir 20 % las talas selectivas en BN	-25,25
Mayabeque	Aumentar 20 % el plan de fomento	-15,06
	Aumentar 10 % el ICA en BN	-20,17
Matanzas	Aumentar 5 % el logro	-11,77
	Aumentar 1 % el IMA en BA	-15,75
Villa Clara	Disminuir 3 % talas rasas en BA	-34,20
	Aumentar 10 % el logro	-36,17

BA-Bosques artificiales; BN-Bosques naturales

IMA-Incremento medio anual; ICA-Incremento corriente anual

de ambos. Por este motivo, los resultados obtenidos por IRES (Proyecto de mayor resiliencia climática de hogares y comunidades rurales mediante la rehabilitación de paisajes agroforestales productivos seleccionados), así como los ejemplos desarrollados como estudios de caso para la aplicación de Ex Act, no son comparables con los resultados aquí presentados.

CONCLUSIONES

Los daños mecánicos provocados por los ciclones tropicales, las plagas, la tala ilícita y la presencia de especies exóticas invasoras, son las causas más comunes de la degradación moderada detectada en los bosques evaluados según la metodología propuesta.

La degradación forestal en las áreas gestionadas por las empresas forestales duplica el de las áreas protegidas.

La evaluación y reducción de la degradación forestal en los bosques cubanos constituye una alternativa adicional para la mitigación del cambio climático, aunque sus potencialidades no alcanzan los resultados esperados de las acciones basadas en cambios en la gestión técnica del patrimonio.

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, A. (2019). *Evaluación de la degradación de los bosques en Cuba* (p. 9). Instituto Investigaciones Agro-Forestales.
- Álvarez Brito, A., Mercadet Portillo, A., & y col. (2011). *El sector forestal cubano y el cambio climático*. Instituto Investigaciones Agro-Forestales.
- Audeberg, P. (2019). *Consultoría sobre el uso de Ex-Act realizada al proyecto ECOVALOR* (p. 23).
- ECOVALOR. (2018). *Formulario de Identificación de Proyectos del GEF. Taller de Inicio*. 28.
- FAO. (s.f.). *Guía Rápida de EX-ACT-Spanish version*. Recuperado 3 de octubre de 2024, de https://www.fao.org/fileadmin/templates/ex_act/pdf/Technical_guidelines/Gu%C3%ADa_R%C3%A1pida_de_EX-ACT-Spanish_version.pdf
- FAO. (2011). *EX-Ante Carbon-balance Tool (EX-ACT): Technical Guidelines for Version 3 | Policy Commons*. <https://policycommons.net/artifacts/2061842/ex-ante-carbon-balance-tool-ex-act/2814933/>
- FAO. (s.f.). *Ex-Act User Manual*. <https://www.google.com/search?q=Ex-Act+User+Manual&oq=Ex-Act+User+Manual&aqs=chrome..69i57j69i60.656j0j15&sourceid=chrome&ie=UTF-8>
- GEF. (2016). *Formulario de Identificación del Proyecto: GEF-4029; PNUD-5760*.
- INAF. (2019). *Sistema MRMV-GAF. Reporte 2019* (p. 27).
- Lund, H. G. (2009). What is a degraded forest. Gainesville, VA. USA: Forest Information Services, 1-39. https://www.researchgate.net/profile/Gyde-Lund/publication/280921178_What_is_a_degraded_forest/links/55cb3b4d08aebc967dfcadb2/What-is-a-degraded-forest
- Mercadet, A., Álvarez, A., & Ajete, A. (2020). *La Mitigación del Cambio Climático por el Sector Forestal Cubano* (Instituto Investigaciones Agro-Forestales).
- MINAG. (s.f.). *Norma Ramal 595. Tratamientos silviculturales y raleos*.
- Nabuurs, G. J., & Mohren, G. M. J. (1993). *Carbon fixation through forestation activities. A study of the carbon sequestration potential of selected forest types, commissioned by the FACE Foundation*. IBN Natural

- resource report 93/4. FACE. Institute for Forestry and Nature Research (IBN-DLO).
- PNUD. (2017, diciembre). *Documento de Proyecto*.
- República de Cuba. Ley Forestal, No. 85, Asamblea Nacional del Poder Popular (1998). Palacio de las Convenciones
- Sasaki, N., & Putz, F. E. (2009). Critical need for new definitions of “forest” and “forest degradation” in global climate change agreements. *Conservation Letters*, 2(5), 226-232. <https://doi.org/10.1111/j.1755-263X.2009.00067.x>
- Simula, M. (2009). *Hacia una Definición de Degradación de los Bosques: Análisis Comparativo de las Definiciones Existentes* (Documento de trabajo No. 154; p. 54). FAO. Disponible en: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/6ee180aa-1858-41aa-991a-141fd54c7364/content>.