



IMPACTO DEL AUMENTO DEL NIVEL MEDIO DEL MAR EN EL PATRIMONIO FORESTAL DE LA EMPRESA AGROFORESTAL GUANAHACABIBES

IMPACT OF THE INCREASE OF THE HALF LEVEL THE SEA IN THE FOREST SECTOR OF THE GUANAHACABIBES AGROFORESTRY ENTERPRISE

ARLETY AJETE-HERNÁNDEZ^{1*}, CARIDAD PALACIO-VÁZQUEZ²,
LEONEL NÚÑEZ-MARTÍNEZ², SARAY MEDEROS-GÓMEZ²

¹Instituto Investigaciones Agro-Forestales, La Habana, Cuba.

²Empresa Agroforestal Guanahacabibes, Pinar del Río, Cuba.

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

RESUMEN

El aumento del nivel medio del mar (NMM) representa una amenaza crítica para los ecosistemas costeros, especialmente en regiones vulnerables como Cuba. Este estudio evaluó el impacto del aumento del NMM en el patrimonio forestal de la empresa agroforestal (EAF) Guanahacabibes, ubicada en Pinar del Río, Cuba. Utilizando el escenario de emisiones A1C y una proyección de 85 cm de aumento del NMM para 2100, se analizaron las afectaciones en tres unidades silvícolas (US): El Valle, La Fe y Cortés. Los resultados mostraron que 4.461,98 hectáreas (4,10 % del patrimonio) y 238.656 m³ de madera (2,88 % del volumen total) se perderían debido a la inundación, con mayores impactos en los manglares y bosques costeros. Las US El Valle y La Fe serían las más afectadas, con pérdidas significativas de especies como *Rhizophora mangle* y *Avicennia nitida*. Además, se estimaron pérdidas económicas superiores a 10 millones de CUP y la liberación de CO₂ por la descomposición de la biomasa. Se propusieron medidas de adaptación, como reforestación con especies tolerantes a la salinidad, monitoreo costero y suspensión del aprovechamiento maderable en zonas vulnerables. Estas acciones son esenciales para mitigar los impactos y conservar la biodiversidad forestal frente al cambio climático.

Palabras clave: manglares, salinidad, adaptación, biodiversidad, CO₂

ABSTRACT

Mean sea level (MSL) rise poses a critical threat to coastal ecosystems, especially in vulnerable regions such as Cuba. This study assessed the impact of rising MSL on the forest assets of the Guanahacabibes Agroforestry Enterprise (EAF), located in Pinar del Río, Cuba. Using the A1C emissions scenario and a projected 85 cm MSL increase by 2100, the impacts were analyzed in three silvicultural units (SU): El Valle, La Fe, and Cortés. The results showed that 4,461.98 hectares (4.10% of the asset) and 238,656 m³ of wood (2.88% of the total volume) would be lost due to flooding, with the greatest impacts on mangroves and coastal forests. The El Valle and La Fe would be the most affected, with significant losses of species such as *Rhizophora mangle* and *Avicennia nitida*. Furthermore, economic losses exceeding 10 million CUP and the release of CO₂ from biomass decomposition were estimated. Adaptation measures were proposed, such as reforestation with salinity-tolerant species, coastal monitoring, and the suspension of timber harvesting in vulnerable areas. These actions are essential to mitigate the impacts and conserve forest biodiversity in the face of climate change.

Keywords: mangroves, salinity, adaptation, biodiversity, CO₂

INTRODUCCIÓN

Schellnhuber et al. (2012) destacaron que el efecto más significativo del incremento de la temperatura global en los pequeños estados insulares es el aumento del nivel medio del

mar (NMM). Este fenómeno tendrá graves implicaciones, y según AMA (2010), en el caso de Cuba, representa la principal amenaza del cambio climático. Se estima que, para el año 2050, la superficie emergida en zonas bajas disminuirá en un 2,31 %, y para finales del siglo, esta reducción alcanzará el 5,44 %.

Recibido: 17/1/2021

Aceptado: 24/3/2021



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/>



En 2008, el Consejo de Ministros de Cuba aprobó los resultados del macroproyecto ejecutado por el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA) sobre el aumento del NMM. Además, se acordó que cada organismo de la administración central del Estado (OACE) debía preparar su correspondiente Programa de Enfrentamiento al Cambio Climático (PECC). En estos programas, las medidas de adaptación a este impacto deben estar incluidas de manera prioritaria.

El impacto del aumento del NMM ha sido ampliamente estudiado en el sector forestal cubano. Entre los trabajos más relevantes se encuentran los de Álvarez et al. (2011), Ortiz (2008), Caballero (2010), Álvarez & Álvarez (2011) y Ajete (2014). Estos estudios coinciden en señalar la pérdida total de las áreas que podrían inundarse en cada escenario analizado.

Por los antecedentes expuestos, este estudio tiene como objetivo evaluar el impacto del aumento del NMM en el patrimonio forestal de la Empresa Agroforestal (EAF) Guanahacabibes.

MATERIALES Y MÉTODOS

La EAF Guanahacabibes se localiza en el extremo occidental de Cuba, abarca gran parte del municipio Sandino, en la provincia de Pinar del Río. Su ubicación geográfica se sitúa entre los 22°30' N-85°00' W y los 23°15' N-84°00' W. Limita al norte con el municipio Mantua y el Golfo de Guanahacabibes, al sur con el Mar Caribe, al este con el municipio Guane y la Ensenada de Cortés, y al oeste con el Canal de Yucatán (Figura 1). El manejo del territorio se realiza mediante la subdivisión en tres Unidades Silvícolas (US): El Valle, La Fe y Cortés (EAF, 2017).

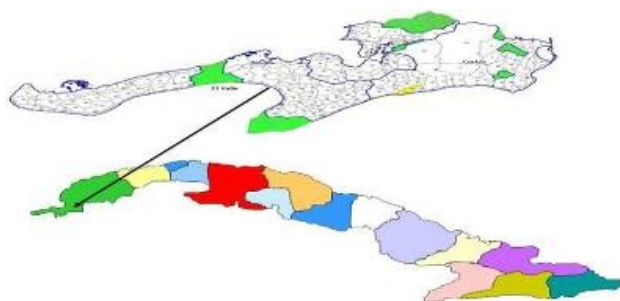


Figura 1. Ubicación EAF Guanahacabibes.

Según Álvarez et al. (1998), el clima de la región es tropical marítimo. Debido a su posición geográfica, la península se encuentra entre las zonas de Cuba más afectadas por huracanes durante la temporada ciclónica. Las precipitaciones se originan por condiciones típicas del verano, frentes fríos invernales y huracanes tropicales, con dos períodos claramente diferenciados: uno lluvioso, de mayo a octubre, y otro menos lluvioso, de noviembre a abril. El promedio

histórico anual de lluvia acumulada es de 1.423 mm. La temperatura media anual es de 25,9 °C, con los meses más fríos entre diciembre y febrero, y los más cálidos entre junio y agosto. La humedad relativa del aire tiene una media anual del 81,0 %, y los vientos predominantes son del este, con una velocidad media anual de 3,7 m/s. El relieve es llano, resultado de procesos marinos y fluvio-marinos durante el período Cuaternario, favorecido por la acción conjunta de procesos exógenos y endógenos. En el territorio de la empresa se encuentran varios tipos de suelos: Suelo Calizo Rojo, Suelo Arenoso, Piedra Hueca, Ciénaga Costera, Ciénaga Interior y Piedra Hueca Reciente (Hernández et al., 1999).

En cuanto a la hidrología, el territorio se divide en tres zonas bien diferenciadas. La Zona 1 es una franja larga y estrecha que se extiende desde el Cabo de San Antonio hasta el Veral, compuesta por caliza cársica que forma el "diente de perro". La Zona 2 abarca desde La Bajada hasta La Jaula y El Valle, donde las aguas presentan salinización. La Zona 3 corresponde al istmo, donde se localizan grandes lagunas, conocida como la zona de Algodonal (A. Álvarez et al., 1998).

El área de estudio comprendió toda la zona costera de tres de sus cuatro lados (norte, sur y oeste), en contacto con las aguas del Mar Caribe, donde se ubica el patrimonio forestal de la empresa. Esta área incluye las tres Unidades Silvícolas (US). La información detallada sobre los lotes del patrimonio forestal fue proporcionada por la empresa (EAF, 2017).

El análisis de los impactos esperables por el aumento del NMM se basó en el escenario de emisiones de gases de efecto invernadero A1C (Nakicenovic et al., 2000), considerando una sensibilidad climática alta (4,2 °C). Se utilizaron las proyecciones de aumento del NMM para Cuba entre 2030 y 2100, generadas por el Modelo MAGICC/SCENGEN, Versión 4.1, según lo informado por Salas (2008). Para el estudio, se empleó el mapa de proyección de la penetración del mar elaborado por la Agencia de Medio Ambiente (AMA) en el marco del Macroproyecto (AMA, 2010). Se seleccionó el valor de penetración del mar de 85 cm, por representar el escenario de mayor impacto (Figura 2). Los resultados obtenidos se analizaron tanto cualitativa como cuantitativamente, por lotes y por Unidades Silvícolas (US).

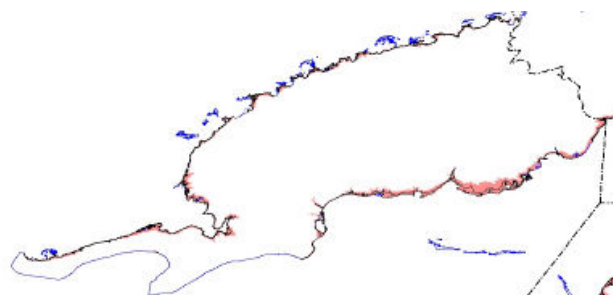


Figura 2. Zonas de inundación permanente para el 2100 para 85 cm (AMA, 2010).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis cualitativo del aumento del Nivel Medio del Mar (NMM) reveló los resultados presentados en las Figuras 3 y 4. En el patrimonio forestal administrado por la EAF Guanahacabibes, que incluye áreas de la Unidad Silvícola (US) El Valle, se prevé que cinco de los 101 lotes serán afectados parcialmente, mientras que 96 lotes no sufrirán impactos. En la US Cortés, dos de los 64 lotes experimentarán afectaciones parciales, y 62 lotes permanecerán sin alteraciones.

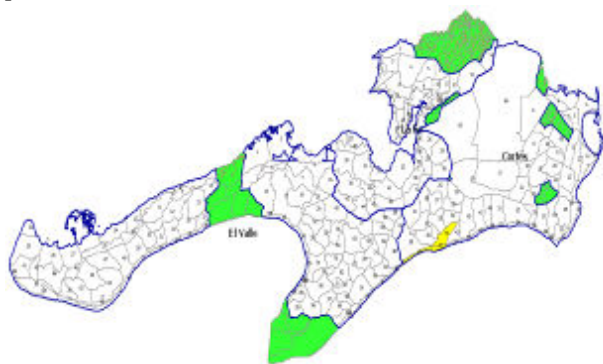


Figura 3. Distribución de los lotes de las diferentes US de la EAF Guanahacabibes

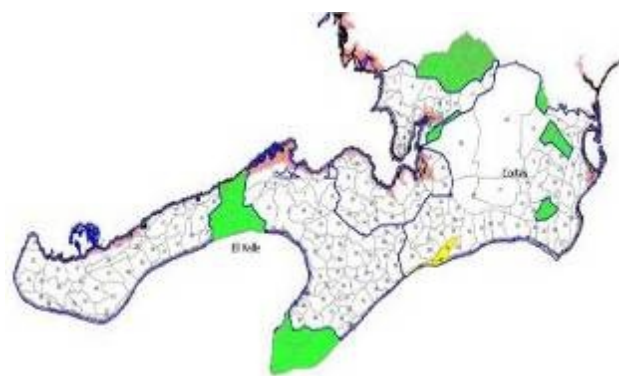


Figura 4. Impacto del aumento del NMM en 2100

En la US La Fe, 12 de los 46 lotes se verán afectados, de los cuales ocho sufrirán impactos parciales, y 34 lotes no presentarán afectaciones (Tabla 1). De cumplirse el escenario proyectado, la mayor parte de la superficie y las existencias de madera en los lotes costeros de la empresa quedarán expuestas a la penetración del mar. Las áreas más afectadas serán la costa norte y los bosques costeros de las US El Valle y La Fe, mientras que en la US Cortés los impactos se concentrarán en la costa sur. Si los bosques logran adaptarse a la velocidad de la penetración del mar, su distribución espacial y composición de especies a fines del siglo serán significativamente diferentes a las actuales.

En términos cuantitativos, el aumento del NMM provocará la pérdida por inundación de 4.461,98 hectáreas (4,10 % del total) del patrimonio de la EAF Guanahacabibes para el año 2100. Esto conllevará la muerte de los bosques existentes, lo que equivale a la pérdida de 238.656,00 m³ de madera, lo que representa el 2,88 % de las existencias totales (Tabla 2).

Los resultados indican que las áreas más afectadas serán aquellas categorizadas como protectoras del litoral dentro de la Formación Manglar. Los detalles de los impactos esperados por US y lote, en términos de superficie y volumen de madera en pie, se presentan en la Tabla 3.

La superficie que será cubierta por el mar está compuesta principalmente por bosques naturales, seguidos por áreas inforestales, plantaciones establecidas y plantaciones jóvenes. Estas áreas se clasifican en su mayoría como protectoras del litoral dentro de la Formación Manglar. Como en el resto del país, el ecosistema de manglar, principal formación boscosa afectada, está compuesto por cuatro especies arbóreas: *Rhizophora mangle* L. (mangle rojo), *Avicennia nitida* Jacq. (mangle prieto), *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn. (patabán) y *Conocarpus erectus* L. (yana).

La elevación del nivel del mar en 85 cm, prevista para 2100, resultará en una penetración relativamente leve, pero con impactos negativos significativos para *Rhizophora mangle* L. También se verán afectadas *Avicennia nitida* Jacq. y *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn., mientras que *Conocarpus erectus* L. experimentará impactos menores.

Tabla 1. Lotes que se afectarán por concepto de penetración del mar estimada (Escenario 2100).

US	Lotes que se afectarán por la penetración del mar estimada (Escenario 2100).					
	Total de lotes al 100 %	Lotes afectados al 100 %	Total de lotes parcial	Lotes afectados parcialmente	Total de lotes no afectados	Lotes no afectados
El Valle (101 lotes)	--	--	5	1-3, 22, 24	96	4-8, 9-21, 23, 25-101
Cortés (64 lotes)	--	--	2	3, 14	62	1, 2, 4-13, 15-64
La Fe (46 lotes)	4	24, 25, 34, 37	8	17, 23, 26-28, 32, 33, 35	34	1-16, 18-22, 29-1, 36, 38-46

Sin embargo, los efectos negativos se intensificarán si aumentan los niveles de salinidad, lo que afectará a las cuatro especies de mangle.

Además de los manglares, otras áreas del interior de las formaciones semicaducifolias también sufrirán impactos negativos. Especies como *Metopium toxiferum* (L.) Krug &

Urb (guao de costa), *Pithecellobium obovale* (A. Rich.) Wr. (abey blanco), *Eugenia floribunda* H. West ex Willd (mije), *Anacardium occidentale* L. (marañón), *Oxandra lanceolata* (Sw) Baill. (yaya), *Calophyllum antillanum* Britt. (ocuje) y *Pithecellobium lentiscifolium* (A. Rich.) Wr. (humo) se verán afectadas.

Tabla 2. Afectaciones esperables en superficie y volumen de madera por US debido al aumento del NMM.

US	Existencia según Proyecto de Ordenación		Afectaciones futuras		Área no afectada	
	Área Total (ha)	Volumen (m³)	Área Total (ha)	Volumen (m³)	Área Total (ha)	Volumen (m³)
El Valle	64 761,95	5 683 705,80	2 001,18	108 991,27	62 760,77	5 574 714,53
La Fe	20 954,79	1 311 974,80	1 786,33	95 840,12	19 168,46	1 216 134,69
Cortés	23 240,38	1 304 658,60	674,47	33 824,62	22 565,91	1 270 833,98
TOTAL	108 957,12	8 300 339,20	4 461,98	238 656,00	104 495,14	8 061 683,20

Tabla 3. Impactos esperables del aumento del nivel del mar

US	Lote	% de afectación	Formación Boscosa *	Volumen Total (m³)	Volumen Afectado (m³)	Área (ha)	Área afectada (ha)	Categoría **	Especie ***
El Valle	1	33,3	Mg	91 765,70	30 588,57	1 498,14	499,38	PtLit	Rm,Lr,Ce
	2	50	Mg	81 404,60	40 702,30	1 550,31	775,16	PtLit	Rm, An, Lr,Ce
	3	50	Mg	46 701,20	23 350,60	898,62	449,31	PtLit	Rm, Lr,An
	22	20	Mg	25 708,30	5 141,7	588,47	117,7	PtLit	An,Ce, Rm,Lr
	24	20	Mg	46 040,70	9 208,1	798,19	159,6	PtLit	An,Ce,Lr
Cortés	3	25	Mg,Scf-md	29 830,00	7 457,50	861,27	215,32	PtCnvF	An,Lr
	14	60	Mg,Scf-md, Scf-c,Scf-a	43 945,20	26 367,12	765,26	459,16	PtCnvF	Hbsp,Rm Eusp,Ce, An,Mt, Ef,Pob
La Fé	17	70	Mg,Scf-md	41 818,10	29 272,67	723,65	506,55	PtLit	An
	23	10	Mg	16 801,00	1 680,10	567,72	56,77	PtLit	Rm
	24	100	Mg,Scf-md	5 809,90	5 809,90	177,14	177,14	PtLit	Rm
	25	100	Scf-c,Mg	3 533,70	3 533,70	36,18	36,18	PtLit	Rm
	26	15	Scf-a,Scf-c Scf-md,Mg,	19 942,60	2 991,39	794,78	119,22	Pdt	Eusp,Ao, Rm,Ca, Hbsp,An
	27	15	Mg	58 435,60	8 765,34	841,02	126,15	PtLit	Rm,An
	28	15	Scf-c,Mg	58 651,80	8 797,77	545,10	81,77	PtAgSl	Ce,Pl,OI
	32	5	Mg,Mc	17 401,20	870,06	502,98	25,15	PtLit	Rm,An
	33	5	Mg	79 611,70	3 980,59	1 584,96	79,25	PtLit	Rm,An
	34	100	Mg	10 074,60	10 074,60	194,31	194,31	PtLit	Rm,Ce
	35	50	Mg,Scf-md, Scf-a	30 738,60	15 369,30	512,97	256,49	Pdt	Ce,Lr, An,Eusp
37	100	Mg	4 694,70	4 694,70	127,35	127,35	PtLit	Rm	

*Mg: Manglar, Scf-md: Semicaducifolio sobre suelos mal drenados, Scf-a: Semicaducifolio sobre suelos ácidos, Scf-c: Semicaducifolio sobre suelos calizos

**PtLit: Protector del litoral, PtCnvF: Protección y Conservación de la Fauna, Pdt: Productores, PtAgSl: Protector de las aguas y los suelos

***An: *Avicennia nitida* Jacq., Ao: *Anacardium occidentale* L., Ca: *Calophyllum antillanum* Britt., Ce: *Conocarpus erectus* L., Ef: *Eugenia floribunda* H. West ex Willd, Eusp: *Eucalyptus* spp., Hbsp: *Hibiscus* spp., Lr: *Laguncularia racemosa* (L) Gaertn., Mt: *Metopium toxiferum* (L.) Krug & Urb., Ol: *Oxandra lanceolata*. (Sw) Baill., Pl: *Pithecellobium lentiscifolium* (A. Rich.) Wr., Pob: *Pithecellobium obovale* (A. Rich.) Wr., Rm: *Rhizophora mangle* L.

En la evaluación realizada a cada lote afectado, se concluyó que para 2100 los lotes 24, 25, 34 y 37 de la US La Fe quedarán completamente inundados debido al incremento del nivel del mar. En las US El Valle y Cortés, los lotes solo sufrirán afectaciones parciales. Los resultados indican que, para 2100, la mayor parte de la superficie de manglares de la empresa se verá afectada negativamente por el cambio climático.

En términos de volumen de madera en pie, las mayores afectaciones se evidencian en la US La Fé, donde el 7,31 % de su cobertura boscosa se verá impactada para 2100. En términos económicos, el valor de la madera en las áreas afectadas varía según la especie y su uso final. Sin embargo, si se considera la producción de leña, que tiene el precio más bajo de comercialización (18,00 CUP/m³ estereo; 1 m³ estereo = 0,42 m³ sólido), las pérdidas económicas superarían los 10.228.114,26 CUP.

Además de las pérdidas materiales y económicas mencionadas anteriormente, se producirá una descomposición gradual de toda la biomasa que conforma los recursos forestales. Este proceso generará la emisión de toneladas de CO₂, lo que contribuirá a agravar el problema del cambio climático. Por ello, es fundamental implementar medidas que mitiguen estos efectos negativos.

- A partir de la evaluación de los impactos realizada en la EAF Guanahacabibes, se proponen medidas de adaptación destinadas a reducir los efectos adversos del aumento del nivel del mar. Estas acciones incluyen la reforestación temprana de las Áreas Protectoras del Litoral que aún no han sido reforestadas. Al seleccionar las especies para este fin, se deben considerar los altos niveles de salinidad presentes en los acuíferos subterráneos.
 - Otra medida propuesta es el establecimiento de un sistema de monitoreo permanente en la zona costera. Este sistema permitirá evaluar de manera sistemática la evolución del litoral frente al aumento del nivel del mar. Además, facilitará la identificación de los efectos que este fenómeno tiene sobre los recursos forestales de la región.
 - La empresa debe priorizar la protección de las costas contra el aumento del nivel del mar. Para ello, se recomienda mantener la suspensión del aprovechamiento de los recursos maderables en los bosques costeros y manglares, aun cuando esto implique pérdidas económicas. Solo se deberán aprovechar los árboles que estén muertos o en proceso de morir, utilizando su madera principalmente como leña o para la producción de carbón vegetal.
 - Es necesario rehabilitar las áreas afectadas cuya pérdida sea recuperable. Esto puede lograrse mediante plantaciones o siembra directa, previa valoración de las condiciones específicas de cada área. En dependencia de factores como la salinidad y las inundaciones, se determinarán las especies y métodos de reforestación más adecuados.
- Todas las áreas donde se apliquen estas medidas deben ser identificadas, evaluadas y analizadas previamente. Esto incluye la consideración de los riesgos asociados al éxito del proceso, basándose en las condiciones actuales de cada zona. La incorporación de estos análisis al proyecto de ordenación forestal de la empresa es esencial para evitar fracasos costosos en el futuro.
 - Otro aspecto relevante es la presencia de más de 140 especies arbóreas en los bosques semicaducifolios cubanos, según Bisse (1988). Muchas de estas especies poseen maderas de interés comercial, por lo que es crucial evitar su pérdida en las áreas afectadas. Entre las especies informadas en la EAF Guanahacabibes se encuentran *Caesalpinea violacea* (Mill.) Standl. (yarúa), *Cedrela odorata* L. (cedro), *Hibiscus elatus* (majagua) y *Swietenia mahagoni* (L.) Jacq. (caoba del país).
 - Si en la zona existen especies incluidas en la Resolución 160 (CITMA, 2011), es necesario adoptar medidas de protección específicas. Esto implica localizar sus existencias y producir plántulas para el enriquecimiento de las formaciones boscosas. Además, se debe considerar la conservación *ex situ* de estas especies en otras áreas de la empresa.
 - La implementación de estas acciones requerirá que la empresa cuente con un proyecto de ordenación forestal flexible. Este proyecto debe permitir la inclusión de modificaciones basadas en la dinámica actual y en colaboración con las instituciones científicas de la provincia. De esta manera, se podrán incorporar decisiones oportunas en el plan productivo del próximo año.
 - Adicionalmente, la empresa debe diseñar e implementar acciones para concienciar y mejorar la capacidad de respuesta frente al cambio climático. Esto incluye actividades de educación formal e informal dirigidas a todos los niveles. También se debe capacitar a funcionarios, tomadores de decisiones, comunidades, centros educacionales y a la sociedad en general.

CONCLUSIONES

1. El aumento del nivel del mar afectará significativamente los bosques costeros, especialmente en las Unidades Silvícolas El Valle y La Fe, donde se perderán 4.461,98 hectáreas (4,10 % del patrimonio forestal) y 238.656 m³ de madera (2,88 % del volumen total) para 2100, con mayores afectaciones en los manglares y especies costeras.
2. Es crucial implementar medidas de adaptación, como la reforestación temprana con especies tolerantes a la salinidad, el monitoreo costero y la suspensión del aprovechamiento maderable en zonas vulnerables. Estas acciones ayudarán a reducir los impactos negativos y a conservar la biodiversidad forestal.

3. Las pérdidas económicas superarán los 10 millones de CUP, principalmente por la afectación de la madera. Además, la descomposición de la biomasa forestal liberará CO₂, agravando el cambio climático, lo que subraya la necesidad de acciones urgentes para mitigar estos efectos.

BIBLIOGRAFÍA

- Ajete, A. (2014). *Medidas para la adaptación y mitigación del Cambio Climático en el patrimonio forestal de la Empresa Forestal Integral Baracoa* [Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales)]. Universidad de Pinar del Río.
- Álvarez, A., Jiménez, F., & Mercadet, A. (2011). *Impacto del aumento del nivel del mar en los bosques del sur de La Habana*. V Congreso Forestal Internacional, Palacio de las Convenciones, La Habana, Cuba. <https://agris.fao.org/search/en/providers/122590/records/6473565153aa8c8963067e92>
- Álvarez, A., Milián, C., & Álvarez, L. (1998). Evaluación a fondo de los posibles impactos del cambio climático sobre los sectores socioeconómicos y ambientales del país. Sector silvícola. La EFI Guanahacabibes: Un estudio de caso. En *Cuba y el Cambio Climático* (p. 21). Instituto de Investigaciones Forestales.
- Álvarez, Y., & Álvarez, A. (2011). *Consecuencias del aumento del nivel del mar por el cambio climático en el Delta del Cauto*. V Congreso Forestal Internacional, Palacio de las Convenciones, La Habana, Cuba. <https://agris.fao.org/search/en/providers/122590/records/6473565153aa8c8963067e92>
- AMA. (2010). *Resultados del Macro proyecto Peligros y Vulnerabilidad Costera (2050-2010) al término del año 2009* [Parcial]. CITMA.
- Bisse, J. (1988). *Árboles de Cuba*. Editorial Científico-Técnica.
- Caballero, L. (2010). *Evaluación de los impactos esperables del cambio climático en la EFI Villa Clara y estrategia de adaptación*. Subproyecto: Vulnerabilidad de los bosques naturales cubanos al cambio climático y estrategias de adaptación. (Segunda Comunicación Nacional de Cambio Climático: Subsector Forestal., p. 20) [Final]. Instituto Investigaciones Forestales.
- CITMA. (2011). *Resolución 160 del Ministerio de Ciencias, Tecnología y Medioambiente*.
- EAF. (2017). *Dinámica Forestal de la Empresa Guanahacabibes al término de 2017*. Subdirección Técnica de la EAF Guanahacabibes.
- Hernández, A., Pérez-Jimenéz, J. M., Mesa-Nápoles, Á., Fuentes-Alfonso, E., & Bosch-Infante, D. (1999). *Nueva versión de la clasificación genética de los suelos de Cuba*. Instituto de suelos.
- Nakicenovic, N., Alcamo, J., Davis, G., Vries, B. de, Fenhann, J., Gaffin, S., Gregory, K., Grubler, A., Jung, T. Y., & Kram, T. (2000). *Special report on emissions scenarios*. IPCC WGIII. <https://escholarship.org/uc/item/9sz5p22f>
- Ortiz, O. (2008). *Evaluación de impactos y estrategia de adaptación para la Empresa Forestal Integral "Victoria de Girón", provincia Matanzas*. Subproyecto: Vulnerabilidad de los bosques naturales cubanos al cambio climático y estrategias de adaptación. (Segunda Comunicación Nacional de Cambio Climático: Subsector Forestal., p. 11) [Parcial]. Instituto Investigaciones Forestales.
- Salas, L. (2008). *Impacto de la surgencia en el archipiélago cubano, considerado los cambios climáticos*. Taller de cambios globales y medio ambiente: Tendencias mundiales. Resultados y proyecciones de trabajo. Taller Cambios Globales y Medio Ambiente: Tendencias mundiales, resultados y proyecciones de trabajo, La Habana, Cuba.
- Schellnhuber, H. J., Hare, W., Serdeczny, O., Adams, S., Coumou, D., Frieler, K., Martin, M., Otto, I. M., Perrette, M., & Robinson, A. (2012). *Turn down the heat: Why a 4 deg. C warmer world must be avoided* (p. 84). Sauvons le Climat-SLC. https://inis.iaea.org/search/search.aspx?orig_q=RN:45063755