



RIESGOS QUE ENFRENTA LA FORMACIÓN PLUVISILVA DE MONTAÑA DE LA EMPRESA AGROFORESTAL BARACOA ANTE EL AUMENTO DE TEMPERATURA

RISKS THAT IT FACES THE FORMATION PLUVISILVA OF MOUNTAIN OF THE AGROFORESTRY ENTERPRISE BARACOA BEFORE THE INCREASE DE TEMPERATURE

ARLETY AJETE HERNÁNDEZ

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

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

RESUMEN

El aumento de la temperatura global representa una grave amenaza para los ecosistemas montañosos, particularmente para las formaciones vegetales endémicas. Este estudio analizó la proyección climática futura y su impacto en la biodiversidad de la pluvisilva de montaña de la Empresa Agroforestal (EAF) Baracoa, Cuba, mediante el escenario RCP 8.5 del IPCC. Se evaluaron datos de temperatura media (1981-2000) y se proyectaron cambios para los períodos 2050 y 2075, considerando un gradiente altitudinal de $-0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ por cada 100 m. Los resultados mostraron un incremento térmico de 0,69 a $5,91\text{ }^{\circ}\text{C}$, lo que provocaría un desplazamiento altitudinal de 104 a 2000 m, con la reducción del hábitat disponible y el aumento el riesgo de extinción local, especialmente para especies endémicas como *Magnolia cubensis* y *Cnidocolus regina*. Se identificaron cuatro grupos de vulnerabilidad, donde las especies exclusivas de Baracoa son las más amenazadas. Como estrategias de adaptación, se propusieron la conservación *ex situ*, el monitoreo continuo y la colaboración internacional para preservar recursos genéticos. Se concluyó que el calentamiento acelerado podría llevar a la desaparición de especies con limitada capacidad de migración, por lo que se requieren acciones urgentes para su protección.

Palabras clave: biodiversidad, endemismo, gradiente altitudinal, conservación *ex situ*, vulnerabilidad

ABSTRACT

Rising global temperatures pose a serious threat to mountain ecosystems, particularly endemic vegetation. This study analyzed future climate projections and their impact on biodiversity in the mountain rainforest of Empresa Agroforestal (EAF) Baracoa, Cuba, using the IPCC RCP 8.5 scenario. Average temperature data (1981-2000) were evaluated, and changes were projected for the periods 2050 and 2075, considering an altitudinal gradient of -0.5°C per 100 m. The results showed a thermal increase from 0.69 to 5.91°C , which would cause an altitudinal shift from 104 to 2000 m, reducing available habitat and increasing the risk of local extinction, especially for endemic species such as *Magnolia cubensis* and *Cnidocolus regina*. Four vulnerability groups were identified, with species exclusive to Baracoa being the most threatened. *Ex situ* conservation, continuous monitoring, and international collaboration to preserve genetic resources were proposed as adaptation strategies. It was concluded that accelerated warming could lead to the disappearance of species with limited migration capacity, requiring urgent action for their protection.

Keywords: biodiversity, endemism, altitudinal gradient, *ex situ* conservation, vulnerability

INTRODUCCIÓN

El aumento de la temperatura global tiene un impacto profundo en las formaciones vegetales, especialmente en los ecosistemas montañosos, donde las especies están adaptadas a condiciones climáticas específicas. A medida que las temperaturas se elevan, muchas plantas se ven forzadas a migrar hacia mayores altitudes en busca de entornos más frescos, lo que altera la composición y biodiversidad de estos hábitats. Sin embargo, en las cumbres más elevadas,

las especies no tienen hacia dónde desplazarse, lo que las hace especialmente vulnerables a la extinción local. Además, el calentamiento acelera la descomposición de la materia orgánica y modifica los ciclos hidrológicos, con la reducción de la disponibilidad de agua y el aumento del estrés hídrico en la vegetación. Estos cambios no solo amenazan la supervivencia de especies endémicas, sino que también desestabilizan ecosistemas enteros, con consecuencias para la fauna y las comunidades humanas que dependen de ellos.

Recibido: 17/7/2020

Aceptado: 05/8/2020

Conflictos de interés: El autor declara no existir 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/>



La relación entre el cambio climático (CC) y la pérdida de biodiversidad es compleja. Este vínculo puede interpretarse como un conjunto de presiones que generan impactos y reducen la capacidad de adaptación de la diversidad biológica natural (Planos et al., 2019). La evidencia del calentamiento global y el aumento acelerado de las respuestas biológicas ha llevado a dedicar una atención considerable a predecir el futuro de los árboles y los bosques.

La expansión del rango de distribución asociada al CC es un tema de investigación que ha recibido un enfoque empírico significativo. Según Parmesan (2006), uno de los mejores lugares para detectar posibles cambios en la distribución de las especies es su límite altitudinal y latitudinal, donde se supone que el clima actúa como el factor limitante principal. Colwell et al. (2008) señalan que, en las montañas, la consecuencia más común es una migración ascendente que sigue el desplazamiento altitudinal en busca de condiciones ambientales favorables. Novua et al. (2013) prevén que, para algunas especies, este fenómeno incrementará el riesgo de extinciones locales, especialmente en aquellas que habitan ecosistemas de mayor altitud.

En los sistemas naturales, existen formaciones forestales exclusivas de las zonas más elevadas del país. Estas están compuestas en más del 70 % por especies arbóreas endémicas, adaptadas específicamente a las condiciones ambientales únicas resultantes de la interacción entre temperatura y humedad (Bisse, 1988; Borhidi, 1991; del Risco, 1995). Estas características las hacen particularmente vulnerables a los cambios climáticos.

El objetivo central de este trabajo es analizar la proyección climática futura de la temperatura media mediante el uso de escenarios climáticos. Además, se busca evaluar su posible influencia en la biodiversidad de la Empresa Agroforestal (EAF) Baracoa, específicamente en la formación de pluvisilvas de montaña. Este estudio permitirá comprender mejor los impactos potenciales del CC en estos ecosistemas críticos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para evaluar la influencia de la temperatura media en el patrimonio de la EAF Baracoa, se empleó el escenario RCP 8.5 propuesto por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, 2008). Este análisis se enfocó en los riesgos futuros que enfrentará la formación forestal pluvisilva de montaña, considerando los escenarios más críticos. El área de estudio se dividió en cinco cuadrículas (Figura 1), las cuales coinciden con el nivel de resolución (25×25 km) utilizado por el sistema PRECIS para generar los escenarios climáticos (Centella et al., 2008).

De las cinco cuadrículas iniciales, solo se consideraron cuatro, ya que en ellas se concentra la mayor parte de los bosques administrados por la EAF Baracoa. Las evaluaciones se orientaron hacia las vertientes Este y Oeste, con dos cuadrículas cada una (Figura 2A). Como referencia, se utilizaron los datos de temperatura de la estación meteorológica de Jamal, ubicada en San Luis, municipio Baracoa, Guantánamo, a 22 msnm, correspondientes a la serie anual 1981-2000 (Figura 2B).

Para cada cuadrícula, se obtuvieron los valores medios mensuales de temperatura máxima y mínima para los periodos 2050 (2035-2065) y 2075 (2060-2090). La temperatura media se calculó como el promedio entre estos valores, ajustándolos para el periodo de referencia 1990 (1981-2000) con una disminución de $0,5 \text{ }^\circ\text{C}$ por cada 100 m de altura, según lo establecido por (Bisse, 1988) para las montañas de oriente.

Los valores de temperatura media para cada zona y cuadrícula se compararon con la temperatura media anual de referencia (1990). Esta comparación permitió evaluar los cambios proyectados para los escenarios 2050 y 2075. Los resultados se analizaron en términos de la posible migración altitudinal que estos cambios podrían inducir en la distribución natural de las especies arbóreas de la pluvisilva de montaña, que incluye las especies endémicas y protegidas.

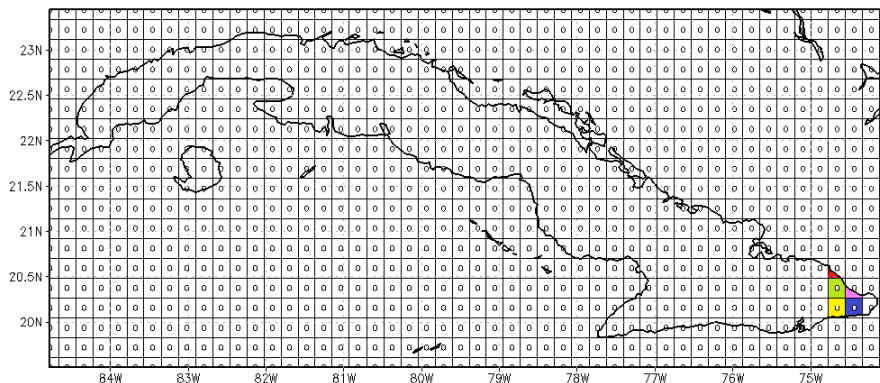


Figura 1. Cuadrículas de trabajo consideradas para la evaluación: 1- (Azul) $20.158^\circ\text{N}-75.54^\circ\text{W}$; 2- (Rosa) $20.377^\circ\text{N}-75.54^\circ\text{W}$; 3- (Roja) $20.377^\circ\text{N}-75.76^\circ\text{W}$; 4- (Verde) $20.596^\circ\text{N}-75.76^\circ\text{W}$.

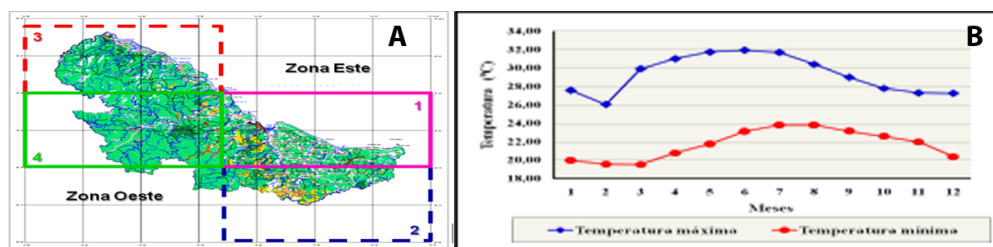


Figura 2. A) Zona Este (Cuadrículas 1 y 2), Zona oeste (Cuadrículas 3 y 4). B) Serie mensual de la temperatura de referencia: 1981-2000.

Según el IPCC (McCarthy et al., 2001), un aumento de 1,0 a 3,5 °C en la temperatura media equivaldría a un incremento altitudinal de 150 a 550 m para las formaciones vegetales de montaña. Esto representa aproximadamente 15 m de aumento en altitud por cada 0,1 °C de incremento térmico. Este criterio se aplicó para interpretar los posibles efectos sobre la distribución de las especies.

Las existencias de esta formación en la EAF Baracoa se detallan en el Anexo 1. La distribución de las especies y sus niveles de endemismo se identificaron a partir de los datos informados por Bisse (1988) y González Torres et al. (2016). Además, se consultaron las disposiciones del Capítulo 6, Sección Séptima (Artículos 95, 96 y 97) del Reglamento de la Ley Forestal (MINAG, 1998), y la Resolución No. 160 de 2011 (CITMA, 2011).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 1 muestra las variaciones esperables de los límites de la temperatura media para los periodos de tiempo evaluados, con respecto al periodo de referencia. La temperatura media presenta una tendencia al aumento en todas las cuadrículas, tanto a mediano como a largo plazo. Por lo tanto, se espera que toda el área de estudio evolucione hacia un clima más cálido que el informado para el periodo de referencia.

Tabla 1. Variaciones esperables de los límites de la temperatura media mensual del aire (°C) para diferentes periodos en la región de la EAF Baracoa, con respecto al periodo de referencia.

Período	Este				Oeste			
	Cuadrícula 1		Cuadrícula 2		Cuadrícula 3		Cuadrícula 4	
	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
Mediano plazo-2050	0,84	3,54	0,69	3,28	1,08	3,62	2,11	4,42
Largo plazo-2075	3,14	5,91	3,07	5,90	3,40	6,25	4,43	7,33

Tabla 2. Variaciones altitudinales potenciales (en metros) para diferentes altitudes y diferentes periodos, en la zona de la EAF Baracoa, con respecto al periodo de referencia.

Período	Este				Oeste			
	Cuadrícula 1		Cuadrícula 2		Cuadrícula 3		Cuadrícula 4	
	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
Mediano plazo-2050	126,00	531,00	103,50	492,00	162,00	543,00	316,50	663,00
Largo plazo-2075	471,00	886,50	460,50	885,00	510,00	937,50	664,50	1099,50

Tabla 3. Variaciones altitudinales potenciales (en metros) para diferentes altitudes y diferentes períodos, en la zona de la EAF Baracoa, con respecto al período de referencia.

Período	Aumento de la Temp. Media en la región de la Empresa (°C)		Rangos de Desplazamiento (m)	
	Este	Oeste	Este	Oeste
Mediano plazo 2050	0,69-3,54	1,08-4,42	103,50-531,00	162,00-663,00
Largo plazo 2075	3,07-5,91	3,40-7,33	460,00-886,50	510,00-1 099,50

Tabla 4. Rangos potenciales de altura que pueden restarle a la formación pluvisilva de montaña, en la medida que aumente la temperatura media del aire en la región de la EAF Baracoa.

Altura máxima Formación	Referencia	Periodo	Ascenso disponible (m) por período	
			Este	Oeste
Pluvisilva de montaña (300m-400m)	300	Mediano plazo 2050	403,50-831,00	462,00-963,00
		Largo plazo 2075	760,00-1 186,50	810,00-1 399,50

Este desplazamiento reduciría la extensión altitudinal de esta formación y podría causar extinciones locales, lo que pone en riesgo los recursos genéticos de las especies exclusivas de la zona.

Bajo el escenario previsto, con un desplazamiento altitudinal de 1 099,50 m y una altitud mínima de establecimiento de 300 msnm, estas especies podrían carecer de hábitat adecuado para su óptimo desarrollo. Para el año 2075, les faltarían 549,50 m de altitud para alcanzar las condiciones requeridas (Figura 3). Esta situación incrementaría su vulnerabilidad ante cambios ambientales.

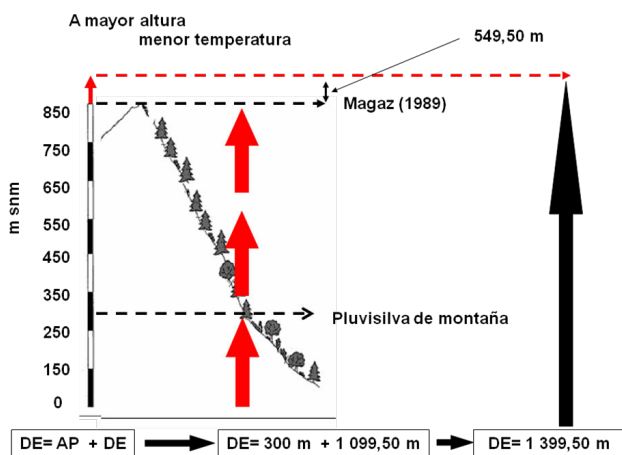


Figura 3. Desplazamiento altitudinal esperado para la formación forestal pluvisilva de montaña, en la región de Baracoa.

Como efecto adicional a la migración, estas especies enfrentarán una restricción en su área de distribución. Esta reducción las hará más susceptibles a presiones antrópicas y ambientales. Además, su territorio podría ser ocupado por especies típicas de la formación pluvisilvas, que se encuentra en altitudes inferiores, tal como señala Peters (1985).

Un estudio previo realizado por Ajete (2014) utilizó los escenarios de emisiones de GEI A2 y B2 y los modelos climáticos Echam y Hadley, con una resolución de 50 × 50 km. Los resultados, presentados en la Tabla 5, indican que, a mediano y largo plazo, también se esperaría una migración altitudinal, aunque menos intensa que en los escenarios evaluados en este estudio. Esta comparación refuerza la necesidad de considerar diferentes modelos en futuras proyecciones.

Resultados de las estimaciones futuras

Los resultados de este estudio indican que, si la variable analizada se comporta según los escenarios y modelos utilizados, existirá un riesgo de afectación a la diversidad biológica de la región en algún momento posterior a la mitad del presente siglo. La intensidad de este riesgo aumentará en función de la especificidad de distribución de las especies que conforman la formación pluvisilva de montaña, así como de la disminución en la abundancia de sus existencias físicas. Además, las especies propias de esta formación serán las más vulnerables al incremento de temperatura previsto, ya que constituyen la formación ubicada a mayor altitud en la EAF Baracoa.

Tabla 5. Rangos potenciales de altura que pueden restarle a la formación pluvisilva de montaña, en la medida que aumente la temperatura media del aire en la región de de la EAF Baracoa (Ajete, 2014).

Altura máxima Formación	Referencia	Periodo	Ascenso disponible (m) por período	
			Mín.	Máx.
Pluvisilva de montaña. (300 m-400m)	300	Mediano plazo 2041-2070	525,00	631,00
		Largo plazo 2071-2099	621,00	880,00

Vulnerabilidad y riesgo de desaparición

Esta formación forestal podría enfrentar el riesgo de desaparecer debido al desplazamiento altitudinal ascendente de sus especies, las cuales buscarán mantener su adaptación al ambiente en el que se desarrollan. Dado que la mayoría de estas especies son endémicas, su capacidad de migración y adaptación podría verse limitada. Este contexto podría incluso provocar la extinción de varios taxones, lo que reflejaría un proceso de desplazamiento hacia zonas más altas a medida que la temperatura aumente.

Límite altitudinal y extinción

El movimiento de las especies hacia mayores elevaciones continuará hasta que alcancen el extremo superior disponible en esas zonas, momento en el que comenzaría el proceso de extinción. Con base en este análisis, se identificaron las especies forestales arbóreas más vulnerables en la formación pluvisilva de montaña del área de la EAF Baracoa. Estas especies se clasificaron en cuatro grupos según su nivel de vulnerabilidad.

Clasificación de especies vulnerables

El **primer grupo** (más vulnerable) incluye especies bajo protección por la Ley Forestal, endémicas, exclusivas de la formación pluvisilva de montaña, de especial relevancia para la diversidad biológica nacional e informadas solo para Baracoa. Entre ellas se encuentran *Magnolia cubensis* Urb. subsp. *cacuminicola* (Bisse) G. Klotz y *Cnidocolus regina* (Leon) Radcl.-Sm. & Govaerts.

El **segundo grupo** está compuesto por especies bajo protección por la Ley Forestal, endémicas, exclusivas de la formación pluvisilva de montaña, de importancia para la diversidad biológica nacional e informadas para el norte de la región oriental. Un ejemplo es *Pera ekmanii* Urb.

El **tercer grupo** abarca especies endémicas, exclusivas de la formación pluvisilva de montaña e informadas únicamente para Baracoa. En este grupo se encuentran *Bonnetia cubensis* (Britton) R.A. Howard, *Henriettea acunae* (Alain) Alain, *Laplacea moaensis* Vict., *Ocotea moaensis* Bisse y *Podocarpus angustifolius* Griseb.

El **cuarto grupo** (menos vulnerable) incluye especies endémicas, exclusivas de la formación pluvisilva de montaña e informadas para el norte de la región oriental. *Ardisia grisebachiana* (Kuntze) Alain; *Byrsonima lucida* (Mill.) Rich.; *Calophyllum utile* Bisse; *Coccoloba costata* C. Wright; *Erythroxylon longipes* O. E. Schulz; *Guapira rufescens* (Griseb.) Lundell var. *rufescens*; *Guatteria cubensis* Bisse; *Haenianthus variifolius* Urb.; *Hyeronima nipensis* Urb.; *Chionanthus bumelioides* (Griseb.) Stearn subsp. *cubensis* (P. Wilson); *Magnolia cristalensis* Bisse; *Maytenus loeseneri* Urb. var. *loeseneri*; *Chaetocarpus acutifolius* (Britton & P. Wilson) Borhidi; *Terminalia nipensis* Alain; *Terminalia chicharronia* C. Wright subsp. *orientensis* (Monach.) Alwan & Stac.

Complejidad de la estrategia de adaptación

El diseño de una estrategia de adaptación para poblaciones naturales de especies arbóreas endémicas en riesgo de extinción ante el cambio climático presenta grandes desafíos. Entre las principales incertidumbres se encuentra la capacidad de estas especies para adaptarse o migrar con suficiente rapidez ante los cambios climáticos acelerados. Además, se desconoce si sus niveles de diversidad genética serán suficientes para permitir una adaptación rápida, especialmente considerando sus largos ciclos de vida (Aitken et al., 2008).

Los resultados de este estudio hasta la fecha indican lo siguiente: I) el grado de afectación previsto en cada periodo analizado para la pluvisilva de montaña en la región de la EAF Baracoa, debido a las condiciones climáticas cambiantes; II) la identificación de las especies con mayor probabilidad de desaparecer en el futuro por ser exclusivas de esta formación vegetal; III) el riesgo de desaparición de las poblaciones forestales de la pluvisilva de montaña, donde la mayoría de las especies son endémicas, lo que podría llevar incluso a la extinción de varios taxones debido a su alta especificidad ambiental; IV) la pérdida del espacio altitudinal necesario para el establecimiento de esta formación bajo las condiciones requeridas. Con base en estos hallazgos, se proponen medidas para facilitar la adaptación de esta formación a los impactos del cambio climático en la región de la EAF Baracoa.

Una de estas medidas consistió en la conservación *ex situ* de los recursos amenazados, comenzando con la documentación e integración de conocimientos biológicos. Esta etapa inicial permite caracterizar las especies y la formación a la que pertenecen, lo que asegura la persistencia de la información y facilita futuros estudios. Además, se requiere localizar ejemplares de cada especie en el terreno, determinar su abundancia relativa y estudiar su fenología.

Posteriormente, se debe recolectar material propagativo, evaluar el beneficio de las semillas y establecer protocolos para el manejo de plántulas en vivero y plantación. Esta medida garantiza la conservación de los genofondos de las especies amenazadas mediante técnicas *ex situ*, con énfasis en las especies endémicas y en el almacenamiento a largo plazo de polen, semillas y tejidos. También resulta efectiva para las especies de los grupos dos y cuatro, distribuidas en la región nororiental del país, las cuales podrían conservarse en áreas con las condiciones altitudinales adecuadas, lo que permite su desplazamiento ascendente en caso de un aumento continuo de la temperatura.

Para las especies de los grupos uno y tres, la conservación *ex situ* presenta dificultades debido a su alto endemismo. Una alternativa sería establecer coordinaciones con instituciones o expertos de otros países que dispongan de recursos técnico-científicos y ambientes similares para conservar estos recursos genéticos a largo plazo. Este enfoque incluiría la colecta, preparación, traslado y conservación de los materiales, así como la gestión de tiempo y financiamiento necesarios.

Otra medida propuesta se centra en la vigilancia de las poblaciones forestales de interés y de la temperatura. Para ello, se debe diseñar un sistema de monitoreo que abarque las áreas de distribución de la pluvisilva de montaña en la EAF Baracoa y los cambios térmicos. Este sistema generaría datos clave para elaborar propuestas de manejo dirigidas a las especies identificadas como vulnerables, lo que aseguraría su conservación.

La implementación de esta medida es imprescindible debido al escaso conocimiento existente sobre el funcionamiento de los ecosistemas bajo distintos escenarios de cambio climático. Según Sotolongo et al. (2009), la ecología reproductiva y la dinámica poblacional de la mayoría de las especies arbóreas, especialmente las tropicales, que son poco conocidas. Por tanto, no sería recomendable esperar a disponer de esta información antes de tomar medidas de conservación.

CONCLUSIONES

La tendencia climática futura del territorio comprendido por la EAF Baracoa presentará una evolución general hacia un clima más cálido, con peligro de desaparición para las especies que se encuentran en los mayores rangos de distribución altitudinal y con restricciones de hábitat.

Las medidas de adaptación que se proponen podrían viabilizar la adaptación a los impactos del cambio climático para la formación pluvisilva de montaña en la región de la EAF Baracoa.

BIBLIOGRAFÍA

Aitken, S. N., Yeaman, S., Holliday, J. A., Wang, T., & Curtis-McLane, S. (2008). Adaptation, migration or extirpation: Climate change outcomes for tree populations. *Evolutionary Applications*, 1(1), 95-111. <https://doi.org/10.1111/j.1752-4571.2007.00013.x>

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.

Bisse, J. (1988). *Árboles de Cuba*. Editorial Científico-Técnica.

Borhidi, A. (1991). *Phytogeography and vegetation ecology of Cuba*. Akadémiai Kiadó. <https://cir.nii.ac.jp/crid/113028226901177792>

Centella, A., Bezanilla, A., & Leslie, K. (2008). *A study of the uncertainty in future Caribbean climate using the PRECIS regional climate model* (p. 16). Community Caribbean Climate Change Center. https://www.researchgate.net/profile/Abel-Centella-Artola/publication/322488472_A_study_of_the_uncertainty_in_future_Caribbean_climate_using_the_PRECIS_regional_climate_model/links/

[5a5b9dc6aca2727d608a22fa/A-study-of-the-uncertainty-in-future-Caribbean-climate-using-the-PRECIS-regional-climate-model.pdf](https://doi.org/10.1111/j.1752-4571.2007.00013.x)

CITMA. (2011). *Resolución 160 del Ministerio de Ciencias, Tecnología y Medioambiente. Regulaciones para el control y la protección de especies de especial significación para la diversidad biológica en el país. Anexo único: Lista de especies. Interpretaciones y exenciones*.

Colwell, R. K., Brehm, G., Cardelús, C. L., Gilman, A. C., & Longino, J. T. (2008). Global Warming, Elevational Range Shifts, and Lowland Biotic Attrition in the Wet Tropics. *Science*, 322(5899), 258-261. <https://doi.org/10.1126/science.1162547>

del Risco, E. (1995). *Los bosques de Cuba: Historia y características*. Editorial Científico-Técnica.

González Torres, L. R., Palmarola Bejerano, A., González Oliva, L., Bécquer, E. R., Testé, E., Barrios Valdés, D., Acosta Ramos, Z., Alomá Moreno, O., Álvarez Montes de Oca, J. C., & Berazaín Iturralde, R. C. (2016). *Lista Roja de la Flora de Cuba 2016*.

IPCC. (2008). *Intergovernmental panel on climate change* (p. 132). <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2001/04/doc3d.pdf>

Magaz, A. R. (1989). Mapa de Hipsometría. *Instituto de Geografía de la Academia de Ciencias de Cuba e Instituto de Geodesia y Cartografía. IV*, 1(3), 1.

McCarthy, J. J., Canziani, O. F., Leary, N. A., Dokken, D. J., & White, K. S. (2001). *Contribution of working group II to the third assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)* (Vol. 1000). Cambridge University Press.

MINAG. (1998). *Reglamento de la Ley Forestal No. 85*. (No. Resolución No. 330-99; Capítulo VI: Del aprovechamiento forestal. Sección séptima: prohibiciones y limitaciones de tala., pp. 21-23). Artículo 95-96.

Novua, O., Cejas, F., & Pérez, J. (2013). *Aplicación de un sistema de información geográfica para la determinación de áreas de conflicto en la vegetación originadas por cambios climáticos en zonas clave de la región oriental de Cuba*. 19 p.

Parmesan, C. (2006). Ecological and Evolutionary Responses to Recent Climate Change. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 37(1), 637-669. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.37.091305.110100>

Peters, R. L. (1985). The greenhouse effect and nature reserves. *Bioscience*, 35(11), 707-717.

Planos, E., Gutiérrez, T., Capote, R., Barranco, G., Salabarría, D., & Vales, M. (2019). Aportes del Programa Nacional de Ciencia Cambio Climático en Cuba: Impactos, Adaptación y Mitigación. *Agencia de Medio Ambiente. Editorial AMA*, 121.

Sotolongo, R., Geada, G., & Cobas, M. (2009). *Fomento Forestal*.

Riesgos que enfrenta la formación pluvisilva de montaña de la Empresa Agroforestal Baracoa ante el aumento de temperatura

Anexo 1. Principales especies forestales arbóreas informadas en las formacion forestal Pluvisilva de montañas de la EAF Baracoa con riesgos de extinción

No.	Familia	Nombre Científico	Dist.	End.	Protegidas	
					Ley Ftal.	Res. 160
1	Primulaceae	<i>Ardisia grisebachiana</i> (Kuntze) Alain	2	X		
2	Theaceae	<i>Bonnetia cubensis</i> (Britton) R.A. Howard	1	X		
3	Malpighiaceae	<i>Byrsonima lucida</i> (Mill.) Rich.	2	X		
4	Calophyllaceae	<i>Calophyllum utile</i> Bisse	2	X		
5	Euphorbiaceae	<i>Chaetocarpus acutifolius</i> (Britton & P. Wilson) Borhidi	2	X		
6	Oleaceae	<i>Chionanthus bumelioides</i> (Griseb.) Stearn subsp. <i>cubensis</i> (P. Wilson).	2	X		
7	Euphorbiaceae	<i>Cnidocolus regina</i> (Leon) Radcl.-Sm. & Govaerts	1	X	X	X
8	Polygonaceae	<i>Coccoloba costata</i> C. Wright	2	X		
9	Erythroxylaceae	<i>Erythroxyton longipes</i> O. E. Schulz.	2	X		
10	Nyctaginaceae	<i>Guapira rufescens</i> (Griseb.) Lundell var. <i>rufescens</i> .	2	X		
11	Annonaceae	<i>Guatteria cubensis</i> Bisse	2	X		
12	Oleaceae	<i>Haenianthus variifolius</i> Urb.	2	X		
13	Melastomataceae	<i>Henriettea acunae</i> (Alain) Alain	1	X		
14	Euphorbiaceae	<i>Hyeronima nipensis</i> Urb.	2	X		
15	Theaceae	<i>Laplacea moaensis</i> Vict.	1	X		
16	Magnoliaceae	<i>Magnolia cristalensis</i> Bisse	2	X		
17	Magnoliaceae	<i>Magnolia cubensis</i> Urb. subsp. <i>cacuminicola</i> (Bisse) G. Klotz	1	X	X	X
18	Celastraceae	<i>Maytenus loeseneri</i> Urb. var. <i>loeseneri</i>	2	X		
19	Lauraceae	<i>Ocotea moaensis</i> Bisse	1	X		
20	Euphorbiaceae	<i>Pera ekmanii</i> Urb.	2	X	X	X
21	Podocarpaceae	<i>Podocarpus angustifolius</i> Griseb.	1	X		
22	Combretaceae	<i>Terminalia nipensis</i> Alain	2	X		
23	Combretaceae	<i>Terminalia chicharronia</i> C. Wright subsp. <i>orientensis</i> (Monach.) Alwan & Stac.	2	X		

Donde: **Res.160:** Resolución 160; **Ley Ftal.:** Ley Forestal; **Pluv-m:** Pluvisilvas de montaña, **Dist:** Distribución (1. Informada en Baracoa, 2. Informada en el Norte de Oriente); **End:** Especies endémicas.