



RIESGOS QUE ENFRENTAN LAS FORMACIONES NATURALES MONTE NUBLADO Y MONTE FRESCO

RISKS FACED BY MONTE NUBLADO AND MONTE FRESCO NATURAL FORMATIONS

ARNALDO ÁLVAREZ-BRITO¹, ARNOLDO BEZANILLA^{2*}

¹Instituto de Investigaciones Agro-Forestales, La Habana, Cuba. E-mail: archie@forestales.co.cu

²Instituto de Meteorología, La Habana, Cuba.

*Autor para correspondencia: arnoldo.bezanilla@gmail.com

RESUMEN

El estudio de los impactos del cambio climático en ecosistemas únicos como las formaciones forestales Monte Nublado y Monte Fresco en Cuba es crucial para la conservación de la biodiversidad y la planificación de estrategias de adaptación. Este trabajo tuvo como objetivo evaluar los riesgos futuros que enfrentan estas formaciones debido al aumento de la temperatura, utilizando escenarios climáticos generados por el Instituto de Meteorología de Cuba con una resolución de 25 x 25 km. Se analizaron datos de temperatura mínima y máxima para los periodos 2030, 2050 y 2075, ajustados a la altitud, y se compararon con el período de referencia (1990-2003). Los resultados mostraron un aumento significativo de la temperatura, con proyecciones que indican un incremento de hasta 3.11 °C para 2075. Esto podría provocar un desplazamiento altitudinal de las especies, amenazando especialmente al Monte Fresco, que podría desaparecer después de 2050 debido a la falta de espacio para migrar. El Monte Nublado, aunque con mayor resiliencia, enfrentaría una reducción del 40-47% de su área actual. Se concluye que el alto endemismo de estas formaciones dificulta su conservación, por lo que se recomienda el uso de tecnologías de información para documentar y preservar su biodiversidad, así como la reclasificación de estas áreas como Bosques de Manejo Especial para evitar actividades extractivas y fomentar la investigación y conservación.

Palabras clave: cambio climático, biodiversidad, endemismo, migración altitudinal, conservación

ABSTRACT

Studying the impacts of climate change on unique ecosystems such as the Monte Nublado and Monte Fresco forest formations in Cuba is crucial for biodiversity conservation and adaptation strategy planning. This study aimed to assess the future risks these formations face due to rising temperatures, using climate scenarios generated by the Cuban Meteorological Institute at a resolution of 25 x 25 km. Minimum and maximum temperature data for the periods 2030, 2050, and 2075, adjusted for altitude, were analyzed and compared with the reference period (1990-2003). The results showed a significant increase in temperature, with projections indicating an increase of up to 3.11°C by 2075. This could lead to altitudinal shifts in species, particularly threatening Monte Fresco, which could disappear after 2050 due to lack of space for migration. Monte Nublado, although more resilient, is expected to face a 40-47% reduction in its current area. It is concluded that the high level of endemism of these formations hinders their conservation, and therefore the use of information technologies to document and preserve their biodiversity is recommended, as well as the reclassification of these areas as Special Management Forests to prevent extractive activities and promote research and conservation.

Keywords: climate change, biodiversity, endemism, altitudinal migration, conservation

INTRODUCCIÓN

La evaluación de los impactos esperables del cambio climático sobre las formaciones naturales es fundamental para comprender y anticipar las transformaciones que estos ecosistemas enfrentarán en las próximas décadas. Este análisis no solo permite identificar las vulnerabilidades específicas de cada entorno, como bosques, humedales, montañas o arrecifes de coral, sino también diseñar

estrategias de adaptación y mitigación efectivas. Además, al entender cómo el cambio climático afecta la biodiversidad, los ciclos hidrológicos y los servicios ecosistémicos, se pueden tomar decisiones informadas para preservar estos recursos naturales, que son esenciales para el bienestar humano y la estabilidad del planeta. Sin una evaluación rigurosa, se corre el riesgo de subestimar los efectos del cambio climático, lo que podría llevar a la degradación irreversible de ecosistemas críticos y a la pérdida de su capacidad para sostener la vida en la Tierra.

Recibido: 22/3/2021

Aceptado: 09/4/2021



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/>



La variable ambiental más directamente relacionada con el cambio climático es la temperatura. Este fenómeno se debe principalmente al incremento de la concentración atmosférica de gases de efecto invernadero (GEI) causado por actividades humanas, lo que genera un aumento adicional en la variación natural de la temperatura. Según Gómez (2010), la temperatura mundial se incrementó en 0,74 °C entre 1905 y 2006, y los 11 años comprendidos entre 1995 y 2006 se encuentran entre los más cálidos de los últimos 130 años.

Diversos autores y organismos internacionales han advertido sobre los riesgos que el aumento de la temperatura implica para la biodiversidad. Esto se debe a que los sistemas naturales requieren un tiempo mucho mayor para adaptarse a los cambios ambientales, en comparación con la velocidad a la que estos cambios ocurren. Como consecuencia, los sistemas naturales se desestabilizan y aumentan su vulnerabilidad ante otros efectos negativos, como las sequías y las plagas. Las especies más adaptadas a condiciones específicas en hábitats restringidos enfrentan un mayor riesgo de extinción (Aitken et al., 2005).

Cuba no es una excepción en este contexto. En términos climáticos, la temperatura media anual del país aumentó 1,0 °C durante el período 1951-2017 en comparación con el promedio histórico, mientras que la temperatura mínima media anual se incrementó en 2,0 °C en el mismo período (INSMET, 2019). En cuanto a los sistemas naturales, existen formaciones forestales exclusivas de las mayores altitudes del país, compuestas en más del 70 % por especies arbóreas endémicas (Bisse, 1988). Estas especies están especialmente adaptadas a las condiciones ambientales resultantes de la interacción entre la temperatura y la humedad a altitudes superiores a los 1 000 metros, donde la temperatura ambiente disminuye 1 °C por cada 100 metros de aumento en altitud (Bisse, 1988; Borhidi, 1991; del Risco, 1995).

El objetivo principal de este estudio de caso es evaluar los riesgos futuros que enfrentarán estas formaciones forestales. Para ello, se utilizan los escenarios climáticos generados por el Instituto de Meteorología de Cuba, los cuales cuentan con una resolución de 25 x 25 km. Este análisis permitirá comprender mejor los impactos potenciales del cambio climático en estos ecosistemas únicos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las formaciones forestales Monte Nublado (MN) y Monte Fresco (MF) se encuentran exclusivamente en el país a altitudes superiores a 1 000 y 1 700 metros sobre el nivel del mar (msnm), respectivamente (Bisse, 1988). Esta condición limita su distribución a áreas específicas, como el municipio Guamá en la provincia Santiago de Cuba, y los municipios Bartolomé Masó, Buey Arriba y Guisa en la provincia Granma (DNF, 2018). Estas formaciones se localizan en las mayores elevaciones del país, entre las que destacan el Pico Real del Turquino (1 974 msnm; 19°59' N y 76°50' W), el Pico Cuba

(1 872 msnm), el Pico Bayamesa (1 730 msnm) y el Pico Martí (1 722 msnm), todos ubicados en la Sierra Maestra (Figura 1).

Al describir el Monte Nublado, Bisse (1988) indicó que este ecosistema se humedece diariamente por la neblina que resulta del choque de las nubes con las montañas a esa altitud. Este tipo de bosque se caracteriza por presentar dos capas arbóreas que alcanzan una altura de hasta 20 metros. Además, se destaca por la abundancia de formas epífitas, con troncos cubiertos hasta una altura aproximada de 3 metros por una densa capa de musgos y también de helechos, principalmente de la familia Hymenophyllaceae. Las orquídeas también están bien representadas, principalmente por especies del género *Pleurothallis* y otros géneros afines. Asimismo, en estos bosques se encuentran varias especies de Lycopodiaceae epífitas. Entre las especies arbóreas que componen este ecosistema se incluyen *Cleyera ekmanii* (O. C. Schmidt) Kobuski, *Clusia tetragymna* Vesque, *Haenianthus salicifolius* Griseb., *Juniperus saxicola* Britt. et Wils., *Lyonia turquini* (Small) Ekm. et Urb. y *Ternstroemia microcalyx* Krug. et Urb.



Figura 1. Distribución municipal de las formaciones forestales Monte Fresco y Monte Nublado (DNF, 2018).

En cuanto al Monte Fresco, Bisse (1988) señaló que esta formación vegetal se localiza en las alturas del macizo del Pico Turquino, especialmente en la exposición sur. Se trata de un monte bajo con una altura aproximada de 8 metros, que no puede clasificarse como Monte Nublado debido a que sus especies principales presentan rasgos más xeromorfos. Esta vegetación se asemeja a los charrascales por la presencia de bambusoideas rastreras, principalmente del género *Chusquea*, que la hacen casi impenetrable. Aunque el género *Arthrostyidium* también está presente, no es dominante. Entre las especies arbóreas que conforman este ecosistema se encuentran *Cinnamomum parviflorum* (Nees) Kosterm., *Cleyera niminimae* (Tul.) Krug. et Urb., *Clusia tetragymna* Vesque., *Cyrilla antillana* Michx., *Elaeagia cubensis* Britt., *Freziera grisebachii* Krug. et Urb., *Garrya fadyenii* Hook, *Haenianthus salicifolius* Griseb., *Henriettella ekmanii* Urb., *Laplacea angustifolia* (B. et W.) O. C. Sch., *Lyonia* spp., *Magnolia cacuminicola* Bisse, *Magnolia cubensis* Urb., *Maytenus splendens* Urb., *Meliosma oppositifolia* Griseb., *Nectandra reticularis* Britt. et Wils., *Ocotea* spp., *Persea anomala* Britt. et Wils., *Podocarpus ekmanii* Urb., *Torrallbasia cuneifolia* Kr. et Urb. y *Weinmannia pinnata* L.

Los informes sobre las existencias de estas dos formaciones forestales se presentan en la [Tabla 1](#). Por otro lado, la proyección del comportamiento de la temperatura ambiental futura se realizó para una cuadrícula de 25 x 25 km con un eje de coordenadas X-Y en los 19.939° N y los 76.86° W ([Figura 2](#)). Esta proyección se obtuvo a partir de simulaciones realizadas a nivel del mar con el modelo de circulación global HADGEM-ES, bajo el escenario RCP-8.5 propuesto por el IPCC (IPCC, 2008). Posteriormente, se aplicó una reducción de escala mediante el modelo climático regional PRECIS-CARIBE ([Centella et al., 2008](#)). Los datos del periodo de referencia 1997 (1990-2003) para la misma cuadrícula se obtuvieron mediante una técnica de reanálisis, debido a la falta de estaciones meteorológicas en la región evaluada.

Tabla 1. Existencia de los Bosques Nublados y Frescos en el país (ha) (DNF, 2016, 2018).

Formación	Provincia	Año		
		2015	2016	2017
B. Fresco	Granma	0,0	0,0	0,0
	S. de Cuba	606,0	606,0	606,0
	Total	606,0	606,0	606,0
B. Nublado	Granma	12 457,5	12 457,3	14 001,3
	S. de Cuba	1 349,4	1 349,4	1 349,4
	Total	13 806,9	13 806,7	15 350,7

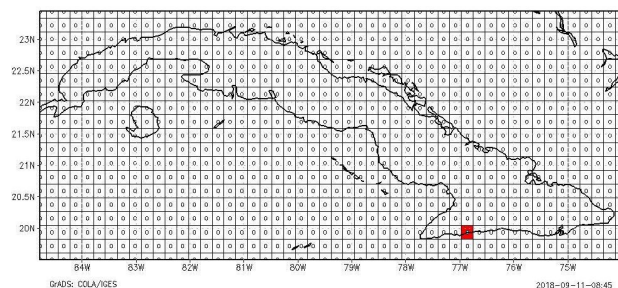


Figura 2. Cuadrícula de 25 x 25 km utilizada en el estudio de caso, con eje de coordenadas en los 19.939° N y 76.86° W. donde están situados el Pico Real del Turquino, La Bayamesa, el Pico Cuba y el Pico Martí, todos en la Sierra Maestra.

Los valores de temperatura, tanto para el periodo de referencia como para los escenarios, se ajustaron considerando una disminución de 1 °C por cada 100 m de altura. Este criterio fue establecido por [Bisse \(1988\)](#) para la Sierra Maestra. De esta manera, se garantizó la consistencia en el análisis de los datos térmicos en función de la altitud.

A partir de las bases de datos de los escenarios de temperatura mínima y máxima media mensual por año, se obtuvieron los valores medios mensuales para los periodos 2030 (2015-2045), 2050 (2035-2065) y 2075 (2060-2090). Estos cálculos incluyeron todos los meses del año, y la temperatura media se determinó como el promedio

entre las temperaturas máximas y mínimas. Este enfoque permitió una comparación sistemática de las condiciones térmicas proyectadas.

Los resultados de la comparación entre las temperaturas futuras y las del periodo de referencia se evaluaron en términos de la potencial migración altitudinal que podrían inducir en la distribución natural de las especies forestales arbóreas presentes en ambas formaciones naturales. Según [McCarthy et al. \(2001\)](#), un aumento de la temperatura media entre 1,0 y 3,5 °C equivaldría a un incremento en altitud de 150 a 550 m para las formaciones vegetales de montaña. Esto representa, en promedio, un ascenso de 15 m por cada 0,1 °C de aumento en la temperatura media, lo que subraya la sensibilidad de estos ecosistemas a los cambios climáticos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Temperatura mínima

A 1 000 msnm, durante el periodo de referencia, la temperatura mínima del aire osciló entre 8,00 °C en enero y 12,32 °C en agosto. Para el año 2030, se proyecta que estos valores se sitúen entre 8,77 °C en febrero y 12,72 °C en septiembre. En 2050, el rango aumentaría a entre 9,44 °C en febrero y 13,49 °C en septiembre, mientras que a fines de siglo se espera que la temperatura mínima varíe entre 10,98 °C en enero y 17,92 °C en septiembre. Esto implica que, mientras en 1997 la temperatura mínima media anual fue de 10,49 °C en esta zona de la Sierra Maestra, durante el presente siglo estos valores aumentarían desde 10,91 °C en 2030 hasta 13,12 °C en 2075, según el escenario considerado.

A 1 700 msnm, en el periodo de referencia, la temperatura mínima del aire fluctuó entre 1,00 °C en enero y 5,32 °C en agosto. Para 2030, se estima que estos valores se ubiquen entre 1,77 °C en febrero y 5,72 °C en septiembre. En 2050, el intervalo aumentaría a entre 2,44 °C en febrero y 6,49 °C en septiembre, y a fines de siglo se proyecta que la temperatura mínima varíe entre 3,98 °C en enero y 7,92 °C en septiembre. Esto sugiere que, mientras en 1997 la temperatura mínima media anual fue de 3,49 °C en esta área, durante el presente siglo estos valores aumentarían desde 3,91 °C en 2030 hasta 6,12 °C en 2075.

Temperatura máxima

A 1 000 msnm, en todos los periodos analizados, la temperatura máxima del aire presentó su valor mínimo en enero y su valor máximo en julio. En 1997, la temperatura varió entre 17,45 °C y 21,79 °C, mientras que para 2030 se proyecta un rango entre 18,3 °C y 21,9 °C. En 2050, se espera que los valores oscilen entre 19,4 °C y 22,8 °C, y para 2075 se estima un intervalo entre 20,7 °C y 25,0 °C. Esto indica que, mientras en 1997 la temperatura máxima media anual fue de 19,63 °C en esta zona, durante el presente siglo estos valores aumentarían desde 19,96 °C en 2030 hasta 22,46 °C en 2075.

Por otro lado, a 1 700 msnm, la temperatura máxima del aire también presentó su valor mínimo en enero y su valor máximo en julio en todos los períodos. En 1997, la temperatura varió entre 10,45 °C y 14,79 °C, mientras que para 2030 se proyecta un rango entre 11,32 °C y 14,88 °C. En 2050, se espera que los valores oscilen entre 12,36 °C y 15,76 °C, y para 2075 se estima un intervalo entre 13,70 °C y 17,98 °C. Esto sugiere que, mientras en 1997 la temperatura máxima media anual fue de 12,63 °C en esta área, durante el presente siglo estos valores aumentarían desde 12,96 °C en 2030 hasta 15,46 °C en 2075.

Impactos sobre las formaciones forestales Monte Nublado y Monte Fresco

La **Tabla 2** muestra los límites mínimo y máximo esperables para la temperatura media mensual del aire en los años correspondientes al período de referencia y a los plazos corto, mediano y largo, a diferentes altitudes. Por su parte, la **Tabla 3** presenta las variaciones de estos límites por período para ambas altitudes, en comparación con el período 1990-2003.

Tabla 2. Límites mensuales máximos esperables de la temperatura media del aire (°C) a diferentes altitudes, para diferentes períodos del siglo XXI, en la zona del Pico Real del Turquino.

Período	Año	A 1 000 msnm		A 1 700 msnm	
		Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
De referencia	1997	12,73	17,03	5,73	10,03
Corto plazo	2030	13,60	16,99	6,60	9,95
Mediano plazo	2050	14,43	17,86	7,43	10,81
Largo plazo	2075	15,84	19,63	8,84	12,63

Tabla 3. Variaciones esperables en la temperatura media, con respecto a 1997.

Mes	2030	2050	2070
Enero	0,87	1,70	3,11
Febrero	0,83	1,68	3,10
Marzo	0,62	1,47	2,89
Abril	0,13	0,96	2,31
Mayo	-0,06	0,75	2,00
Junio	-0,12	0,57	2,02
Julio	0,01	0,82	2,66
Agosto	-0,13	0,78	2,6
Septiembre	0,57	1,44	3,08
Octubre	0,47	1,41	2,85
Noviembre	0,52	1,44	2,81
Diciembre	0,77	1,88	3,34
Promedio Anual	0,38	1,25	2,73

En el caso de las temperaturas máximas esperables a corto plazo, los valores generados resultaron inferiores a los correspondientes al período de referencia. Esto se debe a que el escenario RCP-8.5, el más extremo, obtenido con el modelo de circulación global HADGEM-ES, alcanzó mejores predicciones para períodos más lejanos en el tiempo.

Según lo planteado por McCarthy et al. (2001) y tomando en consideración las variaciones de temperatura presentadas en la **Tabla 4**, es posible evaluar el potencial de migración altitudinal que estas variaciones podrían inducir sobre la distribución natural de las especies vegetales. Como resultado, se esperan desplazamientos altitudinales similares a los mostrados en la **Tabla 5**.

Tabla 4. Variaciones esperables de los límites de la temperatura media mensual del aire (°C) para ambas altitudes y para diferentes períodos del siglo XXI, en la zona del Pico Real del Turquino, con respecto al período de referencia.

Período	Año	Mín.	Máx.
De referencia	1997	0,00	0,00
Corto plazo	2030	0,87	-0,04
Mediano plazo	2050	1,70	0,83
Largo plazo	2075	3,11	2,60

Tabla 5. Variaciones altitudinales potenciales (en metros) para diferentes altitudes y diferentes períodos del siglo XXI, en la zona del Pico Real del Turquino, con respecto al período de referencia.

Período	AÑO	A 1 000 msnm	
		Mín.	Máx.
De referencia	1997	0,0	0,0
Corto plazo	2030	-6,0	130,5
Mediano plazo	2050	124,5	255,0
Largo plazo	2075	390,0	466,5

Utilizando las variaciones altitudinales potenciales presentadas en la **Tabla 5** y la información disponible sobre la distribución de las formaciones naturales Bosque Nublado y Bosque Fresco, se pueden estimar los riesgos que los aumentos de la temperatura media del aire en la Sierra Maestra generarían para su existencia. Estos resultados se detallan en la **Tabla 6**.

Los resultados presentados en la **Tabla 6** indican que, si la temperatura media anual del aire evoluciona según los escenarios y modelos proyectados, la formación forestal Monte Fresco enfrentará un riesgo significativo de desaparecer en algún momento posterior a la mitad del siglo actual. Este fenómeno se debería al desplazamiento altitudinal ascendente de sus especies, las cuales buscarían mantener su adaptación al ambiente en el que se desarrollan.

Tabla 6. Rangos potenciales de altura que pueden restarle a cada formación, en la medida que aumente la temperatura media del aire en la Sierra Maestra.

Altura máxima Pico Real del Turquino: 1 974 msnm	Referencia 1997	Corto plazo 2030		Mediano plazo 2050		Largo plazo 2075	
Formación	Espacio de ascenso disponible (m) por período, para cada formación						
		Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.
Monte Nublado > 1 000 m	974	980	844	850	719	584	508
Monte Fresco > 1 700 m	274	280	144	150	19	0	0

Cabe destacar que estas especies son endémicas de los cuatro mayores picos del país: Real del Turquino, Cuba, Bayamesa y Martí, todos ubicados en la Sierra Maestra.

En relación con la formación Monte Nublado, distribuida en las mayores elevaciones de la Sierra Maestra, en las provincias de Granma y Santiago de Cuba, se proyecta que, para finales del presente siglo, esta formación habrá ascendido entre un 40 % y un 47 % de la altura que actualmente ocupa. Este desplazamiento responde a la necesidad de mantener una adaptación ambiental estricta, ya que el 62 % de las especies que la componen son endémicas. Esta situación subraya la vulnerabilidad de la formación ante los cambios climáticos.

Álvarez (2010), citado por Álvarez & Mercadet (2011), informó en una evaluación previa de estas formaciones los resultados que se muestran en la Tabla 7. Dichos resultados se basaron en los escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero A2 y B2, con una resolución de 50 x 50 km. Al compararlos con los resultados actuales, obtenidos mediante escenarios de 25 x 25 km, se observa que, a corto y mediano plazos, se espera una migración altitudinal menos intensa. Sin embargo, a largo plazo, este comportamiento se invertiría, lo que sugiere un escenario más crítico en el futuro.

Estrategia de adaptación propuesta

En el caso de los Bosques Frescos, es necesario reconocer que su biodiversidad y recursos genéticos enfrentan un alto riesgo de extinción. Este riesgo se debe, por un lado, al impacto de factores climáticos cuya reversión parece prácticamente imposible en el plazo disponible y, por otro, a la alta especificidad de estas especies al ambiente que actualmente ocupan. Estas características

hacen que su conservación ex situ en Cuba resulte extraordinariamente difícil.

No obstante, aún existe tiempo suficiente para llevar a cabo un proceso exhaustivo de documentación sobre las características y peculiaridades de esta formación y sus especies. Este proceso podría aprovechar los recursos de las modernas tecnologías de la información para proteger el conocimiento sobre lo que existe actualmente y mantenerlo accesible para las generaciones futuras. Además, una parte importante de esta medida podría incluir la realización de investigaciones intensivas que amplíen el horizonte del conocimiento disponible sobre estos recursos.

La preservación física de los recursos biológicos y genéticos representa un desafío mayor, ya que su protección ex situ requeriría coordinaciones internacionales. Por un lado, sería necesario colaborar con países que posean ambientes similares a los de los picos más altos de la Sierra Maestra, con el fin de establecer áreas de conservación adecuadas, siempre que se logre la adaptación de las especies. Por otro lado, se requeriría la cooperación con entidades u organizaciones internacionales que cuenten con instalaciones tecnológicamente avanzadas para conservar recursos genéticos a largo plazo, ya sea en forma de semillas, polen, tejidos o células. Este proceso implicaría la recolección, preparación, traslado y conservación de dichos materiales, lo que demandaría tiempo y financiamiento considerables.

En el caso de los Bosques Nublados, las diferencias principales radican en que se dispone de más tiempo para actuar y en que una minoría de sus especies no son endémicas, compartiendo probablemente áreas de distribución con la formación Pluvivilva de Montaña. Por esta razón,

Tabla 7. Rangos potenciales de altura que pueden restarle a cada formación, en la medida que aumente la temperatura media del aire en la Sierra Maestra (Álvarez, 2010).

Altura máxima Pico Real del Turquino: 1 974 msnm	Referencia 1961-1990	Corto plazo 2030		Mediano plazo 2050		Largo plazo 2080	
Formación	Espacio de ascenso disponible (m) por período, para cada formación						
		Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.
Monte Nublado > 1 000 m	974	824	809	749	734	629	554
Monte Fresco > 1 700 m	274	124	109	49	34	- - -	- - -

las alternativas de adaptación incluyen las ya propuestas para los Bosques Frescos, con la adición de que, para las especies no endémicas, será posible proteger sus recursos en otras áreas nacionales del patrimonio forestal. Estas áreas podrían estar dentro del Sistema Nacional de Áreas Protegidas del país.

Una medida de adaptación que puede implementarse a corto plazo en ambas formaciones, sin requerir grandes esfuerzos ni recursos financieros, es la reorganización de su distribución por categorías boscosas. Esta reorganización consistiría en cambiar su clasificación a Bosques de Manejo Especial, lo que eliminaría toda actividad extractiva con fines comerciales. De esta manera, se preservarían sus existencias y se consolidarían como áreas dedicadas a la investigación, la conservación de la biodiversidad y la protección de los recursos genéticos que albergan.

CONCLUSIONES

1. El continuado aumento de la temperatura ambiental del país registrado durante el periodo 1951-2017 y su proyección de cambio futuro prevista por el escenario climático RCP-8.5, sugieren graves riesgos de extinción para las más altas formaciones forestales de montaña de Cuba: el Monte Fresco y el Monte Nublado.
2. El elevado nivel de endemismo característico de ambas formaciones dificulta considerablemente la protección efectiva de sus recursos fitogenéticos, en especial la de los arbóreos forestales, por lo que el empleo intensivo de las tecnologías de la información y la comunicación resultarían una alternativa apropiada para salvaguardar el conocimiento actual y futuro de tales recursos.

BIBLIOGRAFÍA

- Aitken, S., Yeaman, S., Holliday, J. A., Wang, T., & Curtis-McLane, S. (2005). *Adaptación, migración o extirpación: Impactos del cambio climático para las poblaciones forestales*. Blackwell Publishing Ltd.
- Álvarez, A. (2010). *Riesgo que enfrentan las formaciones de montaña por los efectos del cambio climático: El Bosque nublado y el Bosque fresco*. Suproyecto.
- Álvarez, A., & Mercadet, A. (2011). *El sector forestal cubano y el cambio climático*. Instituto Investigaciones Agro-Forestales.
- Bisse, J. (1988). *Árboles de Cuba*. Editorial Científico-Técnica.
- Borhidi, A. (1991). *Phytogeography and vegetation ecology of Cuba*. Akademiai Kiado. <https://cir.nii.ac.jp/crid/1130282269011777792>
- 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
- del Risco, E. (1995). *Los bosques de Cuba: Historia y características*. Editorial Científico-Técnica.
- DNF. (2016). *Base de datos del patrimonio forestal cubano al término del 2015*. MINAG, La Habana.
- DNF. (2018). *Base de datos del patrimonio forestal cubano al término del 2017*. MINAG, La Habana.
- Gómez, M. (2010). *Eventos extremos*. 4.
- INSMET. (2019). Tercera Comunicación Nacional a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. En *Variaciones y cambios observados en el clima en Cuba* (p. 11). Instituto de Meteorología.
- IPCC. (2008). *Intergovernmental panel on climate change* (p. 132). <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2001/04/doc3d.pdf>
- 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.