



Ra Ximhai

ISSN: 1665-0441

[raximhai@uaim.edu.mx](mailto:raximhai@uaim.edu.mx)

Universidad Autónoma Indígena de México  
México

Ajete-Hernández, Arlety; Álvarez-Brito, Arnaldo; Mercadet-Portillo, Alicia J.  
EVALUACIÓN DE IMPACTO Y ESTRATEGIA DE ADAPTACIÓN PARA LA EMPRESA FORESTAL  
INTEGRAL BARACOA, PROVINCIA GUANTÁNAMO, CUBA  
Ra Ximhai, vol. 5, núm. 3, septiembre-diciembre, 2009, pp. 271-279  
Universidad Autónoma Indígena de México  
El Fuerte, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46111817002>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica  
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal  
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

# **Ra Ximhai**

Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo  
Sustentable

Ra Ximhai  
Universidad Autónoma Indígena de México  
ISSN: 1665-0441  
México

2009

## **EVALUACIÓN DE IMPACTO Y ESTRATEGIA DE ADAPTACIÓN PARA LA EMPRESA FORESTAL INTEGRAL BARACOA, PROVINCIA GUANTÁNAMO, CUBA**

Arlety Ajete Hernández, Arnaldo Álvarez Brito y Alicia J. Mercadet Portillo

Ra Ximhai, septiembre-diciembre, año/Vol. 5, Número 3

Universidad Autónoma Indígena de México

Mochicahui, El Fuerte, Sinaloa. pp. 271-279



**e-revist@s**

## EVALUACIÓN DE IMPACTO Y ESTRATEGIA DE ADAPTACIÓN PARA LA EMPRESA FORESTAL INTEGRAL BARACOA, PROVINCIA GUANTÁNAMO, CUBA

### IMPACT EVALUATION AND STRATEGY OF ADAPTATION FOR THE INTEGRAL FOREST ENTERPRISE BARACOA, GUANTÁNAMO PROVINCE, CUBA

Arlety Ajete-Hernández<sup>1</sup>, Arnaldo Álvarez-Brito<sup>2</sup> y Alicia J. Mercadet-Portillo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Investigador Agregado; Instituto de Investigaciones Forestales, Estación Experimental Forestal Baracoa; Paso de Cuba, Baracoa, Guantánamo, C.P. 97 310. [baracoa@forestales.co.cu](mailto:baracoa@forestales.co.cu) <sup>2</sup>Investigador Titular; Inst. Invest. Forestales, Sede Central; Calle 174 No. 1723 e/17B y 17C, Siboney, Playa, C. Habana, Cuba; [archie@minag.cu](mailto:archie@minag.cu); tel. (053-7) 8845574; [mercadet@forestales.co.cu](mailto:mercadet@forestales.co.cu); tel. (053-7) 2082554.

#### RESUMEN

Empleando el sistema de modelado climático PRECIS con los escenarios de emisiones A2 y B1, altitudes a 0 y 850 m snm, los años 2011, 2015, 2020, 2025 y 2029, y las variables temperatura promedio, temperatura mínima y pluviosidad, fueron generados 60 escenarios climáticos para la región comprendida entre los 20 – 21° N y los 74 – 75° W, área donde se encuentra incluida la Empresa Forestal Integral Baracoa, de la provincia Guantánamo. A partir de los escenarios obtenidos se caracterizaron las variaciones espacio-temporales de las variables climáticas consideradas, valorándose sus posibles efectos sobre las principales especies forestales arbóreas reportadas en el área de la Empresa, identificándose riesgos de extinción para 23 especies endémicas y exclusivas de la formación Pluvivilva de Montaña, de las que dos están protegidas por la Ley Forestal. Tomando en consideración los riesgos que enfrentan esos *taxa*, fue diseñada una estrategia de adaptación basada en la conservación *ex situ* de sus recursos genéticos, especificándose los aspectos que serán necesarios abordar para su implementación.

**Palabras claves:** cambio climático, impactos, temperatura, biodiversidad, adaptación

#### SUMMARY

Using the system of climatic modeling PRECIS with the scenarios of emissions A2 and B1, altitudes to 0 and 850 m snm, the years 2011, 2015, 2020, 2025 and 2029, and the variable average temperature, minimum temperature and rainfall, 60 climatic scenarios were generated for the region understood between the 20 – 21° N y los 74 – 75° W, this area includes the Integral Forest Enterprise Baracoa, of Guantánamo county. Starting from the obtained scenarios were characterized the space-temporary variations of the considered climatic variables, the possible effects on the main forest species reported in the surrounding area of the enterprise, was identified a risk of extinction for 23 endemic species exclusive for rainfall mountain, among them two are being protected by Forest Law. Considering the risk that face those *taxa*, was designed a strategy of adaptation based on *ex situ* conservation of their genetic resources, specifying the aspects needed to be aboard for its implementation.

**Key words:** climatic change, impacts, temperature, biodiversity, adaptation.

#### INTRODUCCION

El Panel Intergubernamental de Cambio Climático reportó entre sus consideraciones (IPCC, 2001), que un calentamiento medio de 1,0 a 3,5 °C durante el presente siglo, equivaldría a un aumento en altitud entre 150 y 550 m para las formaciones vegetales de montaña.

En tal sentido Vila (inédito) cita los resultados de un grupo de científicos que en los Alpes austriacos descubrieron que algunas especies vegetales alpinas habían "emigrado" hacia zonas más altas a velocidades que iban de menos de un metro a casi cuatro metros al año durante el último siglo, al tiempo que la temperatura de los Alpes centrales aumentó 0.7 °C en ese mismo período. Al respecto plantea que esta tendencia migratoria en latitud ó altitud haría a muchas especies forestales más vulnerables, ya que con independencia de otros factores, tales movimientos desestabilizan el equilibrio biológico de las poblaciones, las que se vuelven más sensibles a la acción de agentes nocivos tales como las plagas.

En relación con esto Paz (2007), planteó que en la segunda mitad de la pasada centuria ocurrieron en nuestro archipiélago variaciones significativas del clima, el cual muestra una tendencia a ser más cálido, siendo las manifestaciones más evidentes de ese proceso el aumento de 0.5 °C en la temperatura media superficial del aire y de 1.4 °C en los valores promedios de la mínima; lo que se traduce en una sensible reducción de la diferencia de temperatura entre la noche y el día.

Por otra parte, el Instituto de Meteorología de Cuba (INSMET, 1999) ha planteado que de forma general se espera que el clima del país

evolucione en el futuro hacia una mayor aridez, debido a la acción combinada del aumento de la temperatura y de la disminución de las lluvias, lo que también ha sido corroborado recientemente por García (2008), quien informó que el acumulado anual de lluvias del país había disminuido en 300 mm con respecto a su estimación anterior.

El territorio administrado por la Empresa Forestal Integral (EFI) Baracoa se caracteriza, entre otros aspectos, por constituir una de las zonas de mayor diversidad biológica del país, encontrándose allí el parque nacional “Alejandro de Humboldt”, área natural especialmente dedicada a la conservación.

La temperatura media anual en las zonas llanas de Cuba tiene poca variación, pues mientras que en la región suroriental oscila entre 27-28 °C, desde la región centro-oriental hasta la central promedia entre 25-26 °C, llegando hasta los 24-25 °C en la región occidental (Borhidi, 1991; INSMET, 2007), en tanto que en las zonas costeras la temperatura es algo más alta, a causa del efecto moderador del mar.

Tal uniformidad explica por qué la temperatura no desempeña un papel importante en la distribución de los bosques cubanos en zonas llanas (Del Risco, 1995); sin embargo, en las zonas montañosas hay una mayor variación de las temperaturas. En los sistemas montañosos cercanos a la costa sur, como es el caso de la Sierra Maestra y el macizo de Guamuhaya, disminuye aproximadamente 0.9 °C por cada 100 m de altura, mientras que en el caso de las montañas que se encuentran cercanas a la costa norte, como el macizo Sagua-Nipe-Baracoa, esta disminución es sólo de 0.6 °C por cada 100 m de altura (Borhidi y Muñiz, 1984).

La conjunción de los elementos antes expuestos indican que la región atendida por la EFI Baracoa, caracterizada por una acentuada riqueza de su diversidad biológica, estaría expuesta a los impactos derivados del aumento de la temperatura del aire y de la disminución de las lluvias provocados por el incremento de la concentración de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera, lo que podría provocar un desplazamiento altitudinal hacia cotas superiores de los recursos forestales arbóreos de

sus regiones montañosas, colocando en especial riesgo a las especies endémicas y protegidas allí existentes, constituyendo la evaluación de dicha hipótesis y la formulación de una estrategia de adaptación para la disminución de tales impactos lo cual es el objetivo del presente trabajo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### ➤ Caracterización de la Empresa Forestal Integral Baracoa

La EFIBaracoa se encuentra ubicada en la parte norte del extremo más oriental de la provincia de Guantánamo, ubicada entre los 20,16 y los 20,55° N y entre los 74,29 y los 74,79° W, limita al Norte con el océano Atlántico, al Este con el municipio Maisí, al Sur con los municipios Imías y San Antonio del Sur, al Suroeste con el municipio Yateras y al Noroeste con el municipio Moa, de la provincia Holguín.

Según MINAG (2002) la EFI Baracoa cuenta con una superficie de 54 144 ha, las cuales son presentadas en la Figura 1. Sus bosques naturales con un 72.9 %del total de la masa forestal, están representados por 8 formaciones boscosas, entre las que se encuentran pinar (PN), manglar (MG), uveral (UV), semicaducifolio sobre suelo ácido (Scf-a), semicaducifolio sobre suelo de mal drenaje (Scf-md), semicaducifolio sobre suelo calizo (Scf-c), pluvisilva (PVS) y pluvisilva de montaña (PVS-M) (Bisse, 1998).

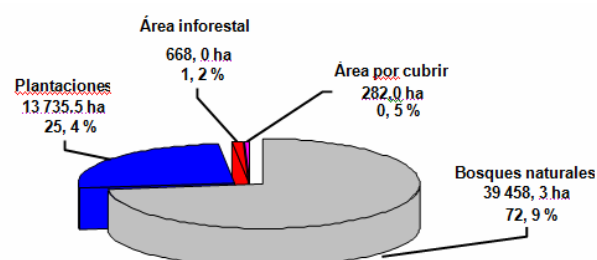


Figura 1. Composición boscosa de la EFI Baracoa.

### ➤ Escenarios climáticos utilizados

Para determinar los posibles impactos del cambio climático sobre la diversidad biológica del territorio de la empresa, y tomando en consideración los aumentos de temperatura reportados por el IPCC (2001); se tomaron los escenarios climáticos (A2 y B1) establecidos por el IPCC (1998). Partiendo de estos escenarios, fue utilizado el sistema PRECIS (Suministrador de Climas Regionales para los Estudios de

Impacto), es un sistema de modelado climático regional derivado del modelo de clima global (GCM) de tercera generación del Hadley Centre en el Reino Unido, accesible en Internet y habilitado para computadoras personales, para facilitar su empleo en los países No Anexo I de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (INSMET, 2008).

El sistema, facilitado por el Instituto de Meteorología de Cuba y restringido al área del Caribe (5-33° N y 60-110° W), genera modelos de comportamiento para diferentes variables climáticas bajo dos escenarios de emisiones de GEI: A2 y B1, en comparación con su respectivo comportamiento promedio durante el período 1961-1990, para un marco temporal entre enero de 2011 y diciembre de 2029, con una variación altitudinal comprendida en el nivel del mar y 850 m snm y con una resolución de cuadrícula de 50 km<sup>2</sup>, lo que lo hace especialmente útil para su empleo por pequeños países insulares.

A partir de esa información y trabajando con el sistema, se generaron 60 escenarios climáticos para la zona de la empresa, con vistas a orientar la primera parte de la valoración de impactos hacia el problema de la diversidad biológica (Cuadro 1). Teniendo en cuenta las limitaciones establecidas por el sistema, se obtuvieron para el área comprendida entre los 20-21° N y los 74-75° W, bajo los escenarios de emisiones A2 y B1 los siguientes escenarios climáticos: Comportamiento de la temperatura media del aire (°C); Comportamiento de la temperatura mínima del aire (°C); Comportamiento de la proporción de precipitación total (mm/día); todos a nivel del mar y a 850 m snm, para enero del 2011, del 2020 y diciembre del 2029.

Cuadro 1. Escenarios climáticos generados para el área de la EFI Baracoa.

Escenarios	Variables climáticas	Altura geopotencial (m)	Años
A2	Temperatura Media Aire (°C)	0	2011
	Temperatura Mínima Aire (°C)		2020
B1	Temperatura Mínima Aire (°C)	850	2029

Los escenarios de emisiones que ofrece el sistema PRECIS son contrapuestos: En tanto el A2 describe un mundo muy heterogéneo, el B1 describe un mundo convergente, por lo que la valoración de ambos cubre los extremos máximo y mínimo de emisiones esperables en el futuro. Las variables climáticas fueron escogidas en concordancia con los aspectos señalados por la literatura como elementos para determinar la modificación de la distribución espacial de las especies; las altitudes escogidas fueron las cotas mínima y máxima (con excepciones puntuales) reportadas para la región de estudio, de manera que facilitaran información sobre la variación de la altura neopotencial de la variable climática, en tanto que los años fueron seleccionados de manera tal que permitieran obtener una expresión apropiada de la variación temporal ocurrida con la variable climática.

Los escenarios climáticos obtenidos fueron analizados de manera integrada por variable climática, considerando sus patrones de variación de la altura geopotencial y temporal para el área de estudio y los resultados alcanzados con las temperaturas fueron valorados en términos de la potencial migración altitudinal que pudieran inducir sobre la distribución natural de las especies forestales arbóreas existentes en la EFI Baracoa, en especial las endémicas y las protegidas, efecto complementado por la acción de la variación reportada para la disponibilidad de agua.

Una vez identificados los escenarios climáticos que pueden ocurrir en el área de la Empresa y el impacto que los mismos pueden originar sobre los recursos genéticos forestales y la diversidad biológica en ese territorio, se formuló una primera alternativa de la estrategia de adaptación a seguir por la empresa para minimizar sus efectos negativos.

## DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los resultados alcanzados para parte de los escenarios climáticos generados con el sistema PRECIS son presentados en las Figura 2, 3 y 4 sintetizándose el comportamiento de los diferentes escenarios climáticos generados con respecto al período 1961-1990 en la región de estudio para ambos escenarios de emisiones (A2 y B1), alturas geopotenciales (0 y 850 m snm) y

el marco temporal evaluado (2011-2020-2029), omitiéndose la presentación y análisis de los escenarios correspondientes a los años 2015 y 2025 porque no añadían información relevante para el objetivo perseguido, ni modificaban los resultados que se presentan.

## 1. Temperatura Media Superficial (°C) (Figura 3)

### a) Escenario de emisión A2

- Enero del 2011: Tanto a nivel del mar como a 850 m snm, toda la región de estudio presentará un incremento del valor de esta variable con respecto al período 1961-1990 entre 0,35 y 0,40 °C en la región costera, mientras que hacia el interior del territorio el aumento estará acotado entre 0,20 y 0,30 °C (Esc. 01 y 06).
- Enero del 2020: Tanto a nivel del mar como a 850 m snm, la región de estudio presentará en la zona costera un aumento de temperatura entre 0,80 °C en el área cercana a La Boruga (20,3° N-74,4° W) y 0,95 °C en la zona limítrofe con Holguín (alrededores de Nibujón: 20,5° N y 74,65° W), mientras que hacia el interior del territorio, al SW de la ciudad de Baracoa, ocurrirá una elevación gradual del aumento de temperatura hasta alcanzar entre 1,00 y 1,10 °C (20,3° N-74,7° W) (Esc. 03 y 08).
- Diciembre del 2029: Tanto a nivel del mar como a 850 m snm, la región presentará en la zona costera una gama de aumentos de temperatura que tendrán su valor mínimo en La Boruga, con 0,80 °C, ascendiendo a lo largo de la costa hasta alcanzar un aumento máximo de 1,00 °C al NW de Nibujón, en los límites con Holguín, mientras que hacia el interior del territorio, al WSW de la ciudad de Baracoa, los aumentos de la temperatura se elevarán paulatinamente hasta alcanzar entre 1,05 y 1,10 °C (20,3° N-74,8° W) (Esc. 05 y 10).

### a) Escenario de emisión B1

- Enero del 2011: Tanto a nivel del mar como a 850 m snm, toda la región de estudio presentará un incremento del valor de esta variable con respecto al período 1961-1990 entre 0,35 y 0,40 °C en la región costera, mientras que hacia el interior del territorio el aumento estará acotado entre 0,15 y 0,20 °C (Esc. 31 y 36).

- Enero del 2020: Tanto a nivel del mar como a 850 m snm, la región de estudio presentará en la región costera un aumento de temperatura entre 0,70 °C en el área cercana a La Boruga y 0,85 °C en la zona limítrofe con Holguín (alrededores de Nibujón), mientras que hacia el interior del territorio, al WSW de la ciudad de Baracoa, ocurrirá una elevación gradual del aumento de temperatura hasta alcanzar entre 0,95 y 1,00 °C (20,3° N-74,8° W) (Esc. 33 y 38).
- Diciembre del 2029: Tanto a nivel del mar como a 850 m snm, la región presentará en la región costera una gama de aumentos de temperatura que tendrán su valor mínimo en La Boruga, con 0,75 °C, ascendiendo a lo largo de la costa hasta alcanzar un aumento máximo de 0,90 °C al NW de Nibujón, en los límites con Holguín, mientras que hacia el interior del territorio, al WSW de la ciudad de Baracoa, los aumentos de la temperatura se elevarán paulatinamente hasta alcanzar entre 0,95 y 1,00 °C (20,3° N y 74,7° W) (Esc. 35 y 40).

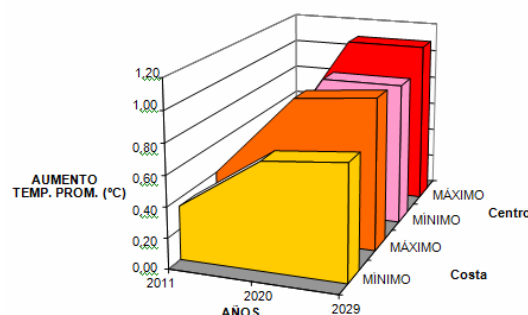


Figura 2. Resumen general del aumento esperable en la temperatura media superficial, con respecto al período 1961 – 1990.

## 2. Temperatura Mínima Superficial (°C) (Figura 3)

### b) Escenario de emisión A2

- Enero del 2011: Tanto a nivel del mar como a 850 m snm, la región de estudio presentará en la zona costera un aumento de temperatura entre 0,48 °C en el área cercana a La Boruga (20,3° N – 74,4° W) y algo menos de 0,54 °C en la zona limítrofe con Holguín (alrededores de Nibujón: 20,5° N y 74,65° W), mientras que hacia el interior del territorio, al WSW de la ciudad de Baracoa, ocurrirá una elevación gradual del aumento

de temperatura hasta alcanzar entre 0,54 y 0,57 °C (20,3° N-74,7° W) (Esc. 11 y 16).

- Enero del 2020: Tanto a nivel del mar como a 850 m snm, la región de estudio presentará en la zona costera un aumento de temperatura entre 0,63 °C en el área cercana a La Boruga y unos 0,67 °C en la zona limítrofe con Holguín (alrededores de Nibujón), mientras que en todo el interior del territorio se mantendrá un aumento de temperatura de igual valor (0,67 °C) (Esc. 13 y 18).
- Diciembre del 2029: Tanto a nivel del mar como a 850 m snm, la región presentará en la zona costera una gama de aumentos de temperatura que tendrán su valor mínimo en La Boruga, con 0,73 °C, ascendiendo a lo largo de la costa hasta alcanzar un aumento máximo de 0,80 °C en Nibujón, en los límites con Holguín, mientras que hacia el interior del territorio, al WSW de la ciudad de Baracoa, los aumentos de la temperatura se elevarán paulatinamente hasta alcanzar entre 0,75 y 0,80 °C (20,3° N-74,7° W) (Esc. 15 y 20).

### c) Escenario de emisión B1

- Enero del 2011: Tanto a nivel del mar como a 850 m snm, la región de estudio presentará en la zona costera un aumento de temperatura entre 0,42 °C en el área cercana a La Boruga y algo menos de 0,48 °C en la zona limítrofe con Holguín (alrededores de Nibujón), mientras que hacia el interior del territorio, al WSW de la ciudad de Baracoa, ocurrirá una elevación gradual del aumento de temperatura hasta alcanzar entre 0,48 y 0,51 °C (Esc. 41 y 46).
- Enero del 2020: Tanto a nivel del mar como a 850 m snm, la región de estudio presentará en la zona costera un aumento de temperatura entre 0,55 °C en el área cercana a La Boruga y unos 0,60 °C en la zona limítrofe con Holguín (alrededores de Nibujón), mientras que hacia el interior del territorio, al W de la ciudad de Baracoa, ocurrirá una elevación gradual del aumento de temperatura hasta alcanzar entre 0,63 y 0,66 °C (20,35° N y 74,7° W) (Esc. 43 y 48).
- Diciembre del 2029: Tanto a nivel del mar como a 850 m snm, la región presentará en la zona costera una gama de aumentos de temperatura que tendrán su valor mínimo en

La Boruga, con 0,65 °C, ascendiendo a lo largo de la costa hasta alcanzar un aumento máximo de 0,73 °C en Nibujón, en los límites con Holguín, mientras que hacia el interior del territorio, al SW de la ciudad de Baracoa, los aumentos de la temperatura se elevarán paulatinamente hasta alcanzar entre 0,70 y 0,75 °C (20,3° N-74,7° W) (Esc. 45 y 50).

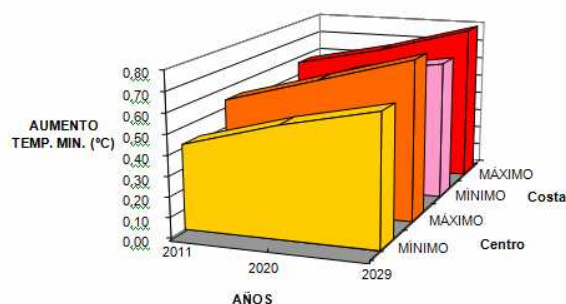


Figura 3. Resumen general del aumento esperable en la temperatura mínima superficial, con respecto al período 1961 – 1990.

Los resultados expuestos sobre el aumento de ambas temperaturas (media y mínima) bajo los dos escenarios, indican que en general deben esperarse aumentos entre 0,48 y 0,88 °C en la costa y entre 0,53 y 1,03 °C en el centro, para el período 2011-2029 (Figura 4).

Ello evidencia que, con la excepción de la temperatura media de la zona central en el 2011, todos los restantes aumentos de temperatura serán siempre mayores en las áreas centrales del territorio de la EFI Baracoa (caracterizada por ser un área montañosa), que en las áreas costeras y que en general todo el territorio de la Empresa evolucionará hacia un clima más caliente que el registrado en el período 1961-1990.

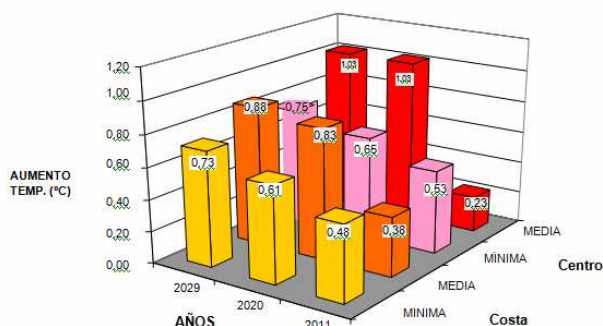


Figura 4. Comportamiento general del aumento de las temperaturas mínima y promedio, en diferentes lugares, durante el período temporal analizado.

### 3. Proporción de la precipitación total (mm/día) (Figura 5)

#### a) Escenario de emisión A2

- Enero del 2011: Tanto a nivel del mar como a 850 m snm, toda la región de estudio presentará un aumento de las lluvias entre 0,10-0,20 mm/día, con respecto al período 1961-1990 (Esc. 21 y 26).
- Enero del 2020: Tanto a nivel del mar como a 850 m snm, toda la región de estudio presentará una disminución de las lluvias con respecto al período 1961-1990. En la región costera, desde los 20,4° N (aproximadamente, donde está el poblado de Duaba) y la costa hasta el límite con Holguín, las lluvias disminuirán entre 0,60-0,70 mm/día, mientras que hacia el interior del territorio de la Empresa la disminución será menor, variando entre 0,50- 0,60 mm/día (Esc. 23 y 28).
- Diciembre del 2029: Tanto a nivel del mar como a 850 m snm, se producirá un nuevo aumento de las lluvias. En los 20,5° N y los 74,7° W (poblado de Nibujón y sus alrededores) las lluvias aumentarán entre 0,20-0,25 mm/día con respecto al período 1961-1990, mientras que en el resto del territorio de la Empresa el aumento variará entre 0,15-0,20 mm/día (Esc. 25 y 30).

#### b) Escenario de emisión B1

- Enero del 2011: Tanto a nivel del mar como a 850 m snm, toda la región de estudio presentará un aumento de las lluvias entre 0,10-0,20 mm/día, con respecto al período 1961-1990 (Esc. 51 y 56).
- Enero del 2020: Tanto a nivel del mar como a 850 m snm, toda la región de estudio presentará una disminución de las lluvias con respecto al período 1961-1990. En la región costera, las lluvias disminuirán entre 0,50-0,65 mm/día, mientras que hacia el interior del territorio de la Empresa la disminución será menor, variando entre 0,45-0,50 mm/día (Esc. 53 y 58).
- Diciembre del 2029: Tanto a nivel del mar como a 850 m snm, se producirá un nuevo aumento de las lluvias con respecto al período 1961-1990, entre 0,10-0,20 mm/día (Esc. 55 y 60).

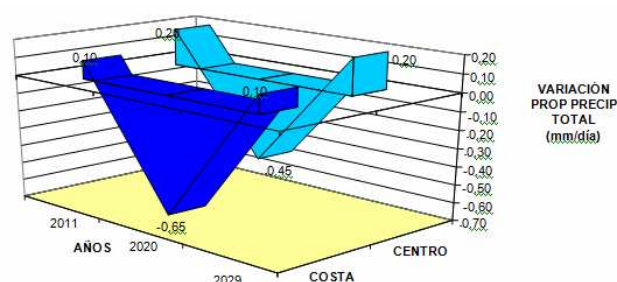


Figura 5. Resumen general de la variación esperable en la proporción de la precipitación total con respecto al período 1961 – 1990.

De manera global se puede plantear que con independencia de los escenarios de emisiones utilizados, de las altitudes valoradas y de los años considerados, la tendencia climática futura del territorio comprendido por la Empresa Forestal Integral Baracoa (hasta fines del 2029) será una evolución general hacia un clima más cálido y menos húmedo, donde las regiones montañosas presentarán mayores aumentos de temperatura y menores reducciones de las lluvias que las costeras.

Una vez identificadas las posibles alternativas climáticas, se procedió entonces a determinar que impactos provocarían una evolución climática como esa sobre la diversidad biológica de las especies forestales arbóreas existentes en el territorio de la EFI Baracoa, teniendo en cuenta que según (IPCC, 2001), un aumento de la temperatura media de 1,0 a 3,5 °C, equivaldría a un aumento en altitud entre 150 y 550 m para las formaciones vegetales de montaña, lo que aproximadamente representa un aumento medio de altitud de 15 m por cada 0,1 °C de aumento en la temperatura media.

Tomando en consideración el elemento anterior y los resultados presentados en la Figura 5, se establecieron los rangos de desplazamiento en las especies propias de las montañas de la región presentados en la Cuadro 3.

Cuadro 2. Rangos de desplazamiento altitudinal esperable en las especies forestales arbóreas propias de las regiones montañosas en la EFI Baracoa, durante el período 2011 – 2029.

Periodo	Aumento de la temperatura media en la zona central de la empresa (°C)		Rangos de desplazamientos (m)	
	Escenarios de emisión		Escenarios de emisión	
	A2	B1	A2	B1
Enero 2011	0.54 – 0.57	0.48 – 0.51	81.0 – 85.5	72.0 – 76.5
Enero 2020	0.67	0.63 – 0.66	100.5	94.5 – 99.0
Diciembre 2029	0.75 – 0.80	0.70 – 0.75	112.5 – 120.0	105.0 – 112.5

Hasta principios del 2011 el rango de distribución altitudinal de las especies de montaña podría presentar un desplazamiento entre 72 y 85 m hacia la cima, en dependencia del escenario de emisiones valorado, corrimiento que a principios del 2020 pudiera alcanzar entre 94 y 100 m para, al final del 2029 llegar a un máximo entre 105 y 120 m.

Si, como señalara Bisse (1988), se toma en cuenta que con la excepción del NW de la región oriental del país (área de Nipe - Sagua), la formación Pluvilsilva de Montaña se encuentra en las montañas por encima de 600 m snm y las zonas montañosas del área de Baracoa excepcionalmente superan los 850 m snm, entonces un desplazamiento altitudinal hacia la cima entre 70 y 120 m para los años 2011 al 2029 podría colocar en grave riesgo los recursos genéticos de las 37 especies identificadas como exclusivas de esa formación en la Empresa, afectando con ello también la diversidad biológica de la región, riesgo cuya intensidad crecería en la medida en que la especificidad de su distribución aumentara y/o la abundancia de sus existencias físicas disminuyera, situación que se agudizaría de forma creciente más allá del 2029, en caso que la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera mantuviera el patrón de aumento actualmente considerado, pudiendo dar lugar incluso, a la extinción de varios de estos taxones.

A los efectos de la temperatura, habría que añadir además el de la disminución de las lluvias en las regiones montañosas del área de la Empresa, del orden de los 164 mm anuales en el 2020. Dadas las características del régimen pluviométrico de la región de Baracoa, el mayor de Cuba y del orden de los 2000 mm anuales, una reducción

equivalente al 8% del total no significaría una modificación drástica de la disponibilidad de agua o de la humedad en la región, tampoco acrecentaría los riesgos potenciales de incendios, sin embargo, estas 37 especies, bajo el estrés térmico causado por el aumento de la temperatura se verán obligadas a reducir su evapotranspiración por una parte y a modificar su área altitudinal de distribución por otra, lo que propiciaría un estado de alteración de sus respectivos equilibrios poblacionales; si a ello se adiciona la interacción que pudiera originar una pequeña disminución de la disponibilidad de agua, entonces podría originarse una magnificación del impacto general causado, razón esta por lo que la ligera disminución de la lluvia no debe ser desestimada. En base al análisis anterior se consideró que en el área de la EFI Baracoa las especies forestales arbóreas que enfrentan los máximos riesgos de extinción ante el calentamiento global son:

- **Primer grupo:** Especies bajo protección por la Ley Forestal, endémicas, exclusivas de la formación Pluvilsilva de Montaña y reportadas para Baracoa (*Magnolia cacuminicola* Bisse; *Victorinia regina* (Leon) Leon).
- **Segundo grupo:** Especie bajo protección por la Ley Forestal, endémica, exclusiva de la formación PVS-M y reportada para el Norte de la región oriental (*Pera ekmanii* Urb.).
- **Tercer grupo:** Especies endémicas, exclusivas de la formación PVS-M y reportadas para Baracoa (*Bonnetia cubensis* (Britt.) Howard; *Henriettella acunae* Alain; *Laplacea moaensis* M. Vict.; *Ocotea moaensis* Bisse; *Podocarpus ekmanii* Urb.).

- **Cuarto grupo:** Especies endémicas, exclusivas de la formación PVS-M y especies reportadas para el Norte de la región oriental (*Ardisia grisebachiana* (Kuntze) Alain; *Byrsonima biflora* Griseb; *Calophyllum utile* Bisse; *Coccoloba costata* Wr. ex Sauvalle; *Erythroxylon longipes* O. E. Schulz; *Guapira rufescens* (Griseb) Lundell; *Guatteria cubensis* Bisse; *Haenianthus variifolius* Urb.; *Hyeronima nipensis* Urb.; *Linociera cubensis* (P. Wils.) Urb.; *Magnolia cristalensis* Bisse; *Maytenus loeseneri* Urb.; *Mettenia acutifolia* Britt. et Wils.; *Terminalia nipensis* Alain; *Terminalia orientensis* Monachino).

Los resultados de los escenarios climáticos que pueden ocurrir en el área de la Empresa y el impacto que los mismos pueden originar sobre los recursos genéticos forestales y la diversidad biológica en ese territorio, concibieron el establecimiento de una primera alternativa de la estrategia de adaptación que se sugiere adoptar para minimizar sus efectos negativos.

### Estrategia de adaptación

Estaría fundamentalmente orientada hacia la conservación *ex situ* de los recursos amenazados, empleando para ello no solo los jardines botánicos y la conservación *in vivo* en otros lugares, sino también técnicas de conservación a largo plazo de material propagativo que incluyan polen, semillas y tejidos. No obstante, ello requerirá en primera instancia la localización sobre el terreno de ejemplares de cada una de estas especies y la determinación de su abundancia relativa; la identificación de su fenología; la recolección de material propagativo (polen, semillas y tejidos) y la identificación de su manejo o beneficio, para finalmente acometer la determinación del protocolo de conservación a seguir para cada especie y material propagativo. La mayor parte de los aspectos antes señalados hoy no se conocen en lo absoluto para estas especies o se conocen insuficientemente, por lo que también como parte de la estrategia de adaptación habrá que desarrollar un programa de investigación que permita dar respuesta a todos los elementos necesarios.

Por otra parte, la conservación *in vivo* de estos taxones requerirá el previo conocimiento de la variabilidad intraespecífica de cada uno, a fin de

que ella quede adecuadamente representada en las áreas de conservación que se establezcan, objetivo para el cual será preciso también poner a punto las técnicas de manejo en vivero y plantación, para que las áreas que se creen alcancen la supervivencia necesaria.

### CONCLUSIONES

- La tendencia climática futura del territorio comprendido por la Empresa Forestal Integral Baracoa (hasta fines del 2029) será una evolución general hacia un clima más cálido y menos húmedo, donde las regiones montañosas presentarán mayores aumentos de temperatura y menores reducciones de las lluvias que las costeras.
- Un desplazamiento altitudinal hacia la cima entre 70 y 120 m para los años 2011 al 2029 podría colocar en grave riesgo los recursos genéticos de las 37 especies identificadas como exclusivas de las Pluvsilvas de montaña de la Empresa, afectando con ello también la diversidad biológica de la región.
- Una primera alternativa de la estrategia de adaptación estaría fundamentalmente orientada hacia la conservación *ex situ* de los recursos amenazados, para lo cual habrá que desarrollar un programa de investigación que permita dar respuesta a todos los elementos necesarios.

### LITERATURA CITADA

- Bisse, J. 1988. **Árboles de Cuba**. Ed. Científico-Técnica, La Habana. 384 p.
- Borhidi, A. 1991. **Phytogeography and vegetation ecology of Cuba**. Akadémiai Kiadó. Budapest, 858 p.
- Del Risco, E. 1995. **Los bosques de Cuba. Su historia y características**. Ed. Científico-Técnica. La Habana, 93 p.
- García, J.M. 2008. **Panel sobre Recursos Hídricos**. Taller del Programa Nacional de Cambios Globales. Acuario Nacional, C. Habana, 25 y 26 de marzo del 2008.
- INSMET. 1999. **Impactos del Cambio Climático y Medidas de Adaptación en Cuba**. Informe final del Proyecto No. 01301019 del Programa Nacional de Ciencia y Técnica "Los Cambios Globales y el Medio Ambiente Cubano", 180 p.
- INSMET. 2007. **Centro de Clima. Base de datos de factores climáticos comprendidos en el período 1980-2007**.

- INSMET. 2008. **Suministrador de Climas Regionales para los Estudios de Impacto»**. (En línea). Disponible en <http://precis.insmet.cu/Precis-Caribe.htm>.
- IPCC. 1998. **Reporte Especial sobre los Escenarios de Emisión**. 34 p
- IPPC. 2001. **Climatic Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability**. Summary for Policymakers, 18 p.
- MINAG. 1995. **Bosques naturales por empresas forestales**. Servicio Estatal Forestal.
- MINAG. 2002. **Proyecto de ordenación forestal de la EFI Baracoa**. Servicio Estatal Forestal.
- Paz, L. 2007. **Más cálido el clima de Cuba**. Diario *Granma*, 4 de julio de 2007. Año 11 núm. 185 p. 1.
- Vila, I. s/a. **Inédito. Informe Final Subproyecto 11.69.02. Vulnerabilidad de los bosques naturales a las plagas forestales bajo la influencia del cambio climático**. Primera aproximación. Instituto Investigaciones Forestales, C. Habana. 10 p.

**Arlety Ajete Hernández**

Ingeniera Forestal. Investigador Agregado en el Instituto de Investigaciones Forestales. Miembro del Grupo nacional sobre cambio climático para el sector forestal y publicaciones recientes en revistas nacionales e internacionales relacionadas al cambio climático.

**Arnaldo F. Álvarez Brito**

Licenciado en Ciencias Biológicas en la Universidad de La Habana. Realizó una especialización en Bioestadística, Computación y Genética Forestal en el Instituto Forestal de la Universidad de Oxford, Inglaterra, realizando como parte de él pasantías en Francia, Suecia y México; en 1984 obtuvo el grado de Doctor en Ciencias Forestales en la Universidad Técnica de Dresden, Alemania; obtuvo en 1996 la categoría de Capacitador Subregional para Centro América y el Caribe en Planificación Estratégica en el marco de un proyecto internacional y en el 2007 se graduó como Auditor Ambiental en el Centro de Crecimiento Económico y Empleo de Málaga, España, título válido para toda la Comunidad Europea. Publicaciones recientes en revistas nacionales e internacionales, así como también autor en varios libros.

**Alicia J. Mercadet Portillo**

Doctor en Ciencias Forestales por la Universidad de Pinar del Río. Ingeniera Forestal por la Universidad de La Habana. Cuba. Profesor Investigador Titular por el Instituto de Investigaciones Forestales. Miembro del Consejo Científico del Instituto de Investigaciones Forestales y Miembro del Comité Editorial de la Revista Baracoa, entre otras. Publicaciones recientes en revistas nacionales e internacionales. Calle 174 # 1723 entre 17b y 17c, Rpto. Siboney. Municipio Playa. Ciudad de La Habana. Cuba.