

1.3. Amenazas directas e indirectas a la biodiversidad

En el IV Reporte a la COP se hacía énfasis en tres amenazas fundamentales: la fragmentación, el impacto del cambio climático y las especies exóticas invasoras, sin disminuir el papel de otras amenazas ya conocidas y algunas emergentes como la contaminación y los incendios forestales.

1.3.1. Cambio climático y diversidad biológica

El tema se ha abordado por nuestros científicos en las contribuciones a la Segunda Comunicación Nacional de Cuba a la Convención Marco de Naciones Unidas para el Cambio Climático (2014). En el capítulo *Diversidad Biológica* (Suarez *et al.*, 2013) se evalúa la vulnerabilidad al cambio climático de algunas especies, grupos o ecosistemas de nuestra diversidad biológica terrestre, costera y marina empleando el criterio de expertos y se brindan diferentes

recomendaciones para su adaptación. Se abordan 16 estudios de casos que nos ofrecen información sobre los impactos del cambio climático y métodos para el estudio de nuestra biodiversidad.

Biodiversidad marina y costera

El cambio climático está perjudicando a los arrecifes al inducir el calentamiento del mar, la acidificación del agua y la aparente tendencia de aumento de la intensidad de los huracanes. Estos ecosistemas han sido los primeros, y quizás los únicos marinos tropicales, que han mostrado evidencias claras de afectaciones causadas por el cambio climático. En Cuba, también muestran signos de afectación junto a otros componentes relevantes de la biodiversidad marina y costera (Tabla 6), (Hernández-Zanuy *et al.*, 2013).

Tabla 6. Impactos esperados del cambio climático en la biodiversidad marina y costera de Cuba.

Agente afectado	Impactos esperados
Corales	1. Si sigue aumentando la temperatura superficial del mar, puede llegarse a la muerte fisiológica directa de los corales sin mediación de enfermedades ni blanqueamiento.
Arrecifes coralinos	2. Aplanamiento de las crestas arrecifales con pérdida de su valor protector y complejidad estructural que disminuye la disponibilidad de sustrato, alimentación y refugio de numerosas especies. 3. Desaparición de los arrecifes de tipo promedio al cabo de aproximadamente 7 a 26 años para crestas y 5 a 20 años para arrecifes frontales, si las tendencias ambientales se mantienen. 4. Desaparición de los arrecifes de borde de plataforma cubana para el año 2050, sin descartar que queden algunos remanentes en zonas con características muy particulares que les confieren resiliencia, que pudieran constituir fuentes de larvas para una posible recuperación futura de arrecifes degradados o desaparecidos cuando las condiciones ambientales lo permitieran. 5. Disminución de las poblaciones de peces arrecifales como resultado de la degradación de hábitat.
Tortugas	6. De continuar el ascenso de la temperatura del aire, tanto la anidación como el comportamiento reproductivo de las tortugas sufrirá afectaciones severas con peligro para la supervivencia de la especie, por lo que pudiera producirse la pérdida de la especie en aguas cubanas. 7. Pérdida del hábitat costero que afectarán la producción de huevos y proporción de sexos de los neonatos. 8. Cambios en el hábitat oceánico que afectará la distribución de tortugas juveniles y adultas así como sus fuentes de alimentación. 9. Posible extinción de las especies de tortugas en aguas cubanas. 10. Desaparición de áreas de anidación del carey en Cuba e interrupción de sus rutas migratorias.

Pesquerías de langosta espinosa (<i>Panulirus argus</i>) en aguas cubanas	<p>11. Colapso de las pesquerías de langosta espinosa por:</p> <p>A. Afectación a la fisiología de la especie (rango óptimo de TSM entre 26.7 y 26.9 °C en profundidades entre 43 y 70 m. Variaciones de temperatura diferentes a esos valores óptimos producirán afectaciones en la fisiología tanto de larvas como de adultos.</p> <p>B. Degradación del sistema arrecife-seibadal-manglar, esencial para el ciclo de vida de la especie.</p> <p>C. Afectación a la construcción de esqueletos calcáreos por posible acidificación de los océanos.</p>
Fitoplancton	<p>12. No se ha evaluado el impacto del incremento de las cianofíceas en la cadena trófica en el mar pero se espera que el cambio en la composición y abundancia del fito plancton produzca cambios en el resto de los componentes de la trama trófica.</p> <p>13. Se pueden producir eventos severos de marea roja con la consiguiente producción de toxinas y muerte a organismos marinos.</p>
Biodiversidad marina asociada a manglares de cayo y de borde	<p>14. Disminución de la cobertura vegetal del fondo y riqueza de organismos asociados por disminución de la función protectora de los manglares de borde y cayo.</p> <p>15. Degradación de los ecosistemas de manglar y pastos marinos por pérdida de su cobertura espacial, promoviendo la pérdida de la función protectora de estos ecosistemas y consecuente exposición de las comunidades costeras y tierras agrícolas al inminente impacto del incremento del nivel del mar y embate de eventos meteorológicos extremos.</p> <p>16. Cambios en la abundancia y riqueza de especies con pérdida de numerosas especies y cambios en la dominancia de especies en los hábitats extremos: reducción de la diversidad biológica de estuarios con posible dominancia de la claria y del sistema pastos-arrecifes con posible dominancia del pez león (ambas especies exóticas invasoras), establecimiento de nuevas relaciones tróficas y conectividad ecosistémica.</p>
Comunidades de Esponjas	17. Posible incremento de enfermedades de esponjas.
Ecosistemas marinos y costeros como sumideros de carbono	18. Incremento en la reducción del área de principales ecosistemas marinos y costeros capturadores de carbono atmosférico y por tanto de su función como sumideros.
Comunidades de peces	<p>19. Reducción de las poblaciones naturales de peces de arrecifes.</p> <p>20. Disminución de las capturas de pescado de plataforma.</p>

El análisis del grado de vulnerabilidad de los componentes de la biodiversidad marina y costera evaluados, realizado teniendo en cuenta la magnitud del impacto y su duración, sin calcular el índice básico de impacto ambiental debido a la dificultad que ofrece definir límites a la extensión de los componentes analizados, indica una elevada vulnerabilidad ecológica a los cambios climáticos. Los ecosistemas marinos arrecifes coralinos y los manglares y pastos marinos en la interconexión tierra-mar de la región suroccidental de Cuba, así como las tortugas

y pesquerías de langosta resultan los componentes con mayor vulnerabilidad ecológica entre los analizados (Tabla 7).

Tabla 7. Grado de vulnerabilidad de los componentes de la biodiversidad marina y costera (rojo: muy alta, amarillo: alto y verde: medio).

COMPONENTE	GRADO DE VULNERABILIDAD
Arrecifes coralinos	Rojo
Pesquerías de la langosta espinosa	Rojo
Tortugas marinas	Rojo
Interconexión tierra-mar en la costa suroccidental de Cuba	Rojo
Pastos marinos	Amarillo
Fitoplancton	Amarillo
Esponjas	Verde

La sinergia entre el incremento de la temperatura superficial del mar, la frecuencia e intensidad de eventos meteorológicos en las costas de Cuba y el actualmente discreto (pero probablemente sostenido y gradual) incremento del nivel del mar, aumenta el riesgo de pérdida de biodiversidad, y de sus bienes y servicios, que ya se encuentra muy amenazada en las áreas costeras donde el hombre ha transformado la costa como el sector costero del Sur de la Habana donde se pierden 2,5 m de terreno costero por año con la consecuente pérdida de vegetación y diversidad de fauna marina asociada. Los organismos ciclónicos, por su mayor frecuencia e intensidad, son los eventos asociados al cambio climático que más afectaron la Biodiversidad Marina y Costera de Cuba en las últimas décadas (Hernández-Zanuy *et al.*, 2008).

A partir de 1988, coincidiendo con el embate del Huracán Gilbert al Caribe, se inició un período de años con incrementos de la temperatura superficial del mar muy cercanos o por encima de 30°C y de mayor frecuencia e intensidad de los huracanes, que coincide con la abrupta degradación de las crestas coralinas en los Canarreos y con el declive de las pesquerías de la langosta espinosa y otros recursos marinos también dependientes del ecosistema arrecifal, lo que pudiera ser un indicador de que el embate de estos eventos meteorológicos con lapsos de tiempo menores de cinco años, no permiten al sistema arrecife-pastos-manglares, recuperar su funcionalidad plena (Hernández-Zanuy *et al.*, 2008).

Los ecosistemas de manglar y de pastos marinos al parecer poseen una resiliencia mayor que los arrecifes coralinos, manteniendo una elevada capacidad de recuperación ante eventos meteorológicos extremos siempre que no hayan sufrido previamente alteraciones irreversibles ocasionadas por el hombre (Hernández-Zanuy *et al.*, 2008).

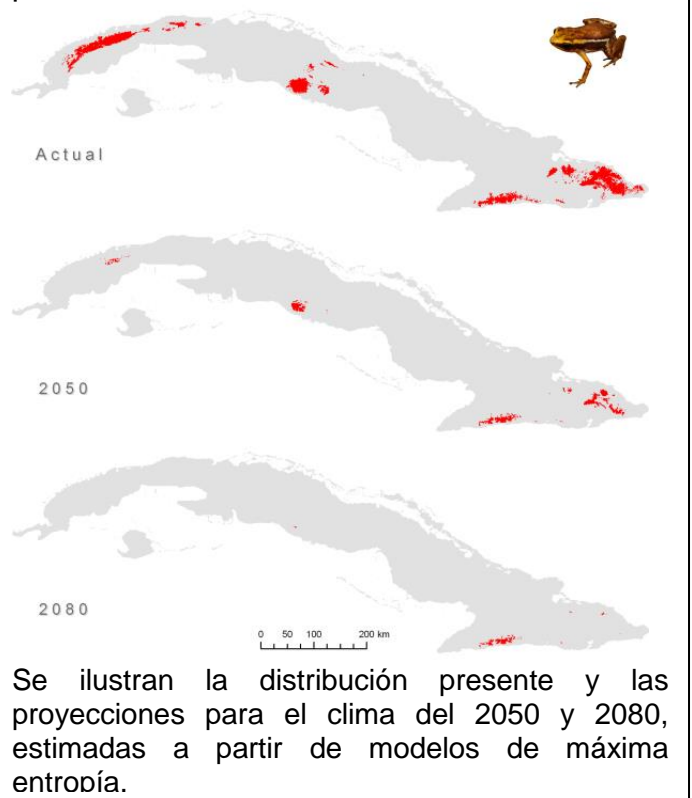
Afortunadamente nuestro archipiélago posee una doble barrera natural para el enfrentamiento y adaptación al cambio climático compuesta por los ecosistemas marinos y costeros naturalmente preparados para soportar el embate de fuertes vientos, marejadas e intenso oleaje. Un arrecife coralino sano, con elevada

complejidad estructural, la barrera protectora de mangle rojo compuesta por fuertes raíces que penetran los sedimentos y tupido follaje, son elementos de defensa de la naturaleza para mantener, en territorios frágiles como el nuestro, una inmensa riqueza de especies, hábitats y ecosistemas para las presentes y futuras generaciones y para el sostenimiento de la vida en el planeta (Hernández-Zanuy *et al.*, 2008).

Biodiversidad terrestre

Para evaluar el efecto del cambio climático sobre las especies cubanas de anfibios del género *Eleutherodactylus*, se emplearon modelos de máxima entropía para explorar la relación entre su distribución geográfica y el clima actual, y proyectar su distribución potencial en el futuro, según el escenario de cambio climático A2. Se empleó el software *Max Enty* un conjunto de 19 variables bioclimáticas (con una resolución de 1km²) para desarrollar modelos de distribución de las especies a partir del método de máxima entropía y empleando, como información de base, 1157 registros de presencia de las especies. Se obtuvieron modelos con buena capacidad predictiva (AUC: 0.97–0.86) para 32 especies. Los modelos de distribución obtenidos fueron proyectados hacia el clima estimado para 2050 y 2080 según el escenario A2 de cambio climático.

Figura 21. Cambios en la distribución geográfica de *Eleutherodactylus limbatus* producto del cambio climático.

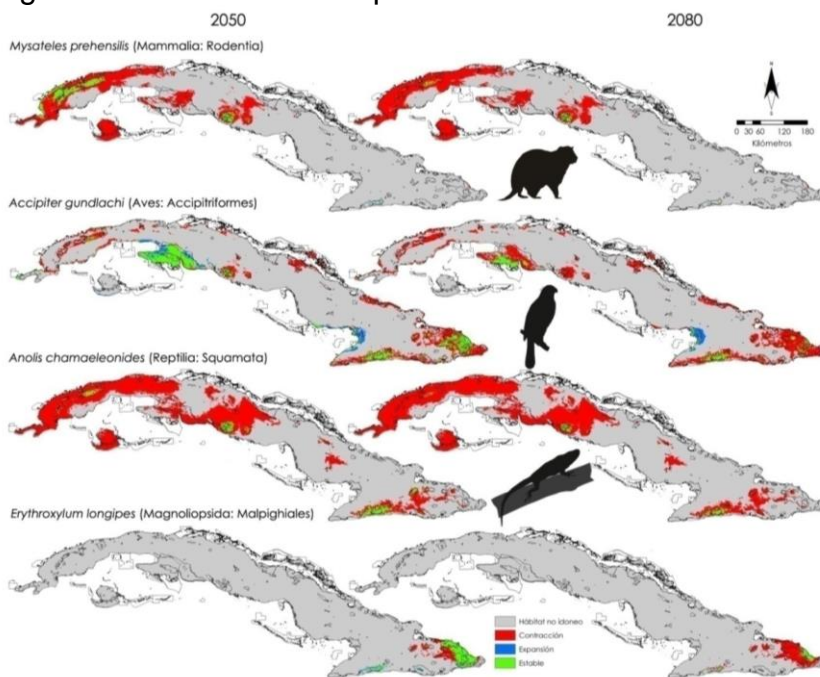


Los resultados indican que 30 de las especies disminuirán su rango de distribución en un promedio de 85% para el 2050 y un 97% para el 2080. Por ejemplo, las áreas de distribución geográfica de *Eleutherodactylus limbatus* se reducirán progresivamente hasta quedar restringidas a las zonas montañosas más altas del oriente de Cuba (Figura 21). Siete de ellas: *E. glamyrus*, *E. cubanus*, *E. albipes*, *E. jaumei*, *E. maestrensis*, *E. melacara* y *E. turquinensis*, pudieran desaparecer totalmente en el 2050 y otro grupo de 11 especies se extinguirán en el 2080. Las zonas donde se prevé un mayor número de extinciones para el 2080 se ubican en la Sierra del Rosario y La cordillera Nipe Sagua- Baracoa, donde podrían desaparecer entre 10 y 13 especies (Figura 21). Sólo dos especies, *E. thomasi* y *E. guanahacabibes*, podrían aumentar su distribución como consecuencia de cambio climático. (Tomado de Suarez *et al.*, 2013)

Según Mancina y Fuentes (2013), el cambio climático está provocando variaciones en la distribución de especies de la fauna y se predice que podría ser causa de extinciones en un futuro cercano. Por su carácter insular, la biodiversidad de Cuba es particularmente sensible al cambio del clima; sin embargo, son escasos los estudios que hayan explorado sus posibles efectos sobre la biota cubana. Como consecuencia investigadores del Instituto de Ecología y Sistemática desarrollan un proyecto, que basado en herramientas de modelación, evalúa los cambios en la distribución de especies de flora y fauna terrestre en el archipiélago cubano ante posibles escenarios de cambio climático.

A modo de ejemplo se presentan los modelos de distribución de cuatro endemismos (Figura 22). Estos están proyectados en un escenario de emisión de CO₂ futuro poco alentador (A2 del IPCC) que se corresponde con un continuado incremento de gases de efecto invernadero al nivel global. En este escenario se predice una marcada tendencia a la contracción en las áreas de distribución de las cuatro especies. Para 2050, la jutía carabalí (*Mysateles prehensilis*) podría ver reducido la extensión geográfica de sus condiciones climáticas favorables en más del 80% respecto a la distribución actual, y el chipojo (*Anolis chamaeleonides*) en más del 90%. Para una especie de planta (*Erythroxylum longipes*) exclusiva de la región oriental de Cuba el área de distribución para el 2080 podría ser inferior a los 600 km². De manera general los cuatro casos de estudio para 2080 podrían tener una extensión de presencia de menos de 5.000 km². Tal extensión se corresponde con la categoría de “Amenazada” según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN).

Figura 22. Modelos de distribución de cuatro endemismos cubanos proyectados en dos escenarios de cambio climático (2050 y 2080), obtenidos mediante el algoritmo de máxima entropía.

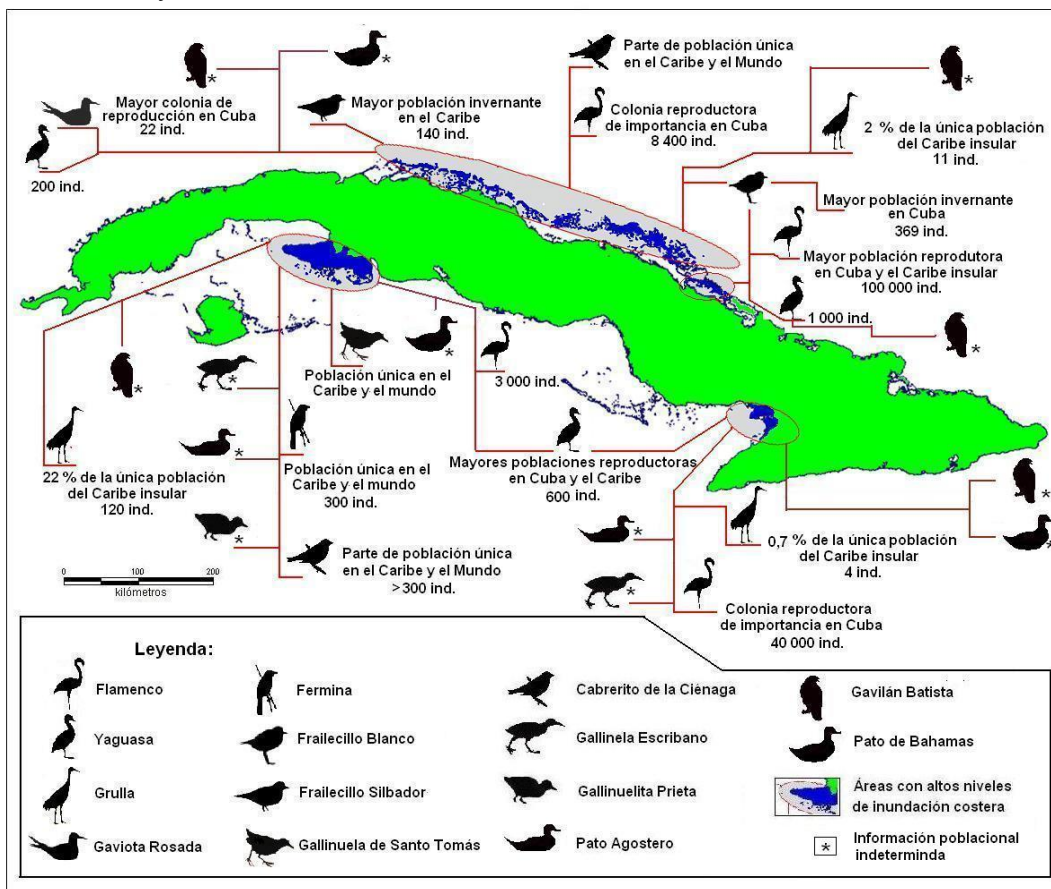


Los datos fueron evaluados para tres modelos de circulación atmosférica (CSIRO, HADCM3 y CCCMA-CGCM3) y el escenario de emisión A2, que predice un aumento en la temperatura media anual en el archipiélago cubano entre 1.88-2.0 °C para 2050 y de 2.7-3.6 °C para 2080. La proyección de la distribución se corresponde con el área consenso pronosticada por al menos dos de estos modelos de circulación.

A pesar de limitaciones relacionadas con las variables predictivas y algunos supuestos biológicos, estos modelos sintetizan relaciones entre especies y variables ambientales difíciles de interpretar y apreciar por otros medios. Los resultados generados por este proyecto (2014 - 2017) servirán de base para identificar grupos de especies y áreas geográficas donde la biodiversidad podría ser más susceptible a cambios del clima. Esta información podría ser esencial en la planificación de acciones de mitigación, monitoreo y conservación de la biodiversidad cubana, así como para el diseño de áreas protegidas.

En Cuba, las zonas marino-costeras previstas con altos niveles de impacto por el ascenso del nivel medio del mar ante el cambio climático (Mitrani *et al.* 2000, Hernández *et al.* 2005 y Rodríguez *et al.* 2008), indican la reducción de gran número de áreas de importancia para la alimentación, reproducción y migración de las aves acuáticas, con probables cambios a mediano plazo en los actuales patrones de abundancia y distribución de la avifauna en el país (Blanco y Sánchez, 2008, Arrastía y Limia, 2011, Blanco y Sánchez, en prensa).

Figura 23. Localización de poblaciones de aves de interés para la conservación en Cuba en humedales previstos con altos niveles de inundación costera para los años 2050 y 2100 ante el cambio climático.



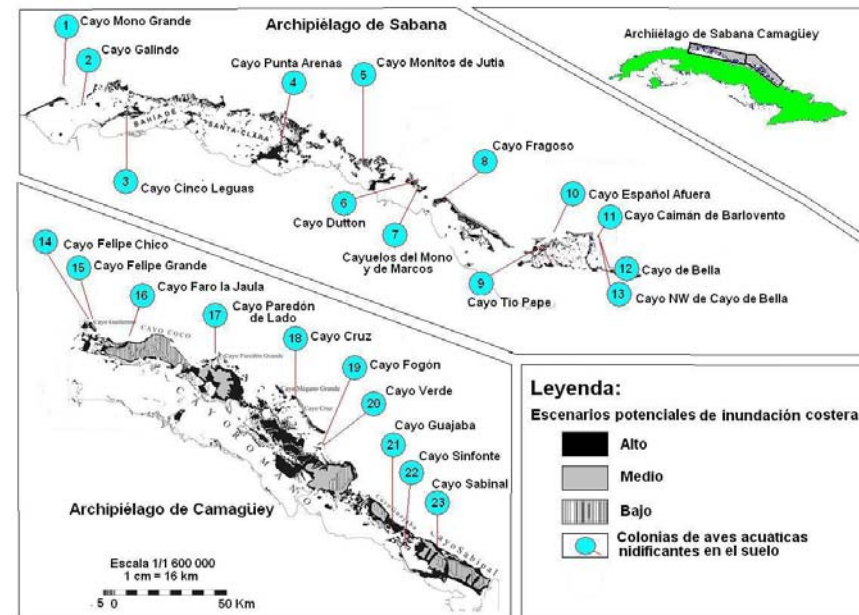
Según escenarios presentados por Mitrani *et al.* (2000), Hernández *et al.* (2005) y Rodríguez *et al.* 2008.

Entre las zonas costeras pronosticadas con mayores impactos por dicho evento se encuentran cinco sitios RAMSAR y varios humedales de reconocimiento internacional para la conservación de las aves (IBA), tales como: las ciénagas de Zapata y Birama, el Refugio de Fauna Río Máximo y el Archipiélago de Sabana-Camagüey, donde se localizan poblaciones de 14 especies amenazadas a escala nacional y global (Figura 23), que por su limitada distribución en el territorio cubano y región del Caribe son consideradas emblemáticas para la conservación según Raffaele *et al.* (1998), Gálvez (2002), Acosta y Mugica (2006), Blanco (2007), Blanco y Sánchez (2008), Aguilar (2010), Garrido y Kirkconnell (2011) y González *et al.* (2012).

El grado de afectación poblacional de estas especies a escala de país debe ser notable para el Frailecillo Blanco (*Charadrius nivosus*), el Pato de Bahamas (*Anas bahamensis*), la Gallinuelita Prieta (*Laterallus jamaicensis*), la Gallinuela Escribano (*Pardirallus maculatus*), la Grulla (*Grus canadensis*), el Flamenco (*Phoenicopterus ruber*), el Pato Agostero (*Nomonyx dominicus*), el Gavilán Batista (*Buteogallus gundlachi*) y la Yaguasa (*Dendrocygna arborea*), mientras que para el Frailecillo Silbador (*Charadrius melodus*), la Gaviota Rosada (*Sterna dougallii*), el Cabrerito de la Ciénaga (*Torreornis inexpectata*), la Fermina (*Ferminia cerverai*) y la Gallinuela de Santo Tomás (*Cyanolimnas cerverai*), las consecuencias en este sentido han de ser más drásticas (Blanco y Sánchez, en prensa).

También ante estos pronósticos, existe una especial preocupación por la desintegración de sitios coloniales en la región, donde se localizan las mayores colonias de reproducción en el país de la Gaviota Rosada (*Sterna dougallii*), considerada en la actualidad especie amenazada con la categoría de vulnerable en Cuba (Blanco, 2012) y el Caribe (Raffaele *et al.*, 1998).

Figura 24. Distribución de los sitios de reproducción colonial de aves de las familias Laridae (gaviotas) y Phoenicopteridae (Flamenco) en el Archipiélago Sabana-Camagüey incorporada a escenarios de inundación costera.



Presentado para Cuba por Rodríguez *et al.*, 2008.

La continua afectación del éxito reproductivo de las aves marinas en estos cayos por la reducción de territorios

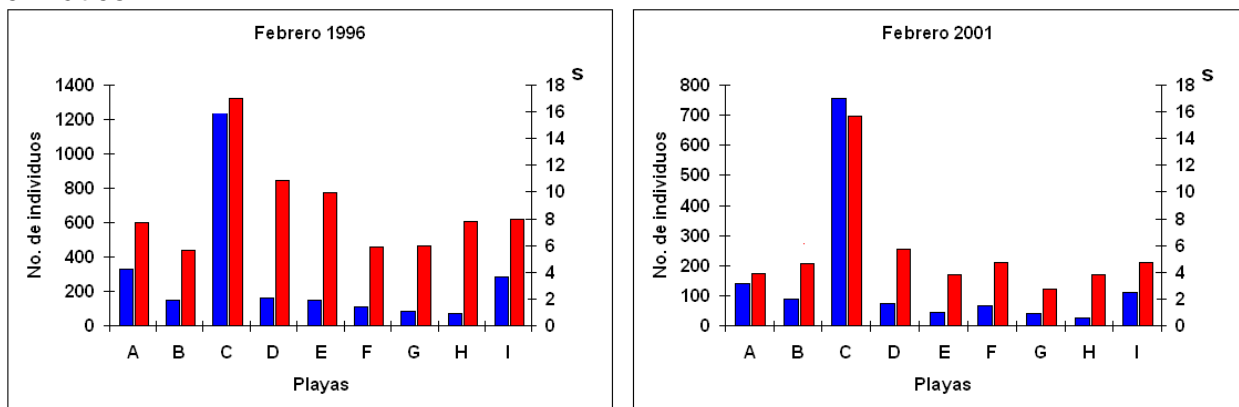
donde establecer sus nidos, debe repercutir en la diversidad y abundancia de la avifauna acuática en la región del Caribe a largo plazo, puesto que muchos de los individuos migratorios que arriban al país para criar durante el verano en el Archipiélago Sabana Camagüey, proceden de poblaciones que residen gran parte del año en áreas de Las Antillas y zonas costeras de América Central y norte de Sudamérica.

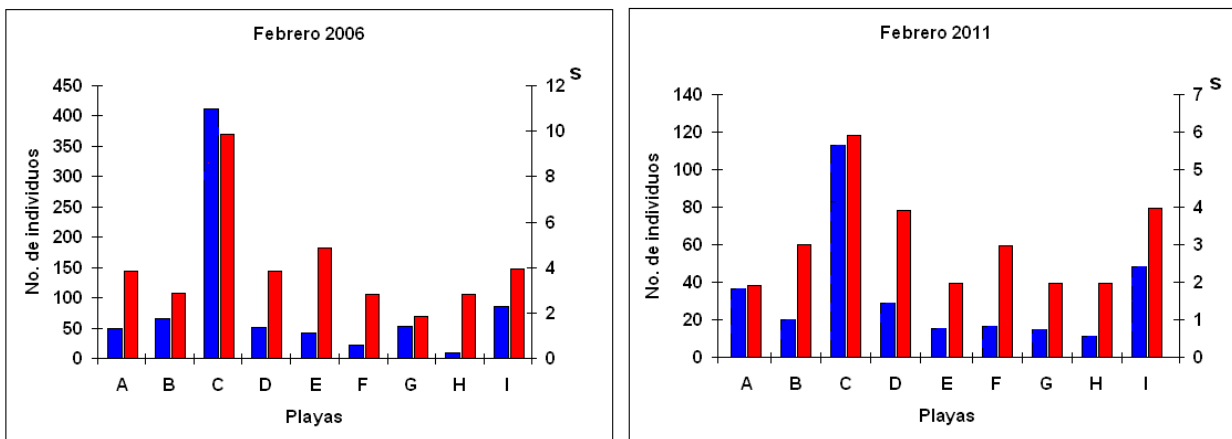
Los valores de abundancia y diversidad de las aves playeras pertenecientes al orden *Charadriiformes* han sido empleados en los últimos años como indicadores del buen estado de conservación ambiental de las playas en el país, debido a la alta dependencia que sus especies muestran por sectores costeros con abundante arena, pendiente plana en su orilla y amplio berma de mareas para alimentarse (Blanco, 2007).

Estudios desarrollados entre 1996 y el 2011 indican una disminución notable en los valores de riqueza y abundancia de las aves playeras residentes y migratorias en nueve playas de la costa norte correspondientes a cinco provincias del territorio cubano (Figura 25), asociada al retroceso de la orilla marina, la reducción de la franja de arena en ellas por la erosión de las olas y el aumento en la altura de la columna de agua en la zona intermareal ante el ascenso del nivel medio del mar.

La erosión costera y el aumento en la altura de la columna de agua en la orilla de las playas, limita el acceso de algunas de estas aves al alimento disponible en el fondo marino en correspondencia con la longitud de sus picos y patas, obligándolas a buscar sitios alternativos de alimentación, variar sus preferencias alimentarias y propiciar en ellas enfermedades por mala nutrición con posibles retardos migratorios por déficit de grasas acumuladas en sus tejidos (Blanco y Sánchez, en prensa).

Figura 25. Disminución en la riqueza y abundancia de aves playeras del orden Charadriiformes registrada en nueve playas de la costa norte de Cuba entre los años 1996 y 2011, asociada a la erosión costera ante el cambio climático.





A y B: Santa María y Guanabo en la provincia La Habana; C: Varadero en Matanzas; D: La Estrella en cayo Santa María, Villa Clara; E y F: Las Coloradas y La Jaula en cayo Coco, Ciego de Ávila; G y H: Pilar y el Paso en cayo Guillermo, Ciego de Ávila e I: Los pinos en cayo Paredón Grande en Camagüey.

Diversidad forestal

Según las experiencias del sector forestal, el cambio climático deberá afectar seriamente estos recursos. A continuación se muestran ejemplos.

La Empresa Forestal Integral Villa Clara (Caballero, 2010; Álvarez, Mercadet et al., 2011).

Tabla 8. Áreas de penetración del mar por especies y para cada escenario (ha).

Especies	ESCENARIOS			Área total inundada
	2030	2050	2085	
<i>Avicennia germinans</i> (L.) L.	4 373,96	1 760,72	2 207,96	8 342,64
<i>Rhizophora mangle</i> L.	1 028,08	84,64	131,08	1 243,80
<i>Laguncularia racemosa</i> (L.) Gaertn. f.	1 246,88	920,84	1 088,96	3 256,68
<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sargent	33,88	119,56	902,44	1 055,88
<i>Casuarina</i> spp.		5,52	150,12	155,64
<i>Conocarpus erectus</i> L.	60,72	25,56	267,92	354,20
<i>Calophyllum antillanum</i> Britt.			4,00	4,00
<i>Pinus caribaea</i> Morelet var. <i>Caribaea</i> B.&G.	0,08			0,08
Total	6 743,60	2 916,84	4 752,48	14 412,92

Área protegida Delta del Cauto (Álvarez, 2010 y 2013).

Figura 26. Penetración del mar (m), en dependencia de la pendiente.

Año	Elevación del mar (cm)	Penetración en función de la pendiente (m)	
		Mínima: 0,03 %	Máxima: 0,40 %
2030	15	543,75	35,25
2050	27	978,75	63,45
2070	48	1 740,00	112,80
2100	85	3 081,25	199,75

Figura 27. Penetración aproximada que alcanzará el mar por el cauce del río Cauto, en la medida que aumente su nivel durante el presente siglo, sobre la base del escenario A1C.

Principales impactos esperables en esta zona:

Zonas de Manglar:

2030: Donde estén las mayores pendientes, del orden del 0,40%, podrán sobrevivir algunos individuos de *Rhizophora mangle* L.

2050: Se afectarán, fundamentalmente, *Avicennia germinans* (L.) L., *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn. f. y *Conocarpus erectus* L.

2070 y 2100: En las zonas litorales, las zonas interiores y las áreas de lagunas, esteros y ciénagas se prevén pérdidas totales en las cuatro especies de mangles.

Recursos de la fauna:

2030: Mayores impactos sobre algunas áreas donde habita *Crocodylus acutus* Cuvier; devastación casi total de dos de las cinco zonas de hábitat y reproducción de *Cyclura nubila* Gray y *Capromys pilorides* Say.

2050: Se intensificarán las afectaciones sobre las zonas de nidificación del cocodrilo y habrán desaparecido dos de las que son hábitat de iguanas y jutías; impactos hacia otras áreas donde nidifican flamencos, se villas, pelícanos y garzas.

2070: Habrán desaparecido dos importantes zonas de nidificación de cocodrilos y una de las tres donde nidifican flamencos, se villas, pelícanos y garzas.

2100: Habrán desaparecido en su totalidad las zonas actuales de nidificación de cocodrilos, flamencos, se villas, pelícanos y garzas. Aquellas especies que puedan migrar hacia otras regiones en búsqueda de mejores condiciones para su establecimiento y reproducción, correrán elevados riesgos de supervivencia, por los altos niveles actuales de fragmentación de los ecosistemas.



En general se considera que los bosques naturales, que constituyen el principal reservorio de la diversidad biológica, son altamente vulnerables a los impactos asociados al cambio climático y se espera provoquen: pérdidas del patrimonio forestal nacional, del área cubierta de bosques, lo que lleva implícito la pérdida de las reservas de madera en pie, de la cantidad especies arbóreas y de la cantidad de formaciones boscosas, con la posibilidad de que la frecuencia relativa de las especies presentes en las formaciones naturales capaces de adaptarse, también presente modificaciones de importancia.