

LA BIODIVERSIDAD MARINA Y COSTERA Y EL CAMBIO CLIMÁTICO EN CUBA

Aida Caridad Hernández Zanuy¹, Pedro M. Alcolado Menéndez¹, Beatriz Martínez Daranas², Rafael Puga², Felix Moncada², Linnet Busutil¹, Sandra Loza¹, Margarita Lugioyo¹.

¹ Instituto de Oceanología del CITMA. Ave. 1ra. No. 18406, Rpto. Flores, Playa, La Habana, Cuba.
aidachz@ceniai.inf.cu

² Centro de Investigaciones Pesqueras del MINAL. 5ta Ave y 248, Barlovento, Ciudad Habana, Cuba.
puga@cip.telemar.cu

RESUMEN

Se presentan los impactos de los cambios en algunos parámetros asociados al cambio climático como son la temperatura superficial del mar, las precipitaciones, el nivel del mar y los eventos meteorológicos extremos sobre componentes relevantes de la biodiversidad marina y costera en Cuba: arrecifes coralinos, pastos marinos, pesquerías de la langosta espinosa, tortugas marinas, pastos marinos, interacción tierra mar en la región suroccidental de Cuba, comunidades de fitoplancton y de esponjas. Los impactos identificados son: blanqueamiento coralino, degradación de los arrecifes coralinos, deterioro masivo y fuerte de las crestas de los arrecifes coralinos, cambios en los patrones de predominio de especies de corales, pérdida de funciones protectoras del ecosistema arrecifal, incremento de las enfermedades producidas por microorganismos, cambios en la proporción de sexos de las tortugas, pérdida de área de cría e interrupción del ciclo de vida de las tortugas, cambios en la nidificación y el comportamiento reproductivo de las tortugas, reducción de la principal área de anidación del carey, disminución de las poblaciones de tortugas por destrucción de huevos, nidos y neonatos, incremento de las cianobacterias en la composición taxonómica del fitoplancton de aguas costeras y oceánicas, disminución del reclutamiento de langosta espinosa a las pesquerías y disminución de las capturas, pérdida de biodiversidad marina frente a manglares de borde degradados, disminución de la riqueza y abundancia de especies de esponjas, indicios de reducción de la cobertura de los ecosistemas marinos y costeros capturadores de carbono atmosférico y por tanto de su función como sumideros y cambios en la estructura de las comunidades de peces.

Palabras clave: Impactos, biodiversidad marina y costera, cambio climático, Cuba.

INTRODUCCION

Aunque el archipiélago cubano y su diversidad biológica han sobrevivido a los cambios del clima causantes de movimientos notables del nivel del mar durante miles de años (Iturralde-Vinent 2000), hoy se encuentra más amenazado que nunca por el efecto amplificador que ejerce el cambio climático antropogénico a los efectos de los impactos históricos de la acción del hombre en la zona costera. La condición de estado insular agrava la situación ante el incremento del nivel del mar y realza la importancia de los ecosistemas marinos y costeros en la protección y conservación de los bienes de la sociedad.

Resulta difícil discernir entre los impactos originados por causas naturales y los ocasionados por el desarrollo socioeconómico en la zona costera, más aún cuando éstos actúan de forma sinérgica, sin embargo, entender la funcionalidad de un ecosistema e identificar los impactos a que está sometido permiten la elaboración de medidas para su adaptación a los nuevos escenarios climáticos.

De manera general los ecosistemas marinos y costeros cubanos están expuestos a las mismas amenazas que los de zonas vecinas. Según Claro et. al., 2007 entre las causas de afectaciones a los arrecifes coralinos se encuentran la sedimentación inducida por la deforestación, la contaminación, la pesca y el turismo. Los fondos duros no arrecifales están sujetos a similares amenazas que los arrecifes coralinos, pero también son afectados por aquellos factores que amenazan a los pastos marinos, los arenales y los cabezos coralinos que de forma parchada cubren este biotopo. Los pastos marinos por su parte están afectados por la contaminación orgánica, el incremento excesivo de la salinidad, la pesca mediante rastreos con chinchorros, el uso de anclas, y el aumento de la temperatura a causa de los sistemas de enfriamiento de algunas industrias. En las lagunas costeras y los estuarios el represamiento de los ríos y otros cursos de agua ha conducido a la salinización y acumulación de sedimentos, con la consecuente reducción del espejo de agua y el incremento de la salinidad.

El presente trabajo está dirigido a identificar impactos relacionados con los parámetros asociados al cambio climático como son la temperatura superficial del mar, las precipitaciones, el nivel del mar y los eventos meteorológicos extremos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el presente estudio se realizó una compilación de informes científicos, resultados de proyectos científico-técnicos y publicaciones sobre la biodiversidad marina y costera en Cuba que revelan cambios en alguno de los componentes biodiversidad marina y costera (Cuadro 1) relacionados con algún parámetro oceanográfico asociado al cambio climático en el tiempo en Cuba (Cuadro 2).

Cuadro 1. Componentes relevantes de la biodiversidad marina y costera y justificación de su elección para este estudio.

Componente de la biodiversidad marina y costera de Cuba	Argumentos que justifican su elección
Arrecifes	En la V Reunión de la Conferencia de las Partes (COP5/CBD) se tomaron

coralinos	<p>decisiones para el estudio del efecto del cambio climático sobre los arrecifes coralinos por ser el ecosistema marino más afectado por el incremento de la temperatura del mar, por lo que consta de un plan de trabajo individual (Apéndice II de la Decisión VII/5 del CBD).</p> <p>Existencia de datos históricos sobre el estado de salud de algunos arrecifes coralinos en Cuba y de publicaciones científico técnicas recientes dedicadas al estudio de las posibles afectaciones del cambio climático a los arrecifes coralinos.</p> <p>Ecosistema esencial para el mantenimiento de la biodiversidad marina y costera y de las especies comerciales de la plataforma cubana.</p>
Pesquerías de la langosta espinosa	<p>Se conoce el ciclo de vida de la especie en Cuba y que el mismo vincula la costa con el océano.</p> <p>Existencia en Cuba de series largas de datos de pesquerías (varias décadas).</p> <p>Principal recurso pesquero de la plataforma cubana</p>
Tortugas marinas	<p>Se registran cinco especies para aguas cubanas.</p> <p>Se distribuyen prácticamente en toda la plataforma cubana donde existen pastos marinos, arrecifes coralinos y playas arenosas adecuadas para su alimentación y reproducción.</p> <p>Se encuentran entre los organismos marinos más amenazados por el incremento del nivel del mar y de la temperatura superficial del mar en el mundo.</p>
Pastos marinos	<p>Ecosistema esencial para la vida de las especies comerciales de la plataforma cubana.</p> <p>Existencia de datos de abundancia y distribución de los pastos marinos en el Golfo de Batabanó y en Sabana Camagüey.</p>
Interacción tierra- mar	<p>Zona de mayor vulnerabilidad y peligro por inundaciones y por incremento del nivel del mar en Cuba.</p> <p>Existencia de información fotocartográfica de la mayor parte de la línea de costa, en tres momentos diferentes (1956, 1970 y 1997).</p> <p>Incluye una de las zonas de cría principales de la langosta espinosa y del camarón en el Golfo de Batabanó.</p>
Fitoplancton	<p>Constituye el primer eslabón de la cadena alimentaria en el mar por lo que los cambios en su composición son esenciales para el mantenimiento de la vida marina.</p> <p>Existe información histórica sobre la estructura de la comunidad del fitoplancton costero y oceánico de las aguas marinas cubanas que permite una comparación.</p>
Esponjas	<p>Están presentes prácticamente en todos los hábitats marinos, en los que tienden a ocupar casi siempre uno de los primeros lugares en biomasa.</p> <p>La diversidad de especies de esponjas es alta en los arrecifes coralinos.</p>

Cuadro 2. Cambios estimados en la temperatura, la salinidad, el nivel del mar en Cuba y la frecuencia e intensidad de huracanes, según Fernández-Vila et. al., (2009).

Aspectos del Cambio Climático	Cambios detectados
Temperatura superficial del mar	Incremento medio general de 0,285°C de la temperatura del agua, en las bahías del Archipiélago Sabana – Camagüey, en su conjunto, en los últimos 12 años La TSM de las aguas oceánicas cubanas muestran anomalías con franca tendencia al aumento, con una amplitud promedio de 0,6°C, en el periodo 1985 - 2007
Salinidad del agua	Aumento del tenor halino en áreas afectadas por la acción humana: 57,01 ‰ en la bahía de Buenavista, 155,89 ‰ en la bahía de Los Perros y 95,00 ‰ en la bahía de Jigüey
Incremento del nivel del mar	La tasa de ascenso del nivel medio del mar, estimada a partir de mediciones directas, varía entre 0,005 y 0,214 cm/año en el archipiélago cubano
Frecuencia de eventos meteorológicos extremos	Para el Golfo de Batabanó y océano adyacente a él, la frecuencia de ocurrencia de huracanes ha aumentado en casi 8 veces durante el periodo reciente 1996 – 2005

RESULTADOS

IMPACTOS

- **Blanqueamiento coralino**

Según (Alcolado 2010) los reportes de blanqueamiento en Cuba comenzaron desde 1983, pero se hicieron más frecuentes a partir de 1994. Los años 1995, 1998, 2005 y 2009 han sido de blanqueamiento generalizado y con reportes de mayor intensidad tanto en Cuba como el Gran Caribe.

A pesar de la intensidad con que ha ocurrido el blanqueamiento en numerosos puntos del país, los reportes han indicado una marcada tendencia a la recuperación de los corales, con algunos casos aislados de mortalidad moderada, algunas de las cuales no fueron verificadas debido a limitaciones logísticas.

La Red de Monitoreo Voluntario de Alerta Temprana de Arrecifes Coralinos involucra a centros de buceo, áreas protegidas, centros de investigación y colaboradores comunitarios. A partir de su creación en el marco del Proyecto PNUD/GEF Sabana-Camagüey y mediante la

firma de un memorando de entendimiento entre la Agencia de Medio Ambiente del CITMA, el Ministerio de Turismo y el Instituto de Oceanología de Cuba, se obtiene información sobre el estado de los arrecifes coralinos a nivel nacional.

En el último reporte de blanqueamiento de la red (Alcolado 2011) se considera que en el año 2010 ocurrió un evento de gran intensidad y extensión geográfica, junto con 1995, 1998, 2005 y 2009. No hubo un solo reporte indicando ausencia de blanqueamiento (Fig 2).

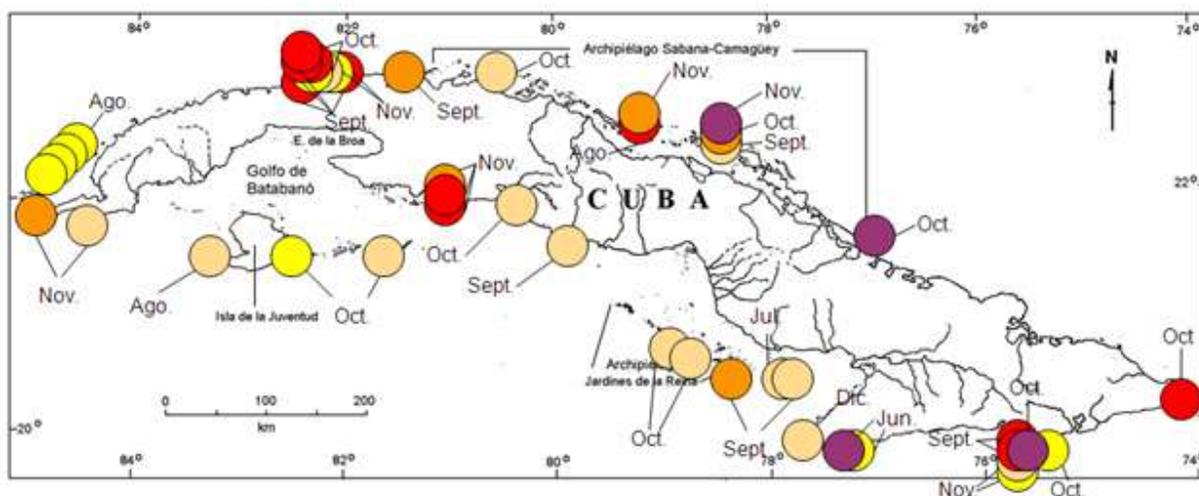


Figura 2. Nivel de blanqueamiento de corales en Cuba (Junio-Diciembre 2010) (Alcolado 2011).

Se reportó blanqueamiento casi total (75-100%) en dos puntos de la mitad oriental del Archipiélago Sabana-Camagüey y en dos del extremo sudeste de Cuba (provincias de Santiago de Cuba y Granma). Los voluntarios de Granma (Base Náutica de Marea del Portillo) opinan que el masivo blanqueamiento observado en junio en esa provincia fue causado por la fumigación de campos de cebolla y otros cultivos. Esto es probable ya que en junio las temperaturas del mar no eran tan altas como para causar blanqueamiento.

- **Degradación de los arrecifes coralinos**

Los arrecifes coralinos en Cuba presentan diferentes grados de deterioro (Alcolado et al., 2001 a y b) tanto los arrecifes de crestas como frontales, con una marcada tendencia a su empeoramiento. Las causas de degradación son varias y aparecen en diferentes combinaciones, principalmente: proliferación excesiva de algas por gran escasez de animales herbívoros (como el erizo negro de espinas largas *Diadema antillarum* (Fig 3) así como peces loros y barberos) y huracanes más frecuentes e intensos desde 2001. En menor grado han influido enfermedades de corales, incluido el blanqueamiento, y de manera muy localizada, la contaminación.

Cálculos recientes realizados compilando toda la información nacional disponible arrojan un 91,3% de degradación de los arrecifes coralinos en Cuba (Alcolado et al., 2011).

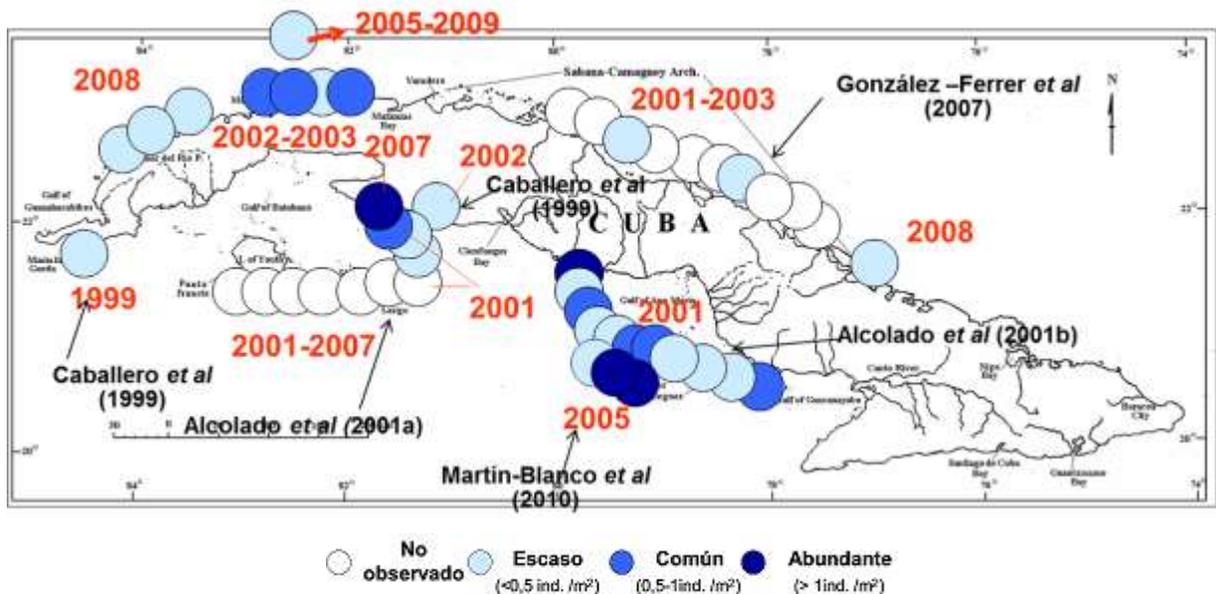


Figura 3. Abundancia del erizo negro (*Diadema antillarum*) en Cuba (Alcolado *et al.*, 2011).

- **Deterioro masivo y fuerte de las crestas de los arrecifes coralinos**

A partir de abundantes datos del Instituto de Oceanología, publicaciones, informes y reportes de voluntarios de la Red de Monitoreo Voluntario de Alerta Temprana de Arrecifes Coralinos de Cuba, el 70% de las crestas arrecifales están muy deterioradas; 21% deterioradas, y solo unas pocas (8%) en buen estado o poco deterioradas (Alcolado *et al.*, 2011, Fig 4).

Según Alcolado *et al.*, (2009) desde la destrucción física de las crestas arrecifales producida por el Huracán Gilbert y las subsiguientes TSM propiciadoras de blanqueamiento en 1993, 1995, 1997 y 1998, 1999 y 2000 se empeora el deterioro de los arrecifes coralinos en la costa sur de Cuba.

Sin embargo, a partir de la figura 4 (Alcolado *et al.*, 2011) se infiere que la costa Sur de Cuba posee los arrecifes coralinos mejor conservados. Según el número de localidades con diferente grado de conservación de las crestas arrecifales (Escala de clasificación del grado de deterioro tomado de Alcolado *et al.*, 2011) en la Región Sur Occidental, desde Guanahacabibes hasta Cienfuegos el 11%; y en la Región Sur Centro Oriental, desde Cienfuegos hasta Maisí, el 16% de las crestas arrecifales están en buen estado o poco deterioradas. Las zonas, noroccidental y el resto de la costa norte (desde Varadero hasta Holguín) sólo mantienen en buen estado el 4% de las crestas arrecifales evaluadas.

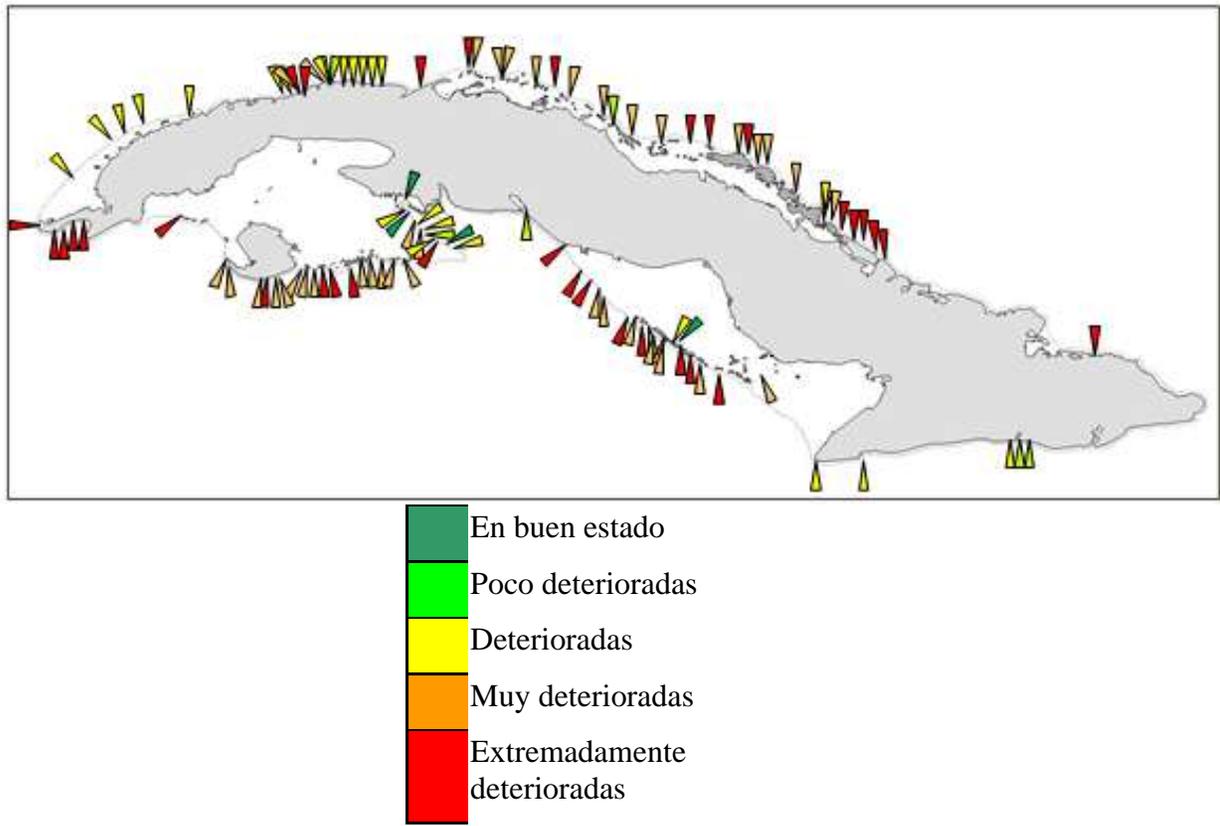


Figura 4. Estado general de las crestas de arrecifes de Cuba según la escala de clasificación del grado de deterioro (Alcolado *et al.*, 2011).

- **Cambios en los patrones de predominio de especies de corales**

Se produjeron cambios en el predominio de especies de corales hacia las que son más tolerantes a la sedimentación y el oleaje, y con crecimiento más rápido, como ocurrió en los cayos Palomo, Cantiles, Rosario y Rico en el la región suroccidental de Cuba entre los años 2001 y 2007 (Alcolado *et al.*, 2009, Fig.5).

Según Alcolado *et al.* (2009) *M. complanata* es un coral de crecimiento rápido, muy resistente al oleaje y por su forma es poco afectado por la sedimentación. La ocupación de esta especie es poco deseable desde el punto de vista del buceo por su carácter muy urticante y, desde el punto de vista ecológico, por limitar la posibilidad que el espacio ocupado por ésta sea recuperado por *A. palmata* coral típico y de ventajosa función de refugio de organismos diversos (peces, erizos, langostas, etc.) y de mantenimiento de la estructura física de la cresta, que no suple la especie sustituta. Por otra parte *A. palmata*, por su profusa ramificación y fortaleza, disipa con mayor efectividad la energía del oleaje.

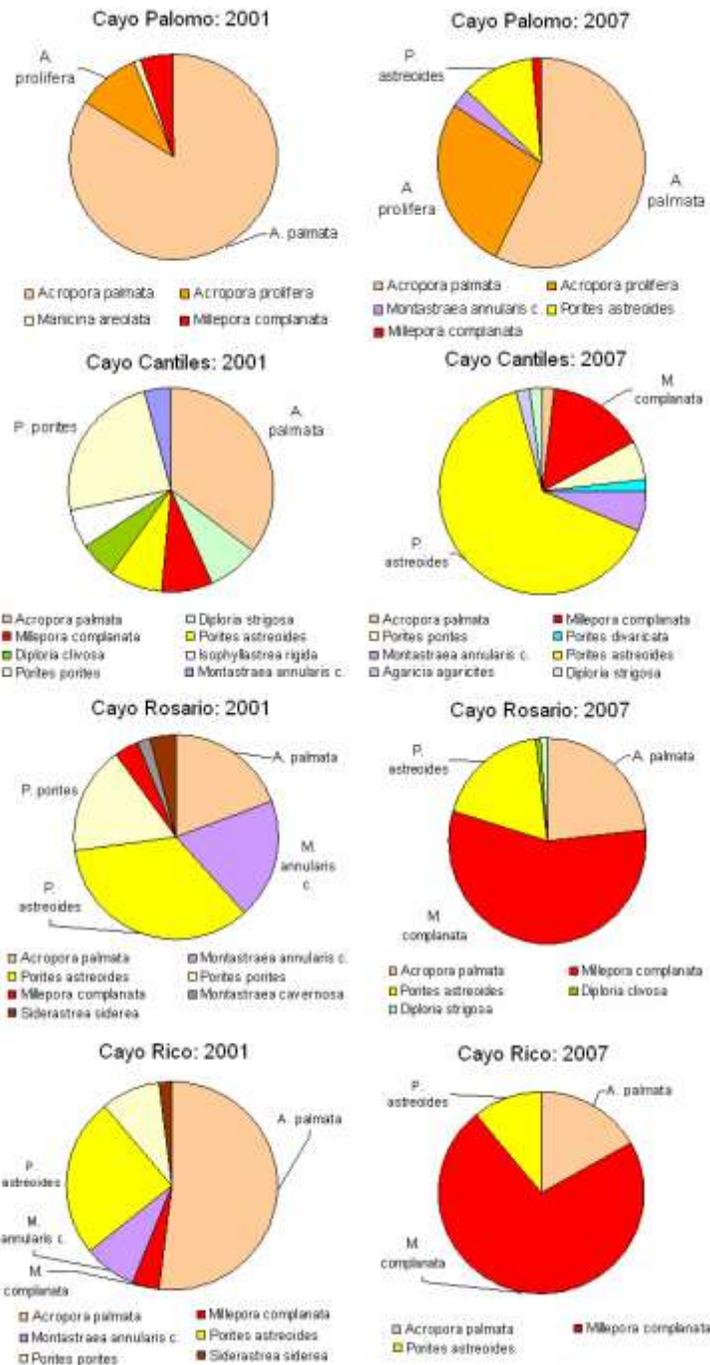


Figura 5. Porcentaje numérico de colonias de las especies de corales duros en los sitios de crestas (Alcolado *et al.*, 2009).

El coral *P. astreoides* es otra especie de crecimiento rápido y resistente al oleaje, que por su hábito incrustante apenas contribuye a la armazón de la cresta ni funciona como refugio. Su extensión sobre el fondo también debe limitar la posibilidad de reclutamiento de nuevas *A. palmata* (Alcolado *et al.*, 2009).

El coral *A. prolifera*, también, de crecimiento rápido, si bien puede crear abundante refugio con sus ramas, éstas no tienen el grosor ni fortaleza de *A. palmata* como para garantizar la integridad futura de una cresta, y sus poblaciones pueden ser fácilmente destruidas por otro ciclón (Alcolado et al., 2009).

Según Alcolado et al., 2009 estos cambios vienen sucediendo desde poco después de 1988 en los sitios del sur del golfo, produciendo la pérdida de solidez de las crestas, el desarrollo estructural de su armazón y la funcionalidad de una cresta normal y, al menos las dominadas por el coral de fuego, deben haber perdido en buena parte la capacidad de volver a su estado inicial por lo antes explicado, al menos en un plazo corto o mediano. Solo la cresta donde *A. palmata* cedió parte de su predominio a *A. prolifera* (Boya de Cayo Palomo) conserva el potencial de volver a su estado inicial si una menor frecuencia e intensidad de los ciclones permite a *A. palmata* recuperar su predominio por diferentes mecanismos (por reclutamiento de nuevas colonias, refinación y desarrollo a partir de fragmentos vivos, o recapamiento de las ramas muertas por tejido vivo remanente o por tejido de nuevos reclutas).

- **Pérdida de funciones protectoras del ecosistema arrecifal.**

Según Alcolado et al., 2011 las crestas coralinas se están volviendo menos efectivas como refugio para peces y como disipadoras del oleaje, a causa de la pérdida de complejidad estructural. A lo largo de las últimas cuatro décadas la complejidad arquitectónica del arrecife se está destruyendo más rápido de lo previsto en todo el Gran Caribe, ya que los esqueletos remanentes de los corales que van muriendo sufren erosión acelerada (Alvarez-Filip et al., 2009). Esto da lugar al fenómeno que los autores llaman “aplanamiento de arrecifes” (reef flattening). Debido a este proceso, los arrecifes van dejando de ejercer sus funciones ecológicas (refugio para depredadores y presas, protección de la base rocosa del arrecife, etc.) y de brindar sus servicios ambientales (protección costera, pesca, turismo, etc.). Según los autores citados, la proporción de arrecifes con relieve complejo se ha reducido, aproximadamente, de 45% en 1969 a sólo 2% en 2008. Una extensión extrapolada de la tendencia de pérdida de complejidad arquitectónica pronostica la desaparición de los arrecifes con estructura compleja para el año 2015 en el Gran Caribe.

La tasa de disminución anual promedio del cubrimiento vivo del fondo por corales pétreos para las crestas de arrecifes y para los arrecifes frontales de Cuba son de 1,76%/año y 1,42%/año respectivamente, con un promedio conjunto de 1,57%/año (Alcolado et al., 2011).

La disminución del cubrimiento vivo del fondo por corales pétreos constituye una pérdida de hábitat y afectación al ciclo de vida de numerosas especies arrecifales.

- **Incremento de las enfermedades producidas por microorganismos**

En Cuba, la incidencia de enfermedades producidas por microorganismos en arrecifes coralinos es generalmente de menos de 2% de las colonias y raramente excede de 5%. Las enfermedades más frecuentes observadas han sido plaga blanca, manchas oscuras, mancha amarilla, viruela blanca y banda blanca (en *Acropora cervicornis* principalmente). La banda negra es común pero ha aparecido en pocas colonias.

Las disminuciones en los porcentajes de corales enfermos no tienden a ser significativas y es notoria la frecuencia de valores cero en 2007, lo que pudiera ser una señal incipiente de una adaptación de los corales mediante reajustes de sus asociaciones microbianas como se plantea en literatura reciente (Alcolado et al., 2009).

El Caribe ha sido blanco de acción de enfermedades que han ocasionado serios problemas a los arrecifes coralinos y por tanto a la biodiversidad marina de la región, en general. La enfermedad de banda blanca provocó la muerte de miles de colonias de dos especies fundamentales en la construcción durante siglos de arrecifes; *Acropora palmata* y *Acropora cervicornis* por lo que desde el año 1972 se encuentran en la Lista de Especies Amenazadas (Aronson y Precht 2002).

- **Cambios en la proporción de sexos de las tortugas.**

Según Moncada et al., 2010 el incremento anual en la proporción sexual favorable a las hembras, observado en las áreas de pesca de Nuevitas y Cocodrilo (Isla de la Juventud) a partir del monitoreo entre los años 1995 y 2006 para la tortuga carey; indica un predominio de las hembras en esas áreas.

A la temperatura de incubación de 29oC conocida como temperatura pivote, nace un 50% de cada sexo. Al aumentar la temperatura del aire aumenta la temperatura de incubación y se obtienen cada vez porcentajes más elevados de hembras como indican estimaciones realizadas en diferentes playas de Centroamérica, Gran Caribe y la Florida en las que se han estimado porcentajes de hembras superiores al 95%.

- **Pérdida de área de cría e interrupción del ciclo de vida de las tortugas**

Según Moncada et al., 2010 la evidencia de afectación de las tortugas marinas producto de factores asociados al cambio climático en Cuba está dada por la coincidencia de la temporada reproductiva con la temporada ciclónica, que provoca la destrucción de los huevos, nidos y neonatos observado en los Archipiélagos de los Canarreos y Jardines de la Reina (Cuadro 3) durante el paso del huracán Paloma en el 2008 y en la Península de Guanahacabibes (Cuadro 4).

Cuadro 3. Evaluación de pérdida de nidos causada por los ciclones en temporadas de reproducción en algunos sitios del Archipiélago de los Canarreos.

Huracanes 2008	Área de anidación	Nidos destruidos	Especie	% de pérdida	Total de huevos destruidos (~)
Gustav e Ike	San Felipe	96	T. verde Caguama Carey	43.0	11,136
	Guanal	90	T. verde Caguama	28.3	10,500

Cuadro 4. Evaluación de pérdida de nidos, huevos y neonatos, causada por tormentas y ciclones en temporadas de reproducción en la Península de Guanahacabibes (Azanza, 2009).

Año	Tormenta	Nidos destruido	Huevos destruido	Nidos eclosionado	Producción de	Producción	Porcentaje de

	s	s	s	s	huevos	de neonatos	pérdida
2002	Isidore y Lily	31	3 019	607	69 198	55 358	5
2003	Claudette	26	2 964	168	19 152	15 332	13
2004	Charley e Iván	81	9 234	60	6 840	5 472	57
2005	Arlene, Katrina y Wilma	136	15 504	113	12 882	10 306	55
2007	Dean	28	3 192	309	35 226	28 181	8

- **Cambios en la nidificación y el comportamiento reproductivo de las tortugas**

Cambios en la nidificación y el comportamiento reproductivo en tres especies de tortugas con uso de diferentes niveles de la playa: el carey próximo o dentro de la vegetación, la caguama próxima a la línea de marea y la tortuga verde intermedia aunque más cercana a la vegetación se espera que ocurran por la afectación del incremento del nivel del mar y la incidencia de tormentas y huracanes en las áreas de cría (Moncada et al., 1998; Nodarse et al., 2004).

Estos cambios fueron documentados en las playas de la Península de Guanahacabibes por Ibarra et al., 2008 y Azanza, 2009.

Las principales zonas de anidación de las tortugas en Cuba se encuentran en la costa sur (Fig. 6) donde son más frecuentes las afectaciones producidas por tormentas y huracanes.

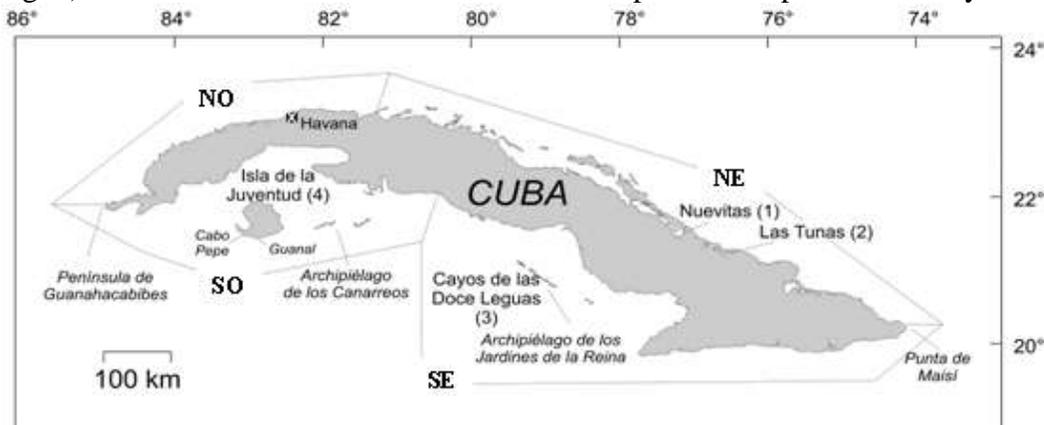


Figura 6. Sitios de monitoreo: anidación (Archipiélago de los Canarreos, Archipiélago Jardines de la Reina y Península de Guanahacabibes) (Moncada *et al.*, 2010).

- **Reducción de la principal área de anidación del carey en Cuba**

La afectación que provocan los huracanes y tormentas severas en las costas de arena en ocasiones llegan a ocasionar la pérdida de la playa como en Cayo Anclitas al parecer debido a

la erosión y afectación a la vegetación por el paso de huracanes y en Cayo Alcatraz, ambos sitios en los Cayos y Laberinto de las Doce Leguas (Archipiélago Jardines de la Reina), principal área de anidación del carey en Cuba (Moncada et al., 1998, 1999).

- **Disminución de las poblaciones de tortugas por destrucción de huevos, nidos y neonatos**

Según Moncada (2010) y Azanza (2009) la destrucción de huevos, nidos y neonatos provocará una disminución de las poblaciones de tortugas en aguas cubanas así como en las aguas del Caribe teniendo en cuenta que este es uno de los grupos de organismos marinos migratorios.

- **Incremento de las cianobacterias en la composición taxonómica del fitoplancton de aguas costeras y oceánicas en Cuba.**

Según Loza (2010) en los últimos años se ha producido un cambio en el número de taxones de cianobacterias en las aguas marino-costeras de Cuba (Cuadro 5). Los resultados obtenidos indican que la riqueza de especies de cianobacterias se ha incrementado tanto en aguas costeras como en aguas oceánicas alrededor de Cuba de 1996 al 2006, lo que pudiera estar relacionado con el incremento de temperatura superficial del mar reportado por Fernández-Vila et al., 2010 para Cuba.

Cuadro 5. Variación en el número de taxones de cianobacterias en las aguas marino-costeras de Cuba.

Zona costera			
Región	Cruceros	Número de taxones	Referencias
Plataforma NW	1967 - 1972	7	López-Baluja y Borrero (1977)
	1977 - 1978	8	Popowski, López-Baluja y Borrero (1982)
	2001 - 2006	27	Loza (2004) y Carmenate <i>et al.</i> (2007)
Plataforma SW	1977	8	López-Baluja <i>et al.</i> (1980)
	1998 - 2000	37	Loza <i>et al.</i> (2003)
Zona pelágica			
Aguas oceánicas adyacentes	1968	3	López-Baluja y Vinogradova (1972)
	1981	4	Popowski y Campos (1987)
	1965 - 1985	8	López-Baluja <i>et al.</i> (1992)
	1989 - 2005	23	Loza (2010)

- **Disminución del reclutamiento de langosta espinosa a las pesquerías y disminución de las capturas en Cuba**

Según Puga et al. (2010) se produjo un descenso de los desembarques de langosta en Cuba hasta un 54% (Fig 7) independientemente de los niveles de esfuerzo ejercidos y un descenso del reclutamiento (Fig 8) a un 65 % entre 1991 y 2002 y a un 40 % a partir de 2003 en relación con el período de mayor nivel (1979-1987).

Los mencionados autores señalan que después de un período prolongado de 12 años (1978-1989) con capturas altas de forma sostenida, los desembarques de langosta en Cuba han descendido hasta un 54 % en la actualidad, independientemente de los niveles de esfuerzo ejercidos. La disminución del esfuerzo pesquero entre 1991 y 1995 debido al período especial, y el perfeccionamiento del sistema de manejo desde 1999 (disminución del esfuerzo, aumento del período de veda e incremento de la talla mínima legal) no han logrado revertir esta desfavorable situación.

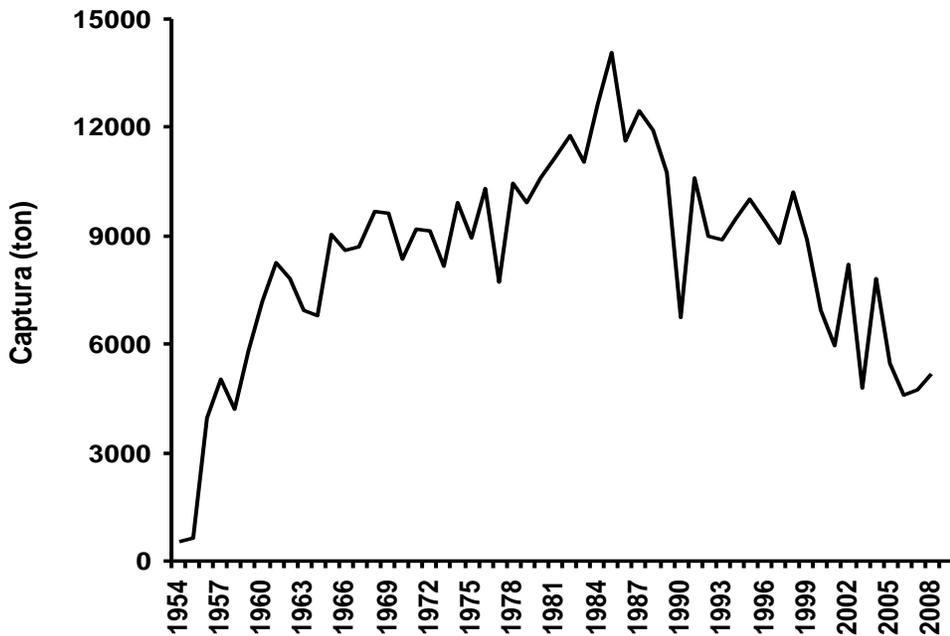


Figura 7. Variaciones anuales de la captura de langosta en Cuba. Datos a partir de estadísticas oficiales del MINAL (Puga *et al.*, 2010).

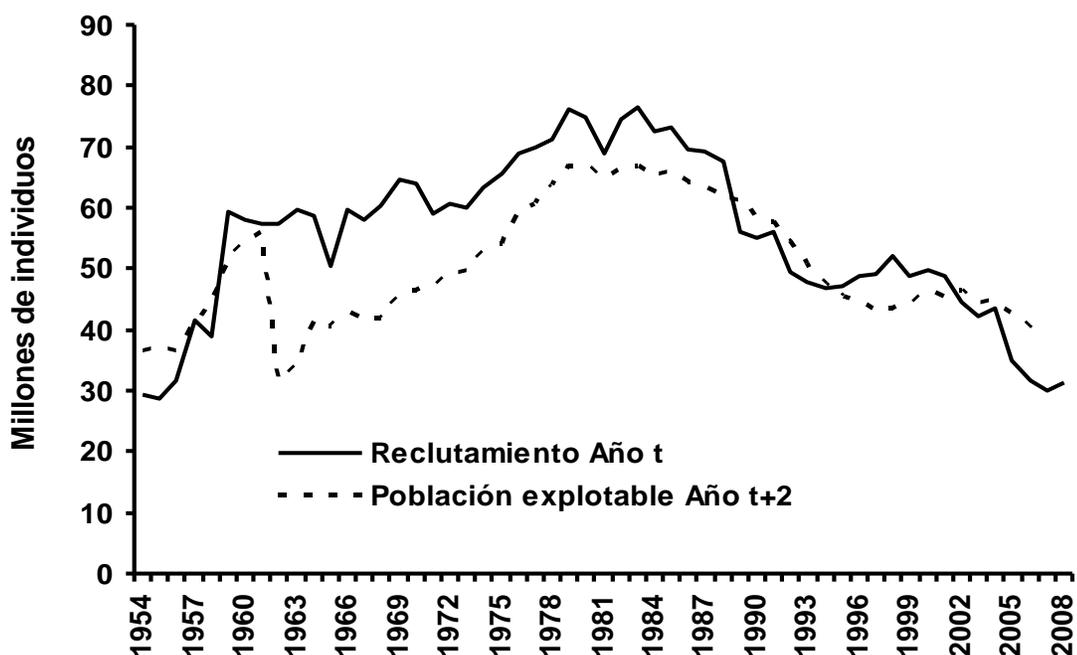


Figura 8. Variaciones anuales del reclutamiento (langostas con 1 año de edad) y de la población explotable de *P. argus* en Cuba. Series obtenidas mediante Análisis Integrado según metodología de Haddon (2001) (Puga *et al.*, 2010).

Los resultados encontrados aportan fuertes evidencias de que la disminución del reclutamiento y por la tanto del tamaño de la población y de las capturas subsiguientes, se deben a la sinergia entre la intensa explotación pesquera actuando sobre la abundancia de la población y factores climáticos y antrópicos influyendo sobre el hábitat oceánico y de plataforma que determina el éxito del reclutamiento (Puga *et al.*, 2010).

- **Pérdida de biodiversidad marina frente a manglares de borde degradados.**

El manglar de borde y de cayo son los tipos de manglar más ampliamente distribuidos en la plataforma cubana. En segundo lugar se encuentran los manglares de ribera, con una distribución menor en el territorio nacional pero de gran importancia en la desembocadura de los ríos y por tanto de importancia para el suministro de nutrientes y materia orgánica al medio marino.

La mayor parte del borde entre el mar y la tierra del territorio nacional se encuentra cubierta por manglares (70 % según Menéndez *et al.*, 2000) y amplias zonas de la plataforma insular orlada por cayos y pequeñas islas formadas casi totalmente por manglares.

Estudios recientes (Hernández-Zanuy *et al.*, 2009) demuestran que en la costa sur occidental de Cuba la vegetación marina es aún abundante en zonas frente a sectores costeros en los cuales se observó una elevada estabilidad de la línea de costa al realizar fotomontajes de los años 1957, 1970, 1997 y 2000, correspondientes a manglares de borde que no han sido alterados por el hombre (Fig 9).

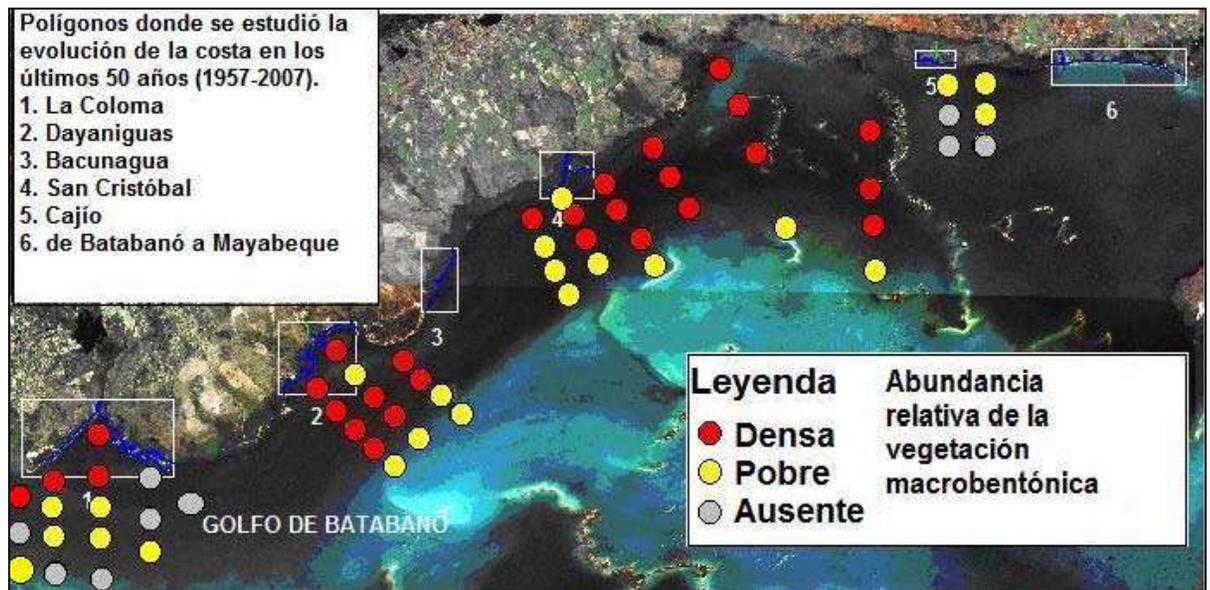


Figura 9. Distribución de la vegetación del fondo según su abundancia relativa (Densa: la mitad o más del fondo está cubierto por vegetación, Pobre: cuando menos de la mitad del fondo está cubierta por vegetación y Ausente: cuando no hay vegetación sobre el fondo). Las cuadrículas señalan los segmentos de costa en los cuales se estudió la evolución de la costa en los últimos 50 años (1957-2000) (Hernández-Zanuy *et al.*, 2010).

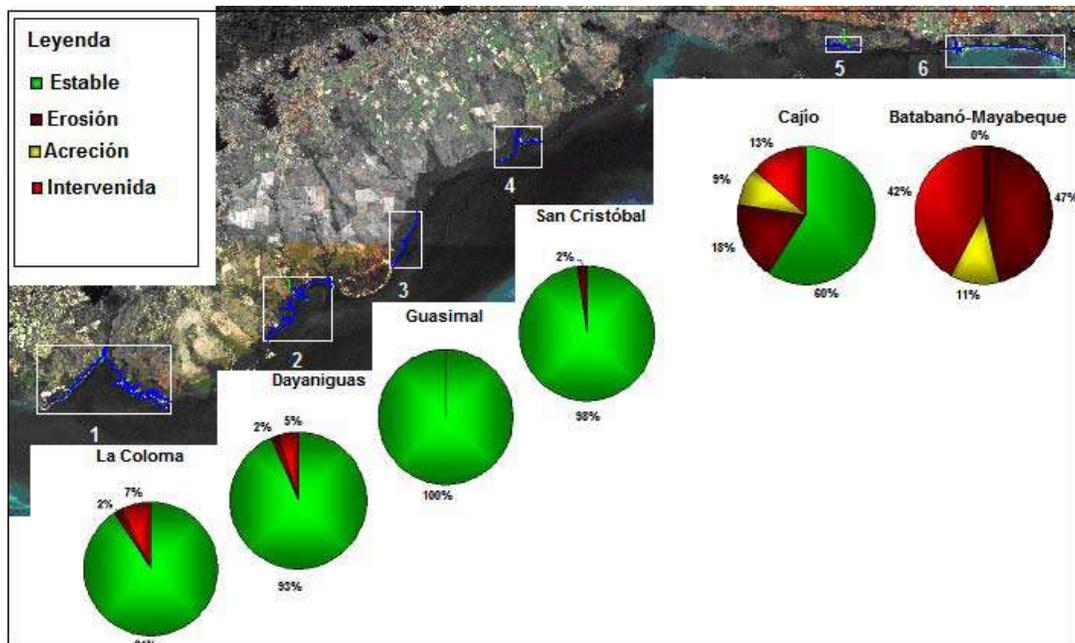


Figura 10. Estado de la línea costera expresado en el porcentaje que cada categoría: Estable, Erosión, Acreción e Intervenido, ocupa del total de la distancia de la costa medida en cada uno de las localidades. Para las mediciones se utilizaron los fotomontajes realizados con las fotos tomadas en los vuelos de 1957, 1970 y 1997 (Hernández-Zanuy *et al.*, 2010).

La mayor parte de la línea de costa se mantiene estable y con manglares en buen estado de salud, excepto algunos puntos que han sido transformados por el hombre en playas y asentamientos costeros de pescadores los que sufren el mayor impacto de los huracanes y tormentas severas. El tramo costero entre Surgidero de Batabanó y Mayabeque que posee un 80 % de costa de mangle retrocede 2,5 m por año mientras que la costa de playa 1,4 m por año debido a la pérdida sustancial del bosque protector de magle rojo (Fig 10).

- **Disminución de la riqueza y abundancia de especies de esponjas.**

El aumento de la temperatura del mar afecta la frecuencia y severidad de las enfermedades, aumentando la virulencia de los patógenos, mientras que facilita la invasión de otros al disminuir la resistencia y resiliencia de las esponjas (Webster, 2007). Aunque en Cuba no han sido detectadas con frecuencia enfermedades de esponjas, existe un antecedente en 1939, donde se perdieron entre el 70 y el 90% de las especies comerciales (Galstoff et al., 1939; Smith, 1941). Existe la posibilidad de que sucesos similares a este se repitan, si tenemos en cuenta la elevada incidencia que tienen en nuestra región geográfica (Rützler, 1988; Paz, 1997; Cowart et al., 2006; Wulff, 2006 a y b). Además, se dificulta la detección de estos eventos, debido a que por la consistencia de las esponjas los individuos enfermos no perduran mucho tiempo, de modo que desaparece así toda evidencia de manera muy rápida. Por dicha razón no se descarta que las enfermedades también se encuentren afectando a las esponjas de Cuba.

- **Reducción de la cobertura de los ecosistemas marinos y costeros capturadores de carbono atmosférico y por tanto de su función como sumideros.**

Martínez-Daranas (2010) encontró que en Cuba la retención de carbono estimada para los pastos marinos cubanos es tres veces mayor a la de los manglares ya que ocupan un área cinco veces mayor, aunque la tasa de captura de carbono promedio mundial por parte de los manglares es superior a la de los pastos marinos, (Cuadro 6).

Cuadro 6. Tasa de captura de carbono promedio anual (según Nelleman et al., 2009) por los manglares y pastos marinos del mundo, área ocupada por los manglares y los pastos marinos cubanos, y la cantidad estimada de carbono enterrado anualmente por estos ecosistemas en Cuba (Martínez-Daranas, 2010).

Ecosistemas	Tasa de captura promedio mundial (Ton C ha-1 año-1)	Área que ocupan en Cuba (ha)	Captura de carbono de (Tg C año-1)
Manglares	1,39	5 27452,8	0,73
Pastos marinos	0.83	26 56300	2.20
Total		31 83752,8	2,93

Según Martínez-Daranas (2010) con el valor capturado por pastos y manglares en conjunto, se estaría asimilando más del 40% del CO₂ emitido a la atmósfera por Cuba, según los datos del año 2004 (24 242,76 Gg CO₂) (Fig. 11).

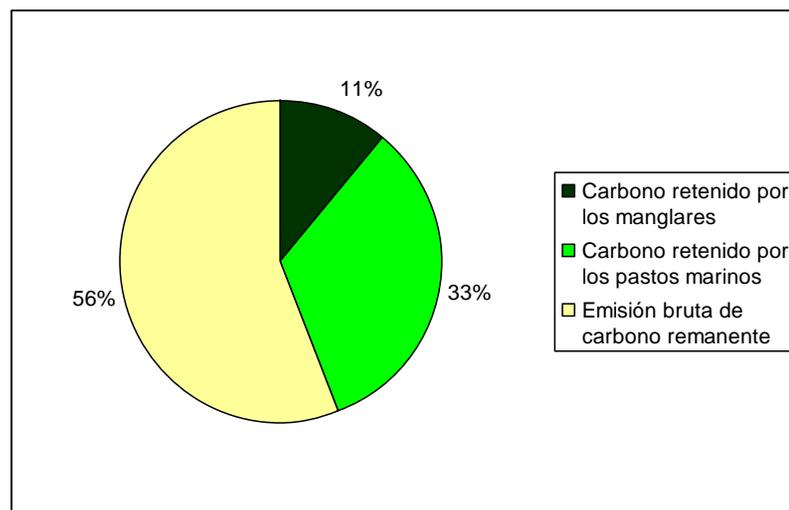


Figura 11. Proporción que representa la cantidad estimada de carbono retenida anualmente por los pastos marinos y manglares, de las emisiones de carbono por Cuba. El círculo representa el 100% de la emisión bruta de CO₂ de Cuba en el 2004 (López *et al.*, 2009) (Martínez-Daranas 2010).

- **Cambios en la estructura de las comunidades de peces.**

Según Claro *et al.*, (2007) las comunidades de peces de los arrecifes de coral del Archipiélago Sabana-Camagüey sufrieron una disminución significativa de su densidad y biomasa como resultado de la reducción de la cobertura coralina debido a varios eventos de blanqueamientos y subsecuentes incrementos de la cobertura algal.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

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.*, 2009).

El ecosistema de manglar al parecer posee una resiliencia mayor que los arrecifes coralinos, manteniendo una elevada capacidad de recuperación ante eventos meteorológicos extremos siempre que no haya sufrido previamente alteraciones irreversibles ocasionadas por el hombre (Hernández-Zanuy *et al.*, 2009).

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 así como mantenerse como importantes sumideros de carbono para el sostenimiento de la vida en el planeta.

La principal amenaza natural sobre la biodiversidad marina y de Cuba, el incremento en la frecuencia e intensidad de los eventos meteorológicos extremos, pudiera mitigarse aumentando la resiliencia y protección de los ecosistemas marinos y zonas costeras para que disminuyan las inundaciones y la erosión costera; así como desarrollando medidas que aumenten la adaptación de especies y ecosistemas con la reducción de tensiones no climáticas sobre ellos, como la contaminación, explotación excesiva, pérdida y fragmentación de hábitats e introducción de especies exóticas e invasoras.

Según Claro et al., (2007) a pesar de las amenazas relacionadas anteriormente, la magnitud de los impactos antrópicos sobre los ecosistemas marinos de Cuba parecen ser de menor magnitud que en otros países del área, debido entre otras razones a la aplicación de una creciente política ambiental y a la centralización de los programas de desarrollo. Los mismos autores (Claro et. al., 2007) señalan que el desarrollo del turismo internacional en general, y en particular el eventual levantamiento del bloqueo económico y comercial de los Estados Unidos, provocarán un flujo inusitado de turistas a Cuba, con su secuela de impactos sobre los ecosistemas naturales.

En los últimos años se ha comenzado un proceso de exploraciones petroleras y desarrollo portuario en la costa noroccidental de Cuba, que incrementa la vulnerabilidad de la biodiversidad marina y costera del área.

CONCLUSIONES

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 los bienes y servicios de la biodiversidad marina y costera en Cuba, que ya se encuentra muy amenazada en las áreas costeras donde el hombre ha transformado la costa.

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.

REFERENCIAS

Alcolado P. M. (2010). El cambio climático y los arrecifes coralinos del Gran Caribe y Cuba En: A. Hernández-Zanuy y Alcolado P.M. (Eds). 2010. La Biodiversidad en ecosistemas marinos y costeros del litoral de iberomamérica y el cambio climático: I. Memorias del Primer Taller de la Red CYTED BIODIVMAR, La Habana, Julio, 2010. (CD-ROM).

- Instituto de Oceanología, La Habana. ISBN: 978-959-018-1.
- Alcolado P. M., Hernández-Muñoz, Caballero H., Busutil L., Perera S. y G. Hidalgo (2009). Efectos de un inusual período de alta frecuencia de huracanes sobre el bentos de arrecifes coralinos. *Rev. Cien. Mar. Cost.*, 1: 73-94.
- Alcolado P.M. Lorenzo S. y I. Almeida (2011). Efectos del cambio climático sobre los arrecifes coralinos de Cuba: medidas para el manejo ambiental de las crestas arrecifales de Cuba a nivel municipal. Informe del Proyecto 5 “Localización y estado de deterioro de las crestas arrecifales en zonas priorizadas de Cuba” (del Macro-proyecto “Escenarios de peligro y vulnerabilidad de la zona costera cubana, asociados al ascenso del nivel medio del mar para los años 2050 y 2100”).
- Alcolado, P. M., Busutil, L., Villiers, N. R., Castellanos, S., Alcolado-Prieto, P., Hidalgo, G., Macías, D. y Hernández-Muñoz, D. (2010). Biomonitorio de los arrecifes coralinos entre los ríos Quibú y Baracoa, y prueba de nuevos indicadores ambientales potenciales a partir de comunidades sésiles. Informe de proyecto. Instituto de Oceanología. 86 pp.
- Alcolado, P. M., Claro-Madruga, R., Martínez-Daranas, B., Menéndez-Macía, G., García-Parrado, P., Cantelar, K., Hernández, M. y del Valle, R. (2001b). Evaluación ecológica de los arrecifes coralinos del oeste de Cayo Largo del Sur, Cuba: 1998-1999. *Bol. Mar. Coas. Res.*, 30, 109-132.
- Alcolado, P. M., Ginsburg, R. N., Kramer, P., Kosminin, V., de la Guardia, E., González, S. y Hernández, M. (2001 a). Estado de salud del bentos de los arrecifes coralinos del sur y este del Golfo de Batabanó: Informe Preliminar de la Expedición CUBAGRRA. Marzo. (Informe final). Archivo del Instituto de Oceanología, Academia de Ciencias de Cuba.
- Alvarez-Filip, L., Dulvy, N. K., Gill, J. A., Cote, I. M. & Watkinson, A. R. (2009). Flattening of Caribbean coral reefs: region-wide declines in architectural complexity. *Proc. R. Soc. B.*, (doi: 10.1098/rspb.2009.0339). <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2009.0339>.
- Aronson, R. B., Precht, W. F., Toscano, M. A. & Koltjes K. H. (2002). The 1998 bleaching event and its aftermath on a coral reef Belize. *Mar. Biol.*, 141, 435-447.
- Azanza Ricardo, J. (2009). Estrategia reproductiva de la tortuga verde, *Chelonia mydas*, (Testudines, Cheloniidae) y su impacto en la estructura genética de áreas de anidación del occidente del archipiélago cubano. Tesis en opción al grado de Doctor en Ciencias Biológicas, 135 pp.
- Carmenate, M., S. Loza., Y. Pereiro y M. Sánchez. 2007. Evaluación de la calidad de las aguas en una zona del litoral Noroccidental de Ciudad de la Haba (Cuba) utilizando las comunidades de fitoplancton como indicador. Proceeding III Convención de Medio Ambiente.
- Claro, R. (Ed.) (2007). La biodiversidad marina de Cuba. Instituto de Oceanología, La Habana. CD-ROM, ISBN:978-959-298-001-3. disponible en: <http://www.redciencia.cu/cdbio/>.
- Cowart, J. D., Henkel, T. P., McMurray, S. E., y Pawlik, J. R. (2006). Sponge orange band (SOB): a pathogenic-like condition of the giant barrel sponge *Xestospongia muta*. *Coral Reefs*, 25: 513.
- Fernández Vila L., Roberto Piñeiro, Ivan. Pérez Santos, Jacqueline Simanca Cárdenas y Fermín Vega Desdín. (2009). Evidencias oceanográficas del cambio climático en las aguas marinas cubanas. En: Hernández-Zanuy A. Ed., Evaluación de las posibles afectaciones del cambio climático a la biodiversidad marina y costera de Cuba. En línea: <http://www.redciencia.cu>. ISBN: 978-959-298-017-4.

- Galstoff, P. S., Brown, H. H., Smith, C. L., & Walton Smith, F. G. (1939). Sponge mortality in the Bahamas. *Nature*, 143: 807-808.
- Haddon, M. (2001). *Modelling and Quantitative Methods in Fisheries*. Florida: Chapman & Hall/CRC.
- Hernández-Zanuy A. y Alcolado P.M. (Eds). 2010. *La Biodiversidad en ecosistemas marinos y costeros del litoral de iberomamérica y el cambio climático: I. Memorias del Primer Taller de la Red CYTED BIODIVMAR, La Habana, Julio, 2010. (CD-ROM)*. Instituto de Oceanología, La Habana. ISBN: 978-959-018-1.
- Hernández-Zanuy A., Fernández Vila L., Alcolado M., Puga R., Martínez-Daranas B., Lorenzo Sánchez S., Hernández-Muñoz D., Caballero H., Busutil L., Perera S., Hidalgo G., Piñeiro R., Capetillo N., de León M. E., Cobas S. Pérez Santos I., Simanca J., Vega F., Macario Esquivel, Guerra R. y M. Sosa. 2009. *Evaluación de los posibles efectos del cambio climático sobre la biodiversidad marina y costera en Cuba a través de cuatro casos de estudio: Pastos marinos, Interacción tierra-mar en la costa Sur Habana-Pinar del Río, Arrecifes coralinos de Cayo Rosario y Ciclo de vida de la langosta espinosa. (Informe Final de Proyecto del Programa Nacional de Cambios Globales, Archivo Agencia de Ciencia y Tecnología, AMA, Cuba. ISBN 978-959-298-017-4.*
- Ibarra, M. E. Azanza. J. y Hernández. J. (2008, diciembre). *Cambios climáticos y su impacto en la conservación de las tortugas marinas. Ponencia presentada en el VIII Congreso Latinoamericano de Herpetología. Cuba.*
- Iturralde-Vinent M., ed., 2004. *Origen y evolución del Caribe y sus biota marinas y terrestres. [CR ROM]*. La Habana: Centro Nacional de Información Geológica. ISBN 959-7117-14-2.
- López, C., Fernández, P. V., Manso, R. W., Valdés, A., León, A., Guevara, A. V., González, C., García, M. E., Legañoa, G., González, T. M., Dávalos, J., López, I., Pérez, D., Ricardo, H., Pire, S. F., Ameneiros, J. M., Mercadet, A. y Álvarez, A. (2009). *Emisiones y remociones de gases de invernadero en Cuba. Reporte preliminar para el año 2004 y Actualización para el periodo 1990-2002. CITMA/ AMA/ Instituto de Meteorología, La Habana, 37 pp.*
- López-Baluja, L. y L. Vinogradova 1972. *El fitoplancton en aguas adyacentes al archipiélago cubano. Ser. Oceanol., ACC, 13: 1 - 24.*
- López-Baluja, L. y N. Borrero 1977. *Lista de especies de algas unicelulares para las aguas de la plataforma cubana. Acad. Cien. Cuba. Inf. Cient. -Tec. (11): 20pp.*
- López-Baluja, L.; G. Popowski y Arujo, M. 1980. *Comparación entre el fitoplancton colectado con red y con botella hidrográfica en la región NW de la plataforma de cuba. Rev. Invest. Mar. 1(1): 105-153.*
- Loza, S. 2010. *Estructura y funcionamiento del fitoplancton menor de 133 µm en las aguas oceánicas de Cuba. Tesis en Opción al Grado de Dr. en Ciencias Biológicas, 150 p.*
- Loza, S. 2010. *Estructura y funcionamiento del fitoplancton menor de 133 µm en las aguas oceánicas de Cuba. Tesis en Opción al Grado de Dr. en Ciencias Biológicas, 150 p.*
- Loza, S. 2004. *Fitoplancton. En: Calidad Ambiental de la Zona Costera al Oeste de Ciudad de la Habana (S. Cerdeira, A. Areces, J. F. Montalvo, S. Loza, R. del Valle, Y. Delgado, M. Sosa, L. Rivas, R. Guerra, S. González, Z. Marcos, J. Gutiérrez, S. Lorenzo, I. García, M. Sánchez, R. Núñez, M. E. César, S. Esponda, V. Delgado, R. García, J. L. Hernández, M. Hernández, A. Niévares). Informe Final. Arch. Cient. Inst. Oceanol., 66 pp.*
- Loza, S. 2004. *Fitoplancton. En: Calidad Ambiental de la Zona Costera al Oeste de Ciudad de*

- la Habana (S. Cerdeira, A. Areces, J. F. Montalvo, S. Loza, R. del Valle, Y. Delgado, M. Sosa, L. Rivas, R. Guerra, S. González, Z. Marcos, J. Gutiérrez, S. Lorenzo, I. García, M. Sánchez, R. Núñez, M. E. César, S. Esponda, V. Delgado, R. García, J. L. Hernández, M. Hernández, A. Niévares). Informe Final. Arch. Cient. Inst. Oceanol., 66 pp.
- Loza, S., K. Barrios, M.E. Miravet, M. Lugioyo, E. Perigó y M. Sánchez. 2003. Respuesta del Fitoplancton ante el estrés ambiental en los ecosistemas arrecifales. Protección del Hombre y la Naturaleza. Cátedra de Educación Ambiental. Vol. VIII. Soporte Magnético: 21-24 pp.
- Martínez-Daranas B. (2010). Los pastos marinos de Cuba y el cambio climático. En: A. Hernández-Zanuy y Alcolado P.M. (Eds). 2010. La Biodiversidad en ecosistemas marinos y costeros del litoral de iberomamérica y el cambio climático: I. Memorias del Primer Taller de la Red CYTED BIODIVMAR, La Habana, Julio, 2010. (CD-ROM). Instituto de Oceanología, La Habana. ISBN: 978-959-018-1
- Menéndez L., A. González, J. M. Guzmán, L. Rodríguez, R. Capote, R. Gómez, R. T. Capote, I. Fernández, R. Oviedo, P. Blanco, C. Mancipa y Y. Jiménez 2000. Bases Ecológicas para la Restauración de Manglares en Áreas Seleccionadas del Archipiélago Cubano y su relación con los Cambios Climáticos Globales (Código 01302123). Programa Nacional de Cambios Globales y Evolución del Medio Ambiente Cubano.
- Moncada F. , Azanza J. , Nodarse G., Medina Y.y Forneiro Y. 2010. Las tortugas marinas y el cambio climático en Cuba. En: A. Hernández-Zanuy y Alcolado P.M. (Eds). 2010. La Biodiversidad en ecosistemas marinos y costeros del litoral de iberomamérica y el cambio climático: I. Memorias del Primer Taller de la Red CYTED BIODIVMAR, La Habana, Julio, 2010. (CD-ROM). Instituto de Oceanología, La Habana. ISBN: 978-959-018-1.
- Moncada, F. Pérez, C., Nodarse, G., Elizalde, S., Rodríguez, A. M., y Meneses, A. (1998). Reproducción y anidación de *E. imbricata* en Cuba. Revista Cubana de Investigaciones Pesqueras. 22 (1), 101-116.
- Moncada, F., Carrillo, E., Saenz, A. & Nodarse, G. (1999). Reproduction and nesting of the hawksbill Turtle, *Eretmochelys imbricata*, in the Cuban Archipelago. Chelonian Conservation and Biology (3), 257-263.
- Nellemann, C., Corcoran, E., Duarte, C. M., Valdés, L., DeYoung, C., Fonseca, L. & Grimsditch, G. (Eds.) (2009). Blue Carbon. A Rapid Response Assessment. Birkeland Trykkeri AS, Norway, 78 p.
- Nodarse, G., Moncada, F., Rodríguez, C., Escobar, C., Hernández, F. y Ávila. O. (2004). Marine turtles nesting in Cuban archipelago in 2002 and 2003. En: Mast, R.B., B. J. Hutchinson y A. H. Hutchinson. Proceeding of the Twenty-fourth Annual Sea Turtles Symposium. U.S. Dep. Commer. NOAA. NMFS-SEFSC-567, p. 144.
- Paz, M. (1997). New killer disease attacks giant barrel sponge. San Pedro Sun, Belize: 7 March. <http://sanpedrosun.net/old/sponge.html>
- Popowski, C. G. y Campos, A. 1987. Estructura comunitaria del plancton oceánico alrededor de Cuba en marzo de 1981. Reporte de Investigación, 64, 1-15.
- Popowski, C. G., López-Baluja, L y Borrero, N. 1982. Distribución del fitoplancton en la región noroccidental de la plataforma de Cuba. Ciencias Biológicas, 7, 33 – 51
- Puga Rafael, R. Piñeiro Soto, L. Susana Cobas, de León María Estela, Capetillo N. y R. Alzugaray (2010). La pesquería de la langosta espinosa, conectividad y cambio climático en Cuba. En: A. Hernández-Zanuy y Alcolado P.M. (Eds). 2010. La Biodiversidad en ecosistemas marinos y costeros del litoral de iberomamérica y el cambio climático: I. Memorias del Primer Taller de la Red CYTED BIODIVMAR, La Habana, Julio, 2010.

- (CD-ROM). Instituto de Oceanología, La Habana. ISBN: 978-959-018-1
- Rützler, K. (1988). Mangrove sponge disease induced by cyanobacterial symbionts: failure of a primitive immune system? *Dis. Aquat. Organ.*, 5: 143-49.
- Smith, F. G. W. (1941). Sponge disease in British Honduras, and its transmission by water currents. *Ecology*, 22: 415-421.
- Webster, N. S. (2007). Sponge disease: a global threat? *Environmental Microbiology*, 9(6): 1363-1375
- Wulff, J. L. (2006a). A simple model of growth form-dependent recovery from disease in coral reef sponges, and implications for monitoring. *Coral Reefs*, 25: 419-426.
- Wulff, J. L. (2006b). Rapid diversity and abundance decline in a Caribbean coral reef sponge community. *Biol. Conserv.*, 127: 167-176.