

COMPOSICIÓN DE LAS COMUNIDADES DE OCTOCORALES Y CORALES PÉTREOS Y LA INCIDENCIA DEL BLANQUEAMIENTO DEL 2005 EN JARDINES DE LA REINA, CUBA

COMPOSITION OF OCTOCORAL AND STONY CORAL COMMUNITIES AND INCIDENCE OF THE 2005 BLEACHING EVENT IN JARDINES DE LA REINA, CUBA

Leslie Hernández Fernández^{1*}, Mayrene Guimaraes Bermejo¹, Rodolfo Arias Barreto² y Lidice Clero Alonso³

RESUMEN

En los años 2001 y 2005, se estudió la composición de las comunidades de octocorales y corales pétreos en el archipiélago de los Jardines de la Reina. Se analizó, en la comunidad de corales pétreos, la incidencia del blanqueamiento ocurrido en el 2005 en el Caribe. Para ello se establecieron doce estaciones de muestreo (siete en el arrecife frontal somero y cinco en el arrecife de cresta), en cada una de estas se estimó la densidad mediante el marco cuadrado de 1 m de lado. En el arrecife frontal somero se identificaron un total de 62 especies (26 de octocorales y 36 de corales), siendo las más abundantes: *Pseudopterogorgia americana* (2.4 colonias/m²), *Eunicea flexuosa* (1.1 colonias/m²), *Siderastrea siderea* (5.0 colonias/m²) y *Agaricia agaricites* (4.0 colonias/m²). En el arrecife de cresta se identificaron un total de 31 especies (13 de octocorales y 18 de corales), predominando: *Briareum asbestinum* (1.3 colonias/m²), *Porites astreoides* (2.5 colonias/m²) y *Millepora complanata* (1.0 colonias/m²). Las especies más sensibles al blanqueamiento fueron: *A. agaricites*, *Millepora spp.* y *Montastraea annularis*. En sentido general, dicho suceso tuvo una incidencia pobre sobre los corales pétreos. Es menester la ejecución de monitoreos al permitir ajustar los planes de manejo en función de los cambios que puedan ocurrir en la estructura de las comunidades bentónicas.

Palabras claves: Blanqueamiento, coral pétreo, octocorales, recuperación, comunidades.

ABSTRACT

Octocoral and stony coral communities in the Jardines de la Reina archipelago (Cuba) were studied in 2001 and again in 2005. The incidence of the 2005 bleaching event in the Caribbean was analyzed in the stony coral community. Twelve sampling stations were established: seven in the shallow forereef and five in reef crests, with one square meter quadrants to estimate density. A total of 62 species (26 octocorals and 36 stony corals) were identified in the shallow forereef, including *Pseudopterogorgia americana* (2.4 colonies/m²), *Eunicea flexuosa* (1.1 colonies/m²), *Siderastrea siderea* (5.0 colonies/m²) and *Agaricia agaricites* (4.0 colonies/m²). In the reef crest, 31 species were identified (13 octocorals and 18 stony corals), with *Briareum asbestinum* (1.3 colonies/m²), *Porites astreoides* (2.5 colonies/m²) and *Millepora complanata* (1.0 colonies/m²) being the most abundant. The most sensitive species to bleaching were: *A. agaricites*, *Millepora spp.* and *Montastraea annularis*. In general, this event showed a poor incidence with stony corals. Constant monitoring is necessary to adjust the management plan to the changes that may occur in the structure of the benthic communities.

Keywords: Bleaching, stony coral, octocorals, recovery, communities.

- 1 Centro de Investigaciones de Ecosistemas Costeros (CIEC). Ministerio de Ciencias, Tecnología y Medio Ambiente. Cayo Coco, Morón. CP 69400, Ciego de Ávila, Cuba. *leslie@ciec.fica.inf.cu
- 2 Centro de Estudios y Servicios Ambientales. Villa Clara. Carretera central # 716, entre Colón y Cabo Brito, Santa Clara, Villa Clara.
- 3 Centro de Investigaciones Marinas (CIM). Universidad de La Habana, Calle 16 No. 114, Playa. CP 11300, Ciudad Habana, Cuba.

Recibido 8-III-2011

Aceptado 17-VIII-2011

INTRODUCCIÓN

Los arrecifes coralinos proporcionan valiosos bienes a las naciones costeras tropicales y subtropicales (Hoegh-Guldberg *et al.* 2008). Específicamente en el Caribe, los arrecifes saludables suministran servicios para el turismo, la pesca, además de brindar protección a las costas (Wilkinson y Souter, 2008). Sin embargo, desde hace varios años, se está alertando sobre su degradación (Wilkinson, 2002; Bellwood *et al.* 2004; Wilkinson, 2004 y Alcolado *et al.* 2009), vinculada cada vez más al cambio climático (Wilkinson y Souter, 2008).

Asociado a ello se encuentra el blanqueamiento en corales, suceso que se incrementa en frecuencia e intensidad en el mundo, según criterios de Goreau *et al.* (2000). Esto representa un serio problema para el arrecife, pues puede ocasionar la muerte, en casos extremos, de corales y de otros importantes invertebrados sésiles, trayendo como consecuencias cambios en la biodiversidad y en la estructura de las comunidades bentónicas. Entre los diversos factores causantes del blanqueamiento están: el aumento de la temperatura y los fuertes eventos meteorológicos (Goreau, 1964).

El archipiélago de los Jardines de la Reina está considerado como la mayor reserva marina del Caribe (Appeldoorn y Lindeman, 2003), así como una de las áreas más saludables y de mayor diversidad biológica (Linton *et al.* 2002). Precisamente, por los valores ecológicos que brinda este ecosistema y por su estado de conservación, el Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Cuba (SNAP) le otorgó la categoría de Parque Nacional (PN) en el 2010. No obstante, no escapa de la incidencia del cambio climático y sus consecuencias.

Entre los trabajos científicos desarrollados en los Jardines de la Reina sobre corales pétreos se destaca el de Zlatarski y Martínez-Estalella (1980), encaminado al estudio de su variabilidad, taxonomía y fauna asociada a las colonias. Por su parte, Alcolado (1981) trabajó en la composición y estructura de las comunidades de octocorales, donde señala que estos organismos son grupos focales en la detección de perturbaciones en el ambiente marino. Los hábitats coralinos también han sido caracterizados por Pina-Amargós *et al.* (2008b), llegando a la conclusión que son relativamente homogéneos a lo largo del archipiélago. Sin embargo, un estudio acerca de las incidencias del blanqueamiento sobre los corales pétreos, no se había realizado con anterioridad.

Dada la importancia ecológica y económica que revisten los arrecifes coralinos, específicamente aquellos donde el hombre influye en forma directa, como es el caso de los Jardines de la Reina, donde se desarrollan actividades de pesca deportiva y buceo contemplativo, siendo este último evaluado por los visitantes como excelente, superando las expectativas de los visitantes que concurren al lugar y con gran reconocimiento internacional (Figueroa-Martín *et al.* 2010), se hace necesario el seguimiento del estado de conservación de sus comunidades, para accionar sobre su uso sostenible y ganar en conocimientos acerca de los efectos del aumento de la temperatura y de los fuertes disturbios meteorológicos. En este trabajo se presentan resultados acerca de la actualización de la composición de las comunidades de octocorales y corales pétreos, así como de la incidencia del blanqueamiento ocurrido en el 2005 en el Caribe sobre la comunidad coralina.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

La investigación se realizó en el 2001 y el 2005, en los Jardines de la Reina, archipiélago conformado por 661 cayos y que se extiende a lo largo de 360 km al sur de las provincias de Sancti Spiritus, Ciego de Ávila y Camagüey, cuyas aguas del norte corresponden al Golfo de Ana María, mientras que las del sur, al Mar Caribe (Fig. 1).

Método de muestreo

En septiembre de 2001 se estudió la comunidad de octocorales, para lo que se establecieron doce estaciones de muestreo

al sur del archipiélago, siete en el arrecife frontal somero (9-15 m de profundidad) y cinco en el arrecife de cresta (2-4 m de profundidad) (Cuadro 1). Para la selección de las estaciones de muestreo se tuvieron en cuenta los resultados de una prospección inicial, a partir de los cuales se escogieron aquellas zonas de mayor representatividad de comunidades bentónicas.

En septiembre de 2005 se estudió la comunidad de corales pétreos, en las estaciones anteriormente establecidas (Cuadro 1). En el arrecife de cresta, el conteo de las colonias de octocorales se realizó en la zona trasera, mientras que el de corales pétreos se llevó a cabo en la zona frontal. Para complementar la lista de especies, se

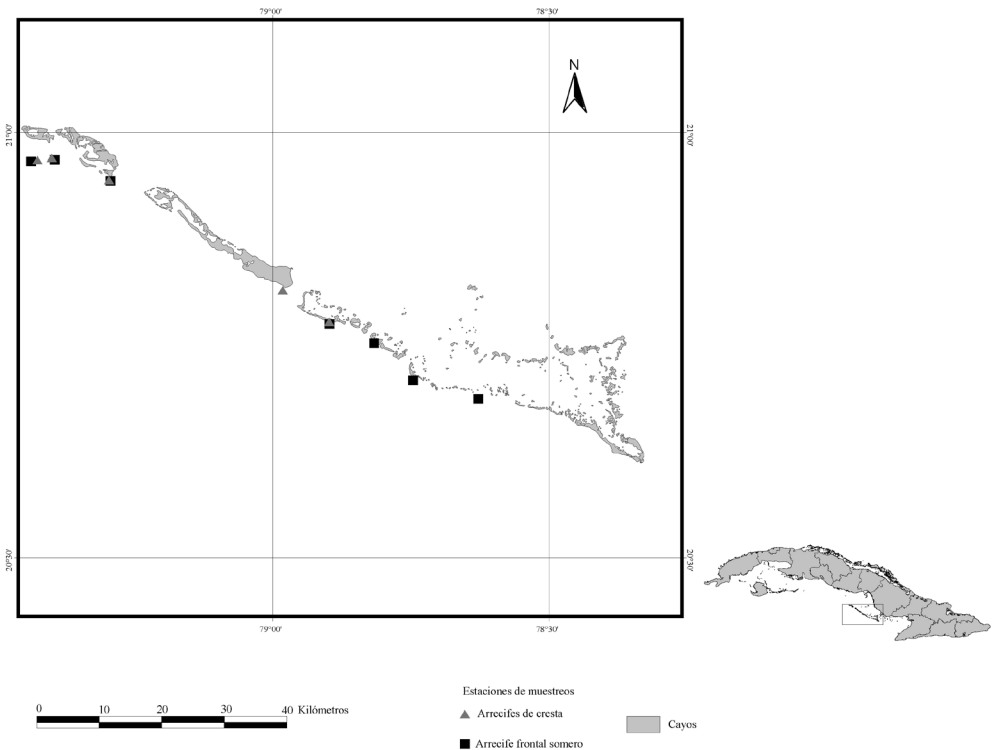


Fig. 1. Zona de estudio

Fig. 1. Study area

Cuadro 1. Estaciones de muestreo. Leyenda: C- Corales pétreos. O- Octocorales
 Table 1. Sampling sites. Legend: S- Stony corals. O- Octocorals

Sitios	Latitud	Longitud	Profundidad (m)	No. Cuadrados		No. Colonias	
				C	O	C	O
Arrecife frontal somero							
Bartolo	20° 38' 08"	78° 37' 41"	9	13	20	286	99
Cachiboca	20° 40' 08"	78° 44' 45"	10	12	20	213	155
Mariflores	20° 46' 14"	78° 53' 48"	12	8	20	182	139
Piedra Grande	20° 44' 0"	78° 48' 59"	10	10	20	223	165
Bretón	21° 03' 52"	79° 26' 12"	15	13	20	217	177
Horqueta	21° 04' 02"	79° 23' 36"	15	11	20	230	151
Cinco Balas	21° 01' 45"	79° 17' 34"	15	13	20	260	211
Arrecifes de cresta							
Cinco Balas	21° 01' 51"	79° 17' 44"	4	18	20	155	50
Horqueta	21° 04' 16"	79° 23' 57"	3	18	20	134	76
Bretón	21° 04' 03"	79° 25' 29"	3	20	20	89	101
Punta Escondida	20° 49' 55"	78° 58' 52"	2	17	20	115	62
Mariflores	20° 46' 30"	78° 53' 51"	2	19	20	106	122

efectuaron recorridos libres en el arrecife somero hasta los 20 m de profundidad, así como en la zona de manglar aledaña.

Para el estudio de las comunidades de octocorales y corales pétreos se empleó, como unidad de muestreo, el marco cuadrado de 1 m de lado (Weinberg, 1981), el cual fue colocado linealmente sobre el fondo, cada dos metros, de forma longitudinal al arrecife coralino hasta alcanzar 20 unidades de muestreo para los octocorales y, generalmente, más de 10 para los corales pétreos, por estación (Cuadro 1). Para determinar si el tamaño de la muestra fue representativo, se elaboraron curvas acumulativas del número de especies contra unidades de muestreo con 999 permutaciones, empleando para ello el Software PRIMER 5.

En cada marco se contaron e identificaron, *in situ*, las colonias de octocorales siguiendo los criterios taxonómicos de García-Parrado y Alcolado (1996), y las de corales pétreos teniendo en cuenta los criterios de Zlatarski y Martínez-Estalella (1980) y González-Ferrer (2004). Cuando

hubo duda acerca de la identidad de los octocorales, se tomaron muestras para su posterior identificación microscópica por medio de espículas, siguiendo los criterios de Bayer (1961). Tanto para los octocorales como para los corales pétreos, se estimó la densidad por especies (colonias/m²).

Para conocer la perturbación del blanqueamiento ocurrido en el Caribe en el 2005 sobre los corales pétreos de Jardines de la Reina, se les dio seguimiento en el arrecife frontal somero a diez colonias muy blanqueadas pertenecientes a las especies más afectadas: una de *Montastraea sp.*, tres *Agaricia agaricites* Linnaeus, 1758, una *Agaricia sp.* y a cinco colonias del hidrocoral *Millepora alcicornis* Linnaeus, 1758, con una frecuencia semanal, desde septiembre de 2005 hasta enero de 2006. Las evidencias fotográficas se tomaron a partir de noviembre de 2005.

Se analizó, además, el porcentaje de colonias dañadas en el arrecife frontal somero y en el arrecife de cresta. Para ello, el blanqueamiento se clasificó teniendo en cuenta la escala de por cientos de colonias

blanqueadas, dada por Alcolado (2004) para la Red de Monitoreo Voluntario de Alerta Temprana en Arrecifes Coralinos (pobre: 1-10%, medio: 11-30%, fuerte: 31-50%, muy fuerte: 51-75% y casi total: 76%-100%).

Análisis estadístico

El blanqueamiento se analizó teniendo en cuenta el número de especies presentes en ambos estratos (arrecife frontal somero y arrecife de cresta). Para ello se realizó un análisis de varianza bifactorial, en el que se consideró como factor uno el estrato y como factor dos las especies. El análisis se realizó con Statistic 6.0 (StatSoft, Inc., 2004). Se verificaron los supuestos de homogeneidad de varianza y normalidad de los datos, siguiendo los criterios de Zar (1996) y Underwood (1997).

RESULTADOS

Octocorales

En el arrecife frontal somero se contaron 1102 colonias de octocorales y se identificaron 26 especies. Las más abundantes fueron: *Pseudopterogorgia americana* Gmelin, 1791 (2.40 colonias/m²) y *Eunicea flexuosa* Lamouroux, 1821 (1.06 colonias/m²). En el arrecife de cresta se contaron 411 colonias, destacándose la especie *Briareum asbestinum* Pallas, 1766, con una densidad de 1.29 colonias/m² (Cuadro 2). No se observaron colonias de octocorales afectadas por blanqueamiento durante el evento ocurrido en el 2005.

Corales pétreos

En el arrecife frontal somero se contaron 1611 colonias y se identificaron 36 especies de corales pétreos. Las especies más abundantes fueron: *Siderastrea siderea* Ellis y Solander, 1786, con una

densidad de 4.9 colonias/m² y *A. agaricites* con 3.9 colonias/m². Las restantes densidades oscilaron entre 0.01-2.90 colonias/m² (Cuadro 3).

El 7% de todas las colonias contadas en el arrecife frontal somero presentó afectación por blanqueamiento (121 colonias) (Cuadro 3). Las especies más afectadas fueron: *A. agaricites* (Aga) y *Montastraea annularis* Ellis y Solander, 1786 (Mann) (Fig. 2). También se apreció una alta presencia del síndrome de manchas oscuras (DSD) en la especie *S. siderea*.

En el arrecife de cresta se contaron 599 colonias y se identificaron 18 especies, siendo *Porites astreoides* Lamarck, 1816 y *Millepora complanata* Lamarck, 1816 las más abundantes, con densidades de 2.51 y 1.03 colonias/m², respectivamente. El resto de las especies oscilaron entre 0.01 y 0.85 colonias/m² (Cuadro 3). El 8% de todas las colonias contadas presentó blanqueamiento (51 colonias) (Cuadro 3).

El estrato con mayor ocurrencia de blanqueamiento fue el arrecife de cresta y las especies que mostraron mayor afectación fueron: *A. agaricites*, *M. complanata* y *Millepora spp.* (Fig. 2).

Las colonias con seguimiento no mostraron igual comportamiento. En *Montastraea sp.* se observó total recuperación (Fig. 3 A, B, C). En las colonias de *A. agaricites* y *Agaricia sp.*, la recuperación, a pesar de que fue evidente, se infirió como parcial. Mientras que las colonias de *M. alcornis* no se recuperaron. Pese a ello, en sentido general, el evento de blanqueamiento ocurrido en el 2005 en el Caribe tuvo una incidencia pobre sobre los corales pétreos de Jardines de la Reina.

Cuadro 2. Especies de octocorales identificadas en la zona de estudio
 Table 2. Species of octocorals identified in the study area

Especies de octocorales	Número colonias	Colonias/m ²	Número colonias	Colonias/m ²
	Arrecife frontal somero		Arrecife de cresta	
<i>Briareum asbestinum</i>	88	0.63	129	1.29
<i>Eunicea calyculata coronata</i>	14	0.10	-	-
<i>Eunicea calyculata typica</i>	3	0.02	1	0.01
<i>Eunicea flexuosa</i>	149	1.06	65	0.65
<i>Eunicea fusca</i>	4	0.03	-	-
<i>Eunicea laciniata</i>	2	0.01	-	-
<i>Eunicea succinea</i>	16	0.11	21	0.21
<i>Eunicea tourneforti</i>	14	0.10	-	-
<i>Eunicea mammosa</i>	16	0.11	39	0.39
<i>Eunicea knighti</i>	1	0.01	-	-
<i>Erythropodium caribaeorum</i>	2	0.01	-	-
<i>Gorgonia flabellum</i>	38	0.27	20	0.20
<i>Gorgonia ventalina</i>	16	0.11	3	0.03
<i>Muriceopsis flavida</i>	19	0.14	-	-
<i>Muricea elongate</i>	9	0.06	-	-
<i>Plexaura homomalla</i>	50	0.36	36	0.36
<i>Plexaura kukenthali</i>	18	0.13	75	0.75
<i>Plexaurella dichotoma</i>	8	0.06	-	-
<i>Plexaurella grises</i>	12	0.09	-	-
<i>Plexaurella nutans</i>	1	0.01	5	0.05
<i>Pseudoplexaura crucis</i>	32	0.23	7	0.07
<i>Pseudoplexaura wagnaari</i>	12	0.09	6	0.06
<i>Pseudopterogorgia americana</i>	336	2.40	4	0.04
<i>Pseudopterogorgia bipinnata</i>	112	0.87	-	-
<i>Pseudopterogorgia acerosa</i>	102	0.73	-	-
<i>Pseudopterogorgia elisabethae</i>	18	0.13	-	-
Total	1102	7.87	411	4.11
Especies observadas en otros estratos del arrecife o fuera del cuadrado				
<i>Pseudoplexaura porosa</i> Houtuyn, 1772				
<i>Pseudoplexaura flagellosa</i> Houttuyn, 1772				
<i>Eunicea clavigera</i> Bayer, 1961				
<i>Muricea muricata</i> Pallas, 1766				
<i>Muricea pinnata</i> Bayer, 1961				
<i>Pseudopterogorgia blanquillensis</i> Stiasny, 1941				
<i>Gorgonia mariae</i> Bayer, 1961				
<i>Pterogorgia anceps</i> Pallas, 1766				
<i>Pterogorgia citrina</i> Esper, 1792				
<i>Carijoa riseii</i> Duchassaing y Michelotti, 1860				
<i>Leptogorgia euryale</i> Bayer, 1952				

Cuadro 3. Especies de corales pétreos identificadas en la zona de estudio, densidad y número de colonias afectadas por blanqueamiento. Leyenda: Blanqueamiento (BL)
 Table 3. Species of stony corals identified in the study area, density and number of colonies affected by bleaching. Legend: Bleaching(BL)

Especies de corales pétreos	No. colonias	Colonia/m ²	No. colonias con BL	No. colonias	Colonia/m ²	No. colonias con BL
<i>Agaricia agaricites</i>	283	3.96	52	55	0.60	18
<i>Agaricia sp.</i>	143	2.09	10	2	0.02	-
<i>Acropora cervicornis</i>	1	0.01	-	1	0.01	-
<i>Acropora palmata</i>	0	0	-	78	0.85	1
<i>Colpophyllia natans</i>	12	0.15	2	0	0	-
<i>Dichocoenia stokesi</i>	17	0.23	-	0	0	-
<i>Diploria clivosa</i>	0	0	-	3	0.03	-
<i>Diploria labyrinthiformis</i>	14	0.20	-	1	0.01	-
<i>Diploria strigosa</i>	3	0.04	-	0	0	-
<i>Eusmilia fastigiata</i>	5	0.08	-	0	0	-
<i>Favia fragum</i>	0	0	-	3	0.03	1
<i>Leptoseris cucullata</i>	9	0.14	1	0	0	-
<i>Madracis decactis</i>	26	0.34	-	0	0	-
<i>Manicina areolata</i>	10	0.13	-	0	0	-
<i>Madracis mirabilis</i>	13	0.25	-	0	0	-
<i>Meandrina meandrites</i>	6	0.11	-	0	0	-
<i>Millepora alcicornis</i>	77	1.11	13	36	0.39	5
<i>Millepora spp.</i>	3	0.04	-	11	0.12	6
<i>Millepora complanata</i>	9	0.11	-	95	1.03	15
<i>Montastraea annularis</i>	107	1.49	22	14	0.15	-
<i>Montastraea cavernosa</i>	40	0.56	-	2	0.02	2
<i>Montastraea faveolata</i>	16	0.20	3	0	0	-
<i>Montastraea franksi-faveolata</i>	22	0.28	3	7	0.08	-
<i>Montastraea franksi</i>	1	0.01	-	0	0	-
<i>Mycetophyllia danaana</i>	1	0.01	-	0	0	-
<i>Mycetophyllia ferox</i>	8	0.10	-	0	0	-
<i>Mycetophyllia lamarckiana</i>	19	0.34	1	0	0	-
<i>Musa angulosa</i>	2	0.03	-	0	0	-
<i>Porites astreoides</i>	210	2.90	6	231	2.51	-
<i>Porites divaricata</i>	4	0.05	-	1	0.01	-
<i>Porites furcata</i>	1	0.01	-	10	0.11	-
<i>Porites porites</i>	71	0.98	4	33	0.36	3
<i>Scolimia sp</i>	2	0.03	-	0	0	-
<i>Siderastrea radians</i>	16	0.20	1	0	0	-
<i>Siderastrea siderea</i>	351	4.94	3	3	0.03	-
<i>Stephanocoenia intersepta</i>	109	1.54	-	0	0	-
Total	1611	20.14	121	599	6.51	51
Especies observadas en otros estratos del arrecife o fuera del cuadrado						
<i>Millepora squarrosa</i> Linnaeus, 1758			<i>Cladocora arbuscula</i> Lesueur, 1881			
<i>Acropora prolifera</i> (Lamarck, 1816) Vaughan, 1912			<i>Solenastrea sp</i> Milne Edwards y Haime, 1848			
<i>Dendrogyra cylindrus</i> Ehrenberg, 1834			<i>Mycetophyllia aliciae</i> Wells, 1973 <i>Stylaster roseus</i> Pallas, 1766			

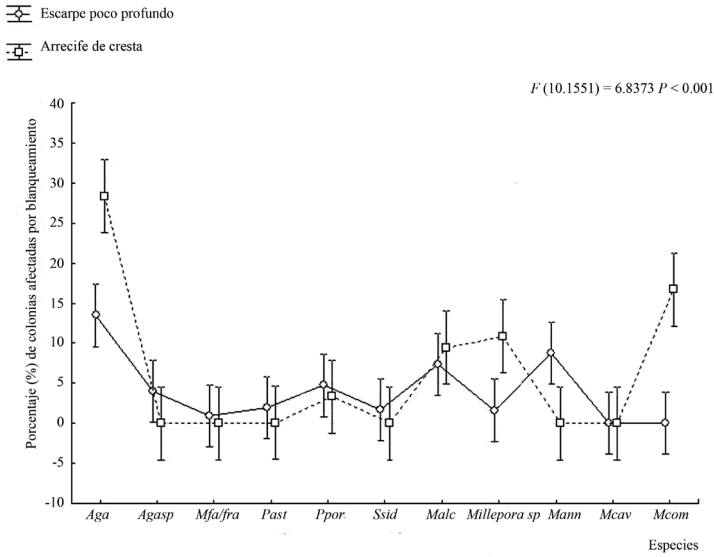


Fig. 2. Porcentaje de blanqueamiento, por especies, en el arrecife de cresta y en el arrecife frontal somero. Leyenda: *Agaricia agaricites* (Aaga), *Agaricia sp.* (Agasp), *Montastraea franksi faeolata* (Mfra/fav), *Porites astreoides* (Past), *Porites porites* (Ppor), *Siderastrea siderea* (Ssid), *Millepora alcicornis* (Malc), *Montastraea annularis* (Mann), *Montastraea cavernosa* (Mcav), *Millepora complanata* (Mcom)

Otros estratos del arrecife y manglar

Teniendo en cuenta las especies observadas en los diferentes recorridos realizados en otros estratos del arrecife y en el manglar, el número de especies identificadas para los octocorales ascendió a 36 (Cuadro 2), y para los corales pétreos a 42 (Cuadro 3).

DISCUSIÓN

Octocorales

Las especies de octocorales identificadas en las unidades de muestreo representaron el 45% de las 68 reportadas para Cuba, según García-Parrado y Alcolado (1996). Entre ellas, seis se añaden al listado de especies dado por Alcolado (1981) para esta zona. En específico, la especie *Carijoa riseii* fue un nuevo aporte al catálogo de octocorales de Cuba, según Hernández-Fernández y Varela

(2006). Similar situación presentó *Leptogorgia euryale*, lo que confirma que no solo fue una nueva consignación de especie para aguas cubanas, sino también la presencia de un nuevo género, según Varela *et al.* (2008).

El número de especies identificadas fue similar al obtenido para otras zonas del país como Rincón de Guanabo (Caballero *et al.* 2005) y la reserva ecológica Centro Oeste Cayo Coco (Hernández-Fernández y Alcolado, 2007).

La especie *Pseudopterogorgia americana* resultó ser la más abundante para el arrecife frontal somero, resultado similar al obtenido para la reserva ecológica Centro Oeste Cayo Coco, por Hernández-Fernández y Alcolado (2007). Sin embargo, esta coincidencia no se presentó para la cresta del arrecife (zona trasera), donde a diferencia de Cayo Coco, en Jardines de la Reina dominó *Briareum asbestinum*.



Fig. 3 A. Colonia del género *Montastraea* tomada el 15 de noviembre de 2005. B. Colonia del género *Montastraea* tomada el 11 de diciembre de 2005. C. Colonia del género *Montastraea* tomada el 12 de enero de 2006

Fig. 3 A. Colony of the genus *Montastraea*, picture taken November 15, 2005. B. Colony of the genus *Montastraea*, picture taken December 11, 2005. C. Colony of the genus *Montastraea*, picture taken January 12, 2006

La densidad de octocorales en el arrecife frontal somero fue menor que la brindada por Guardia *et al.* (2004c) para Punta Francés, pero fue mayor que la reportada por Hernández-Fernández y Alcolado (2007) para Cayo Coco. No obstante, para el arrecife de cresta sí se apreció coincidencia en cuanto a la densidad, entre la región anteriormente mencionada y los Jardines de la Reina.

Corales pétreos

El número de especies de corales pétreos que se registró fue similar al reportado por Guardia *et al.* (2004a) en Punta Francés, zona sudoeste de Cuba. Dichas especies representaron el 62% de las 58 identificadas para Cuba, según González-Ferrer (2004). Sin embargo, teniendo en cuenta las observadas en otros estratos del arrecife, el número de especies fue igual al estimado por Pina-Amargós *et al.* (2008b), con quien coinciden además las especies más abundantes, tanto para el arrecife frontal somero como para el arrecife de cresta.

La diversidad de corales pétreos para el archipiélago de los Jardines de la Reina fue mucho mayor que la encontrada por Hernández-Fernández *et al.* (2008)

para los cayos del norte de la provincia de Ciego de Ávila (Archipiélago Jardines del Rey). Del mismo modo, se apreciaron diferencias en cuanto a las especies dominantes para ambos estratos.

Las especies *S. siderea* y *A. agaricites* también fueron las más abundantes para el arrecife de María la Gorda, Península de Guanahacabibes, extremo occidental de Cuba, según el estudio realizado por Guardia *et al.* (2004b), aunque para los Jardines de la Reina dichas especies se observaron con mayor densidad.

El blanqueamiento detectado en la región podría relacionarse con las altas temperaturas a que estuvo expuesto el mar en el 2005, fundamentalmente entre los meses de septiembre y noviembre, según información de NOAA (2005), citado por Wilkinson y Souter (2008). Dicha relación ha sido confirmada por investigaciones realizadas en diferentes regiones del mundo, como las expuestas por Brown (1997) y Wilkinson y Souter (2008). Este incremento de la temperatura pudo ser el causante, como lo plantearon Gil-Agudelo y Garzón-Ferreira (2001), de la presencia del síndrome de manchas oscuras en la especie *S. siderea*. Sin embargo, según Sokolow (2009), a pesar de los avances de

las investigaciones en la última década, aún persiste incertidumbre con respecto a las enfermedades de los corales y su conexión con las variables climáticas.

El blanqueamiento también se asocia a los altos niveles de sedimentación y fuertes eventos meteorológicos, según criterios de Goreau (1964), entre otras causas no analizadas en esta zona de estudio. No obstante, es válido tener en cuenta que el 2005 fue “récord” en cuanto a números de tormentas tropicales y huracanes, siendo Cuba azotada directa o indirectamente por cinco ciclones tropicales, según INSMET (2005), pasando en julio, por los Jardines de la Reina, el huracán de categoría cuatro “Dennis”, lo que también pudo incidir en el blanqueamiento detectado en septiembre sobre los corales de la región, pues cuando se evaluó su impacto inmediatamente después de su paso no se apreciaron colonias blanqueadas, su mayor efecto fue sobre las ramas de *Acropora palmata* Lamarck, 1816 (Pina-Amargós *et al.* 2008a).

En sentido general, la mayor afectación detectada en el arrecife de cresta con respecto al arrecife frontal somero podría estar dada por la poca profundidad de la columna de agua, que trae una mayor exposición a las radiaciones solares y consecuentemente mayor calentamiento. Por tanto, dicha afectación puede estar relacionada con el factor temperatura, sobre todo si se tiene en cuenta que durante los meses de verano de 2005, la temperatura atmosférica estuvo por encima del promedio histórico, con un máximo promedio en el mes de agosto de 32.6°C, y 29 días por encima de la media, según la Estación Meteorológica de primer orden 78 339, perteneciente al Centro de Investigaciones de Ecosistemas Costeros (CIEC).

La especie *A. agaricites* parece ser más vulnerable ante el fenómeno de

blanqueamiento en aguas someras, pues a pesar de haber sido identificada con una mayor densidad en el arrecife frontal, se registró con un mayor porcentaje de blanqueamiento en el arrecife de cresta.

El género *Millepora*, después de la especie *A. agaricites*, fue el que presentó mayor porcentaje de blanqueamiento. Ello coincidió con lo reportado para NW del Golfo de México por Hagman y Gittings (1992), donde la especie *M. alcicornis* fue una de las observadas con mayor afectación, relacionándolo también con el aumento de la temperatura, en el verano de los inicios de los años noventa. Estas especies, junto con *Montastraea*, son consideradas también por Wilkinson y Souter (2008) entre las más vulnerables al blanqueamiento ocurrido en el Caribe en el 2005.

En un periodo de cuatro meses aproximadamente (de septiembre de 2005 a enero de 2006), se observó la recuperación total y parcial de las colonias de *Montastraea sp.*, *Agaricia agaricites* y *Agaricia sp.*, en el arrecife frontal somero, tiempo en que la temperatura promedio fue disminuyendo gradualmente, desde 28.7°C en septiembre, hasta 23.4°C en enero (Estación Meteorológica de primer orden 78 339, CIEC). No obstante, según Wilkinson y Souter (2008), el blanqueamiento llegó a Cuba en agosto, aunque no se tuvo confirmación de ello para la zona objeto de estudio. Sin embargo, es un aspecto que no debe obviarse, ante el tiempo de recuperación de las colonias.

Es válido señalar que este seguimiento no se realizó para un tamaño de muestra suficiente. No obstante, ello permite inferir que las colonias de corales afectadas por blanqueamiento pueden recuperarse en un tiempo relativamente corto, en dependencia de la especie, de la naturaleza del evento ambiental que produce el blanqueamiento y de su persistencia, constituyendo una

evidencia de que estos organismos podrían adaptarse a los cambios medioambientales, como sugiere Brown (1997). También criterios similares expresaron Baird y Marshall (2002), quienes plantearon que, a pesar de que el blanqueamiento afecta severamente a las colonias de corales pétreos, algunas son capaces de sobrevivir e incluso llegan a reproducirse.

Específicamente, las colonias del género *Millepora* no mostraron síntomas de recuperación, lo que permitió inferir que dichas colonias son muy frágiles ante el blanqueamiento. Un resultado similar mostraron Aronson *et al.* (2002), quienes también les atribuyeron a las altas temperaturas del mar el evento de blanqueamiento ocurrido en el arrecife de Belice en el verano de 1998, observando recuperación en las poblaciones de corales en el arrecife de barrera, en contraste con otros estratos del arrecife. Ello sugiere que en el área de estudio también pudo ocurrir recuperación de colonias en el arrecife de cresta, lo cual no fue posible confirmar, pues no se tuvo en cuenta este estrato para el seguimiento de colonias afectadas por blanqueamiento.

El blanqueamiento para los Jardines de la Reina, en septiembre de 2005, tuvo una incidencia pobre, teniendo en cuenta la escala de por cientos de colonias blanqueadas, dada por Alcolado (2004) para la Red de Monitoreo Voluntario de Alerta Temprana en Arrecifes Coralinos. Sin embargo, para otras zonas de Cuba y regiones del Caribe no fue exactamente así. Según Wilkinson y Souter (2008) existieron variaciones, entre los sitios de Cuba, que se le atribuyeron a la diferencia en la composición por especies, afectándose desde un 50% de las colonias (blanqueamiento fuerte) hasta un 95% (blanqueamiento casi total). Igual situación se presentó

para Puerto Rico, Jamaica y otros países del Caribe. La situación más favorable para los Jardines de la Reina no deja de constituir una alerta ante las condiciones de salud del arrecife de este archipiélago.

CONCLUSIONES

Las comunidades de octocorales y corales pétreos de los Jardines de la Reina, en el arrecife frontal somero, están constituidas por alrededor de 62 especies, predominando *P. americana* y *S. siderea*, mientras que el arrecife de cresta lo conforman 31 especies, con predominio de *B. asbestinum* y *P. astreoides*. Estas comunidades no dejan de ser vulnerables ante los peligros que acechan a todos los arrecifes coralinos de la región del Caribe como son: las altas temperaturas y los eventos meteorológicos extremos que desencadenan el blanqueamiento. Estos eventos afectan mayormente a las colonias de corales pétreos, aunque algunas de estas manifiestan evidentes signos de recuperación en un periodo relativamente corto. En específico, el blanqueamiento ocurrido en los Jardines de la Reina en el 2005 tuvo una incidencia pobre. No obstante, es necesario continuar con los monitoreos, los cuales, unidos al desarrollo sostenible del turismo en la zona, son elementos indispensables para el mantenimiento adecuado de esta, al permitir ajustar los planes de manejo en función de los cambios que puedan ocurrir en la estructura de las comunidades bentónicas.

AGRADECIMIENTOS

Se le agradece al Instructor de Buceo Noel López Fernández por la colaboración en la obtención de las fotos.

BIBLIOGRAFÍA

- Alcolado, P. M. (1981). Zonación de los gorgonáceos someros de Cuba y su posible uso como indicadores comparativos de tensión hidrodinámica sobre los organismos del bentos. La Habana. *Inf. Cient. Téc. Inst. Oceanol.*, 187, 1-43.
- Alcolado, P. M. (2004). *Manual de capacitación para el monitoreo voluntario de alerta temprana en arrecifes coralinos*. Ciudad de La Habana, Proyecto PNUD/GEF, CUB. Cuba: Creaciones Gráficas.
- Alcolado, P. M., Hernández-Muñoz, D., Caballero, H., Busutil, L., Perera, S. & Hidalgo, G. (2009). Efectos de un inusual período de alta frecuencia de huracanes sobre el bentos de arrecifes coralinos. *Rev. Mar. y Cost.*, 1, 73-94.
- Appeldoorn, R. S. & Lindeman, K. C. (2003). A Caribbean-wide survey of marine reserves: spatial coverage and attributes of effectiveness. *Gulf. Caribb. Res.*, 14(2), 139-154.
- Aronson, R. B., Precht, W. F., Toscano, M. A. & Koltjes, K. H. (2002). The 1998 bleaching event and its aftermath on a coral reef in Belize. *Mar. Biol.*, 141, 435-447.
- Baird, A. H. & Marshall, P. A. (2002). Mortality, growth and reproduction in scleractinian corals following bleaching on the Great Barrier Reef. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 237, 133-141.
- Bayer, F. M. (1961). *The shallow-water Octocorallia of the West Indian region. A Manual for marine biologists*. La Haya, Holanda: Martinus Nijhoff.
- Bellwood, D., Hughes, T. P., Folke, C. & Nystrom, M. (2004). Confronting the coral reef crisis. *Nature*, 429, 827-833.
- Brown, B. E. (1997). Adaptations of reef corals to physical environmental stress. *Adv. Mar. Biol.*, 31, 221-249.
- Caballero, H., Rosales, D. & Alcalá, A. (2005). Estudio diagnóstico del arrecife coralino del Rincón de Guanabo, Ciudad de La Habana, Cuba. 1. Corales, esponjas y gorgonáceos. *Rev. Invest. Mar.*, 27(1), 49-59.
- Figueredo-Martín, T., Pina-Amargós, F., Angulo-Valdés, J. & Gómez-Fernández, R. (2010). Buceo contemplativo en Jardines de la Reina, Cuba: caracterización y percepción sobre el estudio de conservación del área. *Rev. Invest. Mar.*, 31(1), 23-32.
- García-Parrado, P. & Alcolado, P. M. (1996). Revalidación de *Plexaura kuetenthalii* Moser, 1921 (Octocorallia: Gorgonacea). *Avicennia*, (8/9), 109-112.
- Gil-Agudelo, D. L. & Garzón-Ferreira, J. (2001). Spatial and seasonal variation of dark spots disease in coral communities of the Santa Marta area (Colombian Caribbean). *Bull. Mar. Sci.*, 69, 619-629.
- González-Ferrer, S. (2004). Catálogo de los corales hermatípicos de aguas cubanas. En S. González-Ferrer (Ed.), *Corales pétreos. Jardines sumergidos de Cuba* (pp. 79-189). Madrid, España: Editorial Academia.
- Goreau, T. F. (1964). Mass Expulsion of Zooxanthellae from Jamaican Reef Communities after Hurricane Flora. *Sci.*, 145(3630), 383-386.
- Goreau, T. F., McClanahan, T., Hayes, R. & Strong, A. (2000). Conservation of coral reefs after the 1998 Global Bleaching Event. *Conserv. Biol.*, 14(1), 5-15.
- Guardia, E., Angulo, J., González-Sanson, G., Aguilar, C. & González-Díaz, P. (2004a). Biodiversidad en la zona de buceo del Parque Nacional Punta Francés, Isla de la Juventud, Cuba. *Rev. Invest. Mar.*, 25(2), 90-102.

- Guardia, E., Valdivia, A. & González-Díaz, P. (2004b). Estructura de las comunidades bentónicas en la zona de buceo de María la Gorda, Ensenada de Corrientes, sureste de la Península de Guanahacabibes, Cuba. *Rev. Invest. Mar.*, 25(2), 103-111.
- Guardia, E., González-Díaz, P. & Castellanos Iglesias, S. (2004c). Estructura de la comunidad de grupos bentónicos sésiles en la zona de buceo de Punta Francés, Cuba. *Rev. Invest. Mar.*, 25(2), 81-90.
- Hagman, D. K. & Gittings, S. R. (1992). Coral bleaching on high latitude reefs at the Flower Garden Banks, northwestern Gulf of Mexico. *Proc. 7th Int. Coral Reef Symp., Guam. 1*, 38-43.
- Hernández-Fernández, L. & Varela, C. (2006). Primer registro de *Carijoa riisei* (Octocorallia: Teleostacea), para aguas cubanas. *Cocuyo*, 16, 5.
- Hernández-Fernández, L. & Alcolado, P. M. (2007). Estructura de la comunidad de octocorales de una zona propuesta como área protegida en Cayo Coco, Cuba. *Rev. Invest. Mar.*, 28(3), 209-216.
- Hernández-Fernández, L., de la Guardia, E. & Brady, K. A. (2008). Comunidad de corales pétreos en la costa norte de Ciego de Ávila, Cuba. *Rev. Invest. Mar.*, 29(2), 125-130.
- Hoegh-Guldberg, O., Mumby, P. J., Hooten, A. J., Stenek, R. S., Greenfield, P., Gómez, E., Harvell, C. D., Sale, P. F., Edwards, A. J., Kaldeira, K., Knowlton, N., Eakin, C. M., Iglesias-Prieto, R., Muthinga, N., Bradbury, R. H., Duby, A. & Hatziolos, M. E. (2008). Coral reefs under rapid climate change and ocean acidification. *Sci.*, 318(5857), 1737-1742.
- INSMET. (2005). Resumen de Temporada. Recuperado en agosto 2, 2011. <http://www.met.inf.cu/asp/genesis.asp?TBO=Plantillas&TB1=Temporada&TB2=/Temporadas/Temporada2005.htm#home>.
- Linton, D. R., Smith, R., Alcolado, P. M., Hanson, C., Edwards, P., Estrada, R., Fisher, T., Fernández, R. G., Geraldés, F., McCoy, C., Vaughan, D., Voegeli, V., Warner, G. & Wiener, J. (2002). Status of Coral Reefs in the Northern Caribbean and Atlantic Node of the GCRMN. En C. R. Wilkinson (Ed.), *Status of Coral reefs of the World: 2002. GCRMN Report, Australian* (pp. 277-302). Townsville, Australia: Institute of Marine Science.
- Pina-Amargós, F., Jiménez, A., Martín, F., Zayas, A. & Acosta de la Red, W. (2008a). Effects of Hurricane Dennis on Jardines de la Reina. Coastal Ecosystems. En R. K. Datta (Ed.), *Coastal Ecosystem: Hazards, Management and Rehabilitation* (pp. 207-214). New Delhi, India: Centre for Science & Technology of the Non-Aligned and Other Developing Countries.
- Pina-Amargós, F., Hernández-Fernández, L., Clero, L. & González-Sansón, G. (2008b). Características de los hábitats coralinos en Jardines de la Reina, Cuba. *Rev. Invest. Mar.*, 29(3), 225-237.
- Sokolow, S. (2009). Effects of a changing climate on the dynamics of coral infectious disease: a review of the evidence. *Dis. Aquat. Org.*, 87, 5-18.
- StatSoft, Inc. (2004). STATISTICA for Windows [Computer program manual]. Tulsa, OK: StatSoft, Inc.
- Underwood, A. J. (1997). *Experiments in ecology. Their logical design and interpretation using analysis of variance*.

- Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press.
- Varela, C., Castellanos, S. & Hernández-Fernández, L. (2008). Registros de nuevos invertebrados (Cnidaria y Crustacea), para Cuba. *Cocuyo*, 17, 12-14.
- Weinberg, S. (1981). A comparison of coral reef survey methods. *Biol. Sci.*, 51(2), 199-218.
- Wilkinson, C. (2002). *Status of the Coral Reefs of the World: 2002. Global Coral Reef Monitoring Network*. Townsville, Australia: Australia Institute of Marine Science.
- Wilkinson, C. (2004). *Status of the Coral Reefs of the World: 2004. Global Coral Reef Monitoring Network*. Townsville, Australia: Australia Institute of Marine Science.
- Wilkinson, C. & Souter, D. (2008). *Status of Caribbean Coral Reefs after Bleaching and Hurricanes in 2005*. Townsville, Australia: Global Coral Reef Monitoring Network y Rainforest Research Center.
- Zar, J. H. (1996). *Biostatistical Analysis*. (3ra. ed.). New Jersey, EE.UU.: Prentice-Hall Inc.
- Zlatarski, V. N. & Martínez-Estalella, N. (1980). *Escleractíneos de Cuba con datos sobre los organismos asociados* (en ruso). Sofía, Bulgaria: Editorial Academia de Bulgaria.