

ESTRUCTURA Y SALUD DE LA COMUNIDAD DE CORALES EN ARRECIFES DE LA ZONA DE BUCEO DE CAYO LEVISA, ARCHIPIÉLAGO LOS COLORADOS, CUBA.

Elena de la Guardia, Patricia González-Díaz, Abel Valdivia y Oyaima González Ontivero.

Centro e Investigaciones marinas, Universidad de La Habana, Calle 16 No. 114, CP 11300, Playa, Ciudad Habana, Cuba.

(*) Autor correspondiente: Email: edelaguardia@cim.uh.cu

RESUMEN

La caracterización del bentos de los arrecifes coralinos de Cayo Levisa, región noroccidental de Cuba se efectuó en octubre del 2002 y octubre del 2003. Se seleccionaron estaciones de muestreo en 4 biotopos (entre 2 y 25m de profundidad). Los morfotipos de algas foliosas y calcáreas fueron dominantes, llegaron a cubrir hasta el 60% del sustrato en algunas áreas. Dominaron 10 especies de corales y su densidad fue mayor que la de esponjas y gorgonias en todos los biotopos. En las zonas más someras la densidad de corales fue más alta que en las profundas y el cubrimiento por corales vivos alcanzó entre el 30 y el 40%. El diámetro medio de los corales varió entre los 20-30cm. Menos del 3% de las colonias de coral contadas mostraron signos de enfermedades. La enfermedad más común fue la plaga blanca. En el 2002, en los biotopos más profundos, se observó blanqueamiento del 50-70% de las colonias. Las especies afectadas fueron *Agaricia agaricites*, *Montastraea annularis* y *Siderastraea siderea*. Estos resultados ofrecen los primeros datos cuantitativos sobre las comunidades bentónicas de los arrecifes de Cayo Levisa y resultan útiles para futuras evaluaciones de impactos ambientales en la zona y para la conservación.

Palabras claves: arrecife coralinos; impacto ambiental; blanqueamiento de corales; buceo recreativo; ASW, Cuba

ABSTRACT

Benthic communities at Cayo Levisa coral reef, northwest of Cuba were evaluated in October 2002 and October 2003. Sampling stations were defined in 4 biotopes (2 to 25m deep). The dominant morphotype were foliaceous and calcareous algae, which covered up to 60% of substrate in some areas. Ten species of coral were dominant and their density was higher than sponges and gorgonians in all biotopes. In shallow zones, coral density was higher than in deeper zones and live coral cover was between 30 and 40%. Mean coral diameter oscillated between 20 and 30cm. Less than 3% of the coral colonies showed signs of disease. The most common diseases was white plague. In 2002, 50-70% of coral colonies in deeper biotopes were bleached. The most affected species were *Agaricia agaricites*, *Montastraea annularis* and *Siderastraea siderea*. These results are the first quantitative data about the benthic communities at Cayo Levisa's reefs and they will be useful for future environmental impact assessments in the reefs and for its conservation.

Key words: coral reefs; impacts; coral bleaching; recreational diving; ASW, Cuba

Cayo Levisa es un cayo de menos de 4Km de longitud ubicado en el archipiélago de Los Colorados. Cuenta con 43 cabañas y además, recibe visitantes diarios para realizar turismo de sol y playa y buceo. Según la administración del cayo, en la temporada alta de turismo (entre abril y agosto) el 30% de los visitantes al cayo son buzos (un promedio de 6 buzos por día). En invierno, de noviembre a febrero, la visitación es también alta pero debido al mal tiempo el buceo es prácticamente imposible en esa fecha.

Debido a la belleza y el valor ecológico de la zona (existencia de áreas de desove de meros y pargos), el Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Cuba propuso incluir los sitios de buceo de Cayo Levisa como Paisaje Natural Protegido de significación local

en el año 2000 (CENAP, 2002). La protección aun no esta implementada, pero el personal del Cayo y del Ministerio del Turismo están interesados en promoverla. Esta fue una de las razones de este estudio, brindar elementos para planificar un turismo sostenible y dar elementos que soporten la propuesta de protección del área.

Otra razón para el estudio esta asociada a la falta de información biológica sobre esta región del país. Existe escasa literatura científica sobre el tema de arrecifes de coral en Los Colorados. En particular, sobre Cayo Levisa, principal zona turística del archipiélago, existe una descripción del arrecife y un listado de especies (Guardia *et al*, 2005). También hay un folleto descriptivo con los resultados de una expedición de Reef Relief efectuada en el año 1998

(Quirolo, 1998). En esta expedición se tomaron dos videos transectos que documentan la existencia corales muertos, especialmente *Acropora palmata*. Debido a todo esto se considera que el trabajo aporta datos útiles para ser utilizados en la conservación de los arrecifes de Cayo Levisa.

MATERIALES Y MÉTODOS

La zona de estudio comprende los arrecifes costeros al norte de Cayo Levisa (22°54'N, 83°30'W), costa Norte de la provincia Pinar del Río, región occidental de Cuba. Los muestreos se efectuaron en octubre del 2002 y octubre del 2003. Para la caracterización de las comunidades de organismos bentónicos se seleccionaron 14 estaciones de muestreo entre 2 y 25 m de profundidad, en los biotopos de cresta, cabezos, veril, camellones y pared, descritos por Guardia *et al.*, 2005 (Fig. 1 y Tabla 1).

En la determinación del porcentaje el sustrato cubierto por macroalgas y corales vivos, y para la cuantificación de esponjas, gorgonias y corales se utilizó el transecto lineal (cinta métrica) de 10m, colocados al azar dentro de las estaciones de muestreo. En cada transecto se determinaron los centímetros ocupados por una de las dos categorías de sustrato seleccionadas y se contó el número de colonias de esponjas, gorgonias y corales (por especies para el último grupo siguiendo los criterios de Zlatarski y Martínez-Estalella (1982).

A cada colonia de coral contada se le midió el largo máximo plano con una regla marcada cada 5cm y el porcentaje de superficie con signos de mortalidad antigua, mortalidad reciente y blanqueamiento y se identificó la presencia de enfermedades activas. En transectos de banda de 10m² se cuantificó la abundancia del erizo *Diadema antillarum*. El concepto de estos términos y la forma de cuantificarlo se tomó de la metodología de AGRRA (Lang, 2003).

- Mortalidad antigua: Se define como el porcentaje de superficie de la colonia no vivo donde las estructuras coralinas se hayan perdido o esté cubierto por organismos que no se puedan quitar fácilmente (algas e invertebrados).
- Mortalidad reciente: Se define como el porcentaje de superficie de la colonia que tiene la estructura esquelética sin pólipos, blanca e integra, la cual puede estar cubierta por una fina capa de alga o lodo.

- Blanqueamiento: Esqueleto blanco brillante pero donde se puedan observar los pólipos traslúcidos. Puede ser de acuerdo a la severidad de la decoloración del tejido pálido (decoloración del tejido del coral); parcialmente blanqueado (parches de tejido blanco); blanqueada (el tejido es totalmente traslúcido y el esqueleto blanco es visible).

La abundancia de reclutas de coral (colonias menores de 2cm de diámetro) y el estudio de la composición por grupos morfofuncionales y géneros de algas se efectuó con marcos de 25 x 25cm de lado colocados al azar dentro de transectos de banda de 10m², para esto se seleccionaron zonas de sustrato con más del 70% de algas. Se estimó el porcentaje de cubrimiento del área del marco por géneros (clasificación según criterios de Taylor, 1967 y Littler y Littler, 2000) y para la presentación de los resultados se agruparon por morfotipos definidos por Littler (1980):

- Macroalgas: asociación de algas de más de 1cm de altura anatómicamente complejas. Se dividieron en duras (formas calcáreas articuladas) y suaves (formas foliosas, corticadas y correosas).
- Césped de algas (turf): asociación multiespecífica de algas pequeñas de menos de 1 cm de altura. Compuesta mayoritariamente por tres grupos funcionales como algas filamentosas, articuladas calcáreas y corticadas cilíndricas definidos por Steneck y Dethier (1994).
- Algas coralináceas costrosas: asociación de algas calcificadas costrosas

El tamaño de muestra por biotopos se especifica en las tablas y gráficos correspondientes por no ser homogéneo para todos los indicadores evaluados. Esto se debió a que la cantidad de transectos por estación varió con la disponibilidad de tiempo para los muestreos.

En la pared solo se realizaron conteos de las colonias laminares o masivas de *Agaricia* spp. y *Montastraea franksi-faveolata* (por ser las más afectadas en este biotopo por el blanqueamiento). Para esto se efectuaron recorridos aleatorios de alrededor de 15 minutos a lo largo de la pared donde se contaron todas las colonias presentes de las especies seleccionadas y se identificaron las afectadas. El porcentaje de superficie blanqueada se determinó siguiendo la metodología del protocolo RECON.

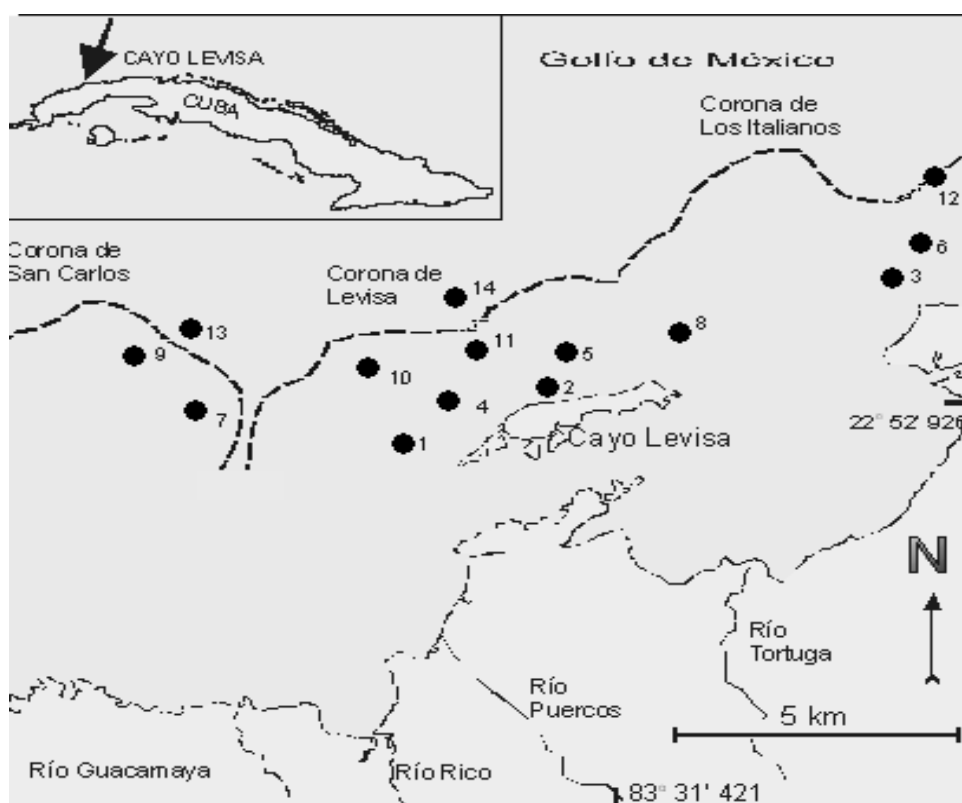


Fig. 1. Ubicación geográfica de Cayo Levisa y localización de las estaciones de muestreo. Los números de la estaciones se corresponden con los citados en la Tabla 1.

Procesamiento de datos

Todos los análisis se efectuaron por biotopos y se agruparon las muestras de ambos años. Sólo los indicadores de salud de corales se analizaron de forma independiente cada año. La muestra de un biotopo se corresponde con la suma de todas las unidades de muestreo tomadas en las estaciones de ese tipo de biotopo para cada indicador. Con el fin de abarcar la mayor diversidad posible dentro del biotopo se evitó la coincidencia en los lugares de disposición de los transectos en las estaciones donde se muestreó en el 2002 y el 2003.

Se comprobó la existencia de normalidad y homogeneidad de varianza para todos los valores. La significación estadística de las diferencias observadas entre biotopos se verificó con un análisis de varianza (ANOVA) unifactorial, según se describe en Zar (1996). Como prueba de comparación de medias se utilizó la de rangos múltiples Student-Neuman-Keuls (SNK). Todos los cálculos se realizaron con un nivel de significación de 0.05 mediante el programa

STATISTICA 5.0 (StatSoft, 1995) soportado en Windows 98.

Para determinar la abundancia relativa de las especies de coral se efectuó el cálculo del porcentaje que representa cada especie del total de colonias contadas por biotopo y para el arrecife. Como índices de diversidad se emplearon la riqueza de especie (S), que se expresa como el número total de especies; el índice de equitatividad de Pielou (J) (Pielou, 1975) y el índice de Shannon (H' , calculado con logaritmos naturales) definido por Ludwig y Reynold (1988).

RESULTADOS

El cubrimiento del sustrato por corales vivos en los biotopos de cresta y cabezos fue cercano al 35%, valor superior al encontrado en camellones y veril, donde el cubrimiento fue menor del 15% (Fig. 2). La abundancia de erizos negros (*Diadema antillarum*,) fue muy baja en el arrecife. Solo ocho ejemplares fueron contados, uno en el biotopo de veril, dos en los cabezos y cinco en la cresta.

Tabla 1. Listado de estaciones de muestreo definidas en la zona de buceo de Cayo Levisa, octubre 2002 y octubre 2003. (No.): identificación para ver localización en la Fig. 1.

Biotopo	Prof.	Estación No.	Latitud N	Longitud W	Nombre	Año de muestreo	
Cresta	1-3m	1	22° 52 40.57	83° 33 34.08	Pasa La Bailarina	-	03
		2	22° 53 28.85	83° 32 02.28	Levisa	02	-
		3	22° 54 47.65	83° 28 26.01	Los Muñequitos	02	-
Cabezos	4-8m	4	22° 53 18.38	83° 32 47.73	Pasa La Bailarina	02	03
		5	22° 53 41.47	83° 31 45.65	7/15 somero	-	03
		6	22° 55 15.27	83° 28 06.83	Los Muñequitos	02	-
Veril	6-10m	7	22° 52 50.33	83° 35 37.13	La Canal I	02	-
		8	22° 54 11.21	83° 30 33.87	Cadena Misteriosa	02	03
Camellón	15-20m	9	22° 53 42.49	83° 36 11.10	Corona de San Carlos	02	03
		10	22° 53 30.87	83° 34 02.39	Pequeña Gruta	-	03
		11	22° 53 55.03	83° 32 34.35	7/15 profundo	-	03
		12	22° 55 40.78	83° 27 57.45	Los Muñequitos	02	-
Pared	25m	13	22° 54 03.09	83° 35 44.10	Corona de San Carlos	02	03
		14	22° 54 19.44	83° 32 53.76	7/15 profundo	-	03

El porcentaje de cubrimiento del sustrato por macroalgas varió entre 30-40 % en los biotopos de cabezos, veril y camellones. Las algas foliosas, corticadas y correosas fueron las dominantes, en especial el género *Dictyota*, aunque también fueron abundantes *Lobophora* y *Sargassum*. En la cresta el cubrimiento por macroalgas fue significativamente menor, alcanzó solo el 10%. En este biotopo el morfotipo dominante fue el de las algas coralinas y los géneros presentes fueron *Dictyota* y *Halimeda*. Las algas calcáreas articuladas fueron más abundantes en los cabezos y la cresta, entre ellas dominó el género *Halimeda*. (Figs. 2 y 3).

Entre los grupos bentónicos estudiados, las esponjas fueron las menos abundantes, su densidad media para los biotopos de camellón y veril fue de 4.13 col/10 m. En los biotopos de cabezos y cresta la densidad fue menor. Las gorgonias alcanzaron una densidad media de 9.45 col/10 m en los biotopos de cabezos, veril y camellones y un valor

inferior en la cresta. La densidad de corales fue superior en el veril (15 col/10m) y similar en camellones, cabezos y cresta (Fig. 4). La densidad de reclutas de corales varió entre 2 y 12 col/m² y no se encontraron diferencias entre biotopos.

El análisis cuantitativo de la composición por especies de corales se basó en 1457 colonias contadas durante los muestreos. Se identificaron 25 especies de corales en el arrecife, siendo el biotopo de cresta el de menor diversidad (Tabla 2). En él se encontraron ocho especies y una alta dominancia de *Acropora palmata*, lo que generó baja equitatividad y diversidad de Shannon menor de 1. Los biotopos de camellón, veril y cabezos tienen diversidad mayor de 2 y en ellos se identificaron entre 19 y 22 especies. El análisis del porcentaje de especies por biotopo muestra que *Agaricia agaricites* y *Siderastraea siderea* fueron dominantes en camellón y veril. Además, en camellones fue abundante *Montastraea franksi* y en el veril

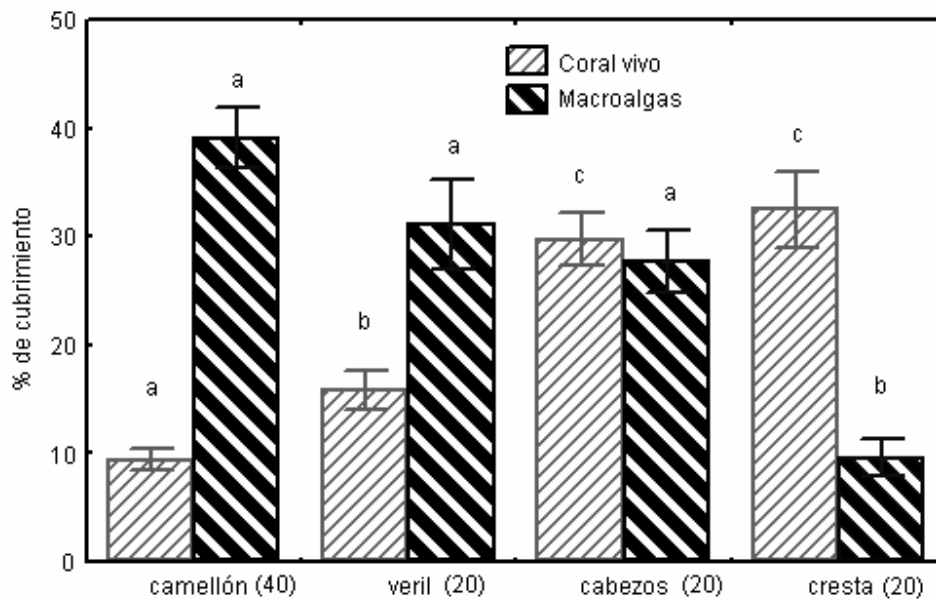


Fig. 2. Porcentaje de cubrimiento del sustrato por macroalgas y corales vivos por biotopos en arrecifes de Cayo Levisa, 2002 – 2003. Media y error estándar, las letras son el resultado de la prueba SNK. La comparación se realizó entre biotopos para cada categoría por separado (No. de transectos).

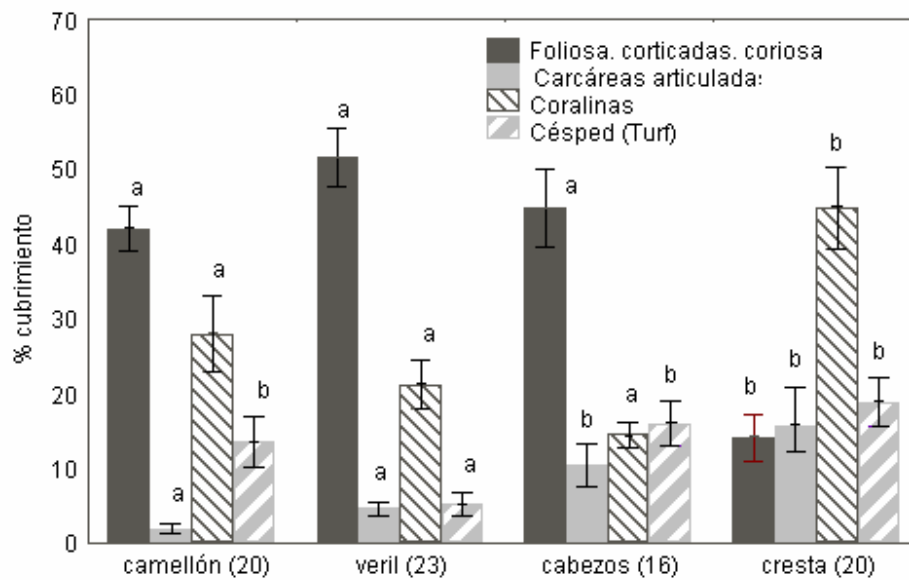


Fig. 3. Variaciones de la abundancia de morfotipos de algas por biotopos en arrecifes de Cayo Levisa, 2002. Media y error estándar, las letras son el resultado de la prueba SNK. La comparación se realizó entre biotopos para cada categoría por separado (No. de unidades de muestreo).

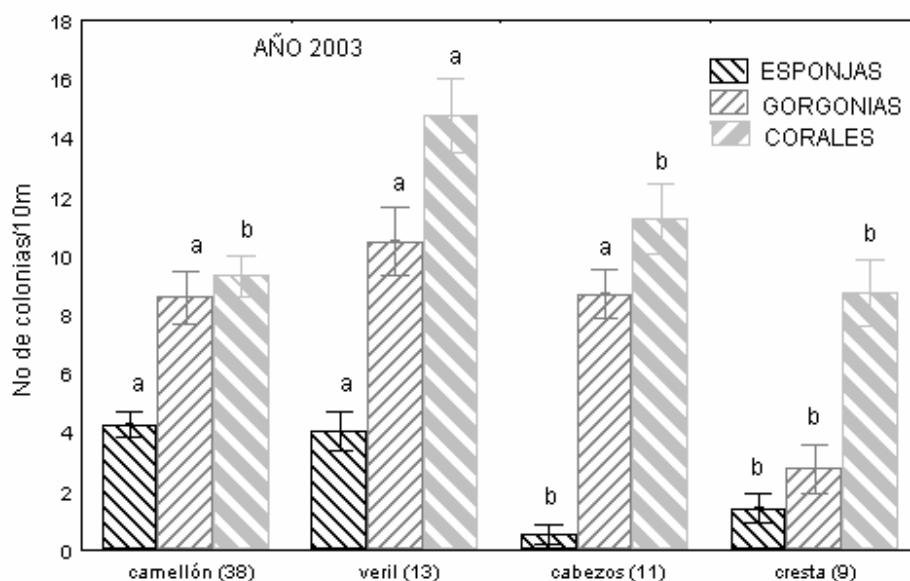


Fig. 4. Variaciones de la densidad media de esponjas, gorgonias y corales por biotopos en arrecifes de Cayo Levisa, 2003. Media y error estándar, las letras son resultado de la prueba SNK. La comparación se realizó entre biotopos para cada grupo por separado. (No. de transectos).

Montastraea annularis y *Montastraea cavernosa*. En el biotopo de cabezos hay codominancia de *A. agaricites*, *Porites astreoides*, *M. annularis* y *Porites porites* (Tabla 2).

La densidad de las especies más abundantes en el arrecife varía entre 4 y 0.5 colonias/10m. Se puede observar tendencia a encontrar mayores densidades de *A. agaricites* (4 col/10m) y *M. cavernosa* (2 col/10m) en el veril y de *P. astreoides* (1.5 col/10 m) y *M. faveolata* (2.5 col/10 m) en los cabezos (Fig. 5).

La talla de los corales como grupo fue menor en camellones y mayor en la cresta (debido a la presencia de colonias de más de 1m de *A. palmata*). Aunque existen diferencias estadísticas significativas entre la talla media de corales encontrada en camellones (21cm de diámetro) y la encontrada en veril-cabezos (28,5cm de diámetro), esta diferencia quizás no tenga significado ecológico. La talla media de las colonias de algunas especies mostró diferencias entre los biotopos. La talla media de *A. agaricites*, especie mas abundante en el arrecife, es cercana a 15cm y no varía entre los biotopos. Lo mismo ocurre con *P. astreoides*. En los camellones se encontró la talla promedio menor para *S. siderea* y *M. annularis* y la mayor para *M. franksi*. En los cabezos se encontraron las colonias más grandes de *M. faveolata* y *P. porites*, y en el veril, las de *M. cavernosa* (Fig. 6).

El porcentaje de superficie de corales afectado por mortalidad antigua y mortalidad reciente fue baja y se comportó de forma similar en ambos años. En la cresta en el año 2002, y en cabezos y cresta en el 2003, se alcanzaron los mayores valores de superficie afectada por mortalidad antigua (30%). Los otros biotopos no se diferencian entre si y tienen un promedio inferior al 15% de superficie afectada. La incidencia de blanqueamiento en corales fue mayor en el 2002, donde cerca del 50% de las colonias en camellones y veril mostraron signos de blanqueamiento, que alcanzó hasta el 30% de su superficie como promedio. Las especies más afectadas en esos biotopos fueron *S. siderea* (76.47% y 57.89%), *A. agaricites* (56.52% y 69.41%), *M. annularis* (39.13% y 71.42%) respectivamente. En el biotopo de pared, entre 20-30m de profundidad, fue mayor la incidencia de blanqueamiento, tanto en el 2002 como en el 2003. Las colonias de *Agaricia* y *Montastraea* con formas laminares fueron las más afectadas (Figs. 7 y 8).

En los biotopos de camellones y veril se registraron los valores superiores de colonias afectadas por enfermedades. Las especies más afectadas fueron *A. agaricites* y *A. palmata*. Sin embargo, este valor no fue superior al 3.5% de colonias contadas. La plaga blanca fue la enfermedad más frecuente con ocho colonias de las cuales seis son *A. agaricites*, una *M. annularis* y una *Meandrina meandrites*. También se

Tabla 2. Listado y abundancia relativa de las especies de corales dominantes en los arrecifes de Cayo Levisa (2002 y 2003). (N): Número de colonias contadas. (%): porcentaje que representan cada especie del total de colonias contadas en el biotopo.

Especies de coral		Camellón		veril		cabezo		cresta		Cayo Levisa	
		N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
<i>Agaricia agaricites</i>	aa	121	26.2	142	34.6	65	18.1	5	2.2	333	22.9
<i>Siderastraea siderea</i>	ss	98	21.3	59	14.4	21	5.8	0	0.0	178	12.2
<i>Acropora palmata</i>	ap	0	0.0	0	0.0	0	0.0	173	76.2	173	11.9
<i>Porites astreoides</i>	pa	33	7.2	24	5.9	61	17.0	33	14.5	151	10.4
<i>Montastraea annularis</i>	ma	15	3.3	37	9.0	77	21.4	3	1.3	132	9.1
<i>Porites porites</i>	pp	21	4.6	28	6.8	42	11.7	9	4.0	100	6.9
<i>Montastraea franksi</i>	mfr	58	12.6	13	3.2	6	1.7	0	0.0	77	5.3
<i>Montastraea cavernosa</i>	mc	28	6.1	34	8.3	5	1.4	0	0.0	67	4.6
<i>Montastraea faveolata</i>	mfv	13	2.8	22	5.4	26	7.2	1	0.4	62	4.3
<i>Diploria strigosa</i>	ds	4	0.9	19	4.6	17	4.7	2	0.9	42	2.9
<i>Porites divaricata</i>	pd	31	6.7	4	1.0	6	1.7	0	0.0	41	2.8
<i>Stephanocoenia intersepta</i>	si	9	2.0	3	0.7	2	0.6	0	0.0	14	1.0
<i>Diploria labyrinthiformis</i>	dl	4	0.9	4	1.0	4	1.1	0	0.0	12	0.8
<i>Siderastraea radians</i>	sr	1	0.2	1	0.2	10	2.8	0	0.0	12	0.8
<i>Colpophyllia natans</i>	cn	4	0.9	5	1.2	2	0.6	0	0.0	11	0.8
<i>Meandrina meandrites</i>	mm	4	0.9	5	1.2	1	0.3	0	0.0	10	0.7
<i>Eusmilia fastigiata</i>	ef	2	0.4	5	1.2	1	0.3	0	0.0	8	0.5
<i>Helioseris cucullata</i>	hc	3	0.7	2	0.5	1	0.3	0	0.0	6	0.4
<i>Dichocoenia stokesii</i>	dsto	3	0.7	2	0.5	1	0.3	0	0.0	6	0.4
<i>Madracis decactis</i>	md	3	0.7	0	0.0	0	0.0	0	0.0	3	0.2
<i>Diploria clivosa</i>	dc	0	0.0	0	0.0	2	0.6	0	0.0	2	0.1
<i>Acropora cervicornis</i>	ac	1	0.2	0	0.0	0	0.0	1	0.4	2	0.1
<i>Isophyllia sinuosa</i>	is	4	0.9	1	0.2	1	0.3	0	0.0	6	0.4
<i>Mycetophyllia lamarckiana</i>	ml	1	0.2	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	0.1
Total de corales contados		461		410		359		227		1457	
Número de especie identificadas		22		19		21		8		24	
Equitatividad de Pielou		0.137		0.746		0.753		0.407		0.768	
Índice de Shannon		2.279		2.197		2.292		0.846		2.473	

observaron puntos negros en siete 7 colonias: seis en *A. agaricites* y una en *M. cavernosa*. Puntos blancos y los tumores afectaron a únicamente a *A. palmata* (21 y 6 colonias respectivamente), mientras que banda amarilla solo afectó una colonia.

DISCUSIÓN

El ecosistema manglar-seibadal-arrecife encierra en si un gran valor natural y ecológico que debe ser preservado. En particular en Cayo Levisa, donde el turismo que se desarrolla es de sol, playa y buceo, por lo que depende en gran medida de la salud de los arrecifes que lo rodean. La zona de estudio tiene alta influencia de aguas limpias del Golfo de México, pero también, debido a que el borde de la plataforma esta muy cerca de la costa de la isla de Cuba (donde varios ríos desembocan), los

escurrimientos terrestres alcanzan los arrecifes. Esto se comprobó en una expedición de muestreo en la época de lluvia (junio del 2002) y según instructores de buceo del cayo, fue muy evidente durante el paso de los huracanes Isidore y Lili ambos en septiembre del 2002 (con fuertes lluvias asociadas y vientos de 160 km/h y 189 km/h respectivamente).

Los escurrimientos pueden afectar los corales por sedimentación, enriquecimiento con nutrientes y/o por contaminación. Debido a esto, Rawlings *et al.* (1998) lo considera como un impacto con alta incidencia en la degradación de los arrecifes. Aunque no se dispone de información sobre la cantidad y la composición de los aportes terrestres en Levisa, como se expondrá a continuación, la evaluación de indicadores ecológicos en arrecifes de

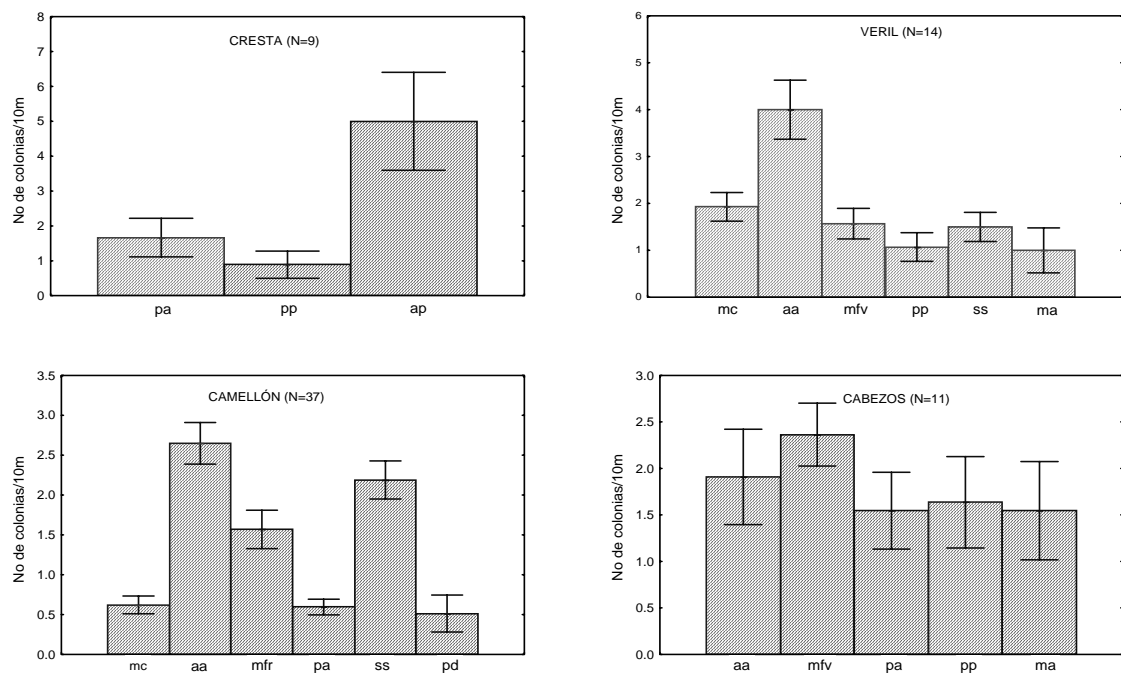


Fig. 5. Variaciones de la abundancia de las especies de coral más comunes por biotopos en arrecifes de Cayo Levisa, 2003. Media y error estándar. (N: no. de transectos). Código de las especies de corales de acuerdo al Tabla 2.

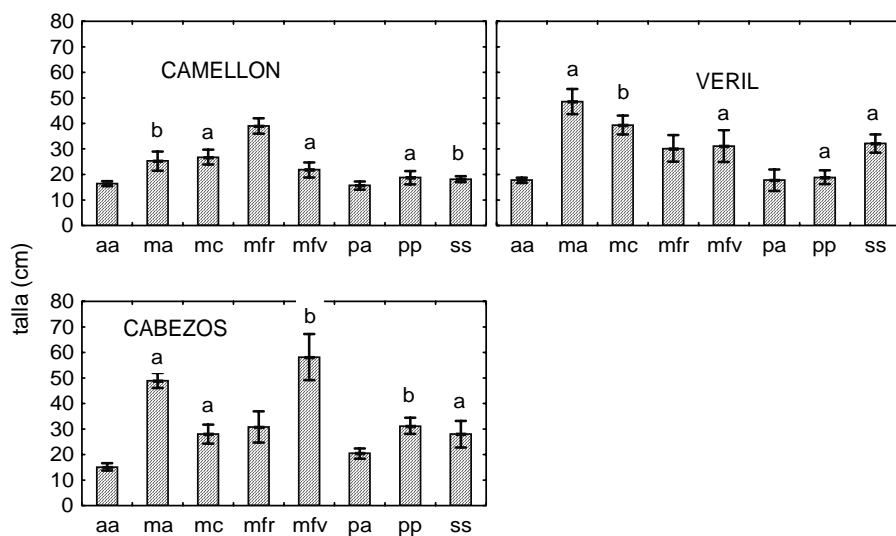


Fig. 6. Variaciones por biotopos de la talla media de las especies de coral más comunes en los biotopos de Cayo Levisa, 2002-2003. Media y error estándar, las letras son el resultado de la prueba SNK. La comparación se realizó entre biotopos para cada especie por separado, ver N y código de las especies en Tabla 2).

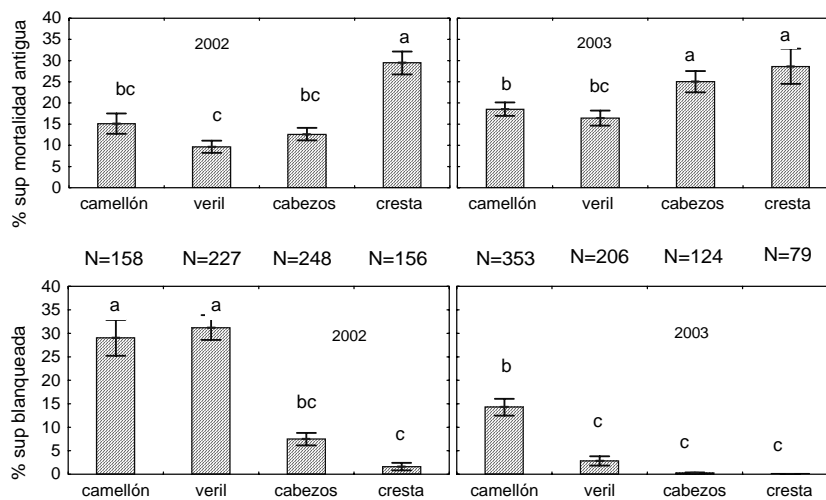


Fig. 7. Variaciones del porcentaje de mortalidad antigua y blanqueamiento de corales por biotopos en arrecifes de Cayo Levisa, 2002 - 2003. Media y error estándar, las letras son el resultado de la prueba SNK. La comparación incluyó 2002 y 2003 para las dos categorías por separado. (N: no. de colonias contadas).

Levisa permitió detectar de forma preliminar posibles efectos de la sedimentación en organismos bentónicos.

No obstante, el cubrimiento por macroalgas fue inferior al de arrecifes del litoral de La Habana, con alta carga de nutrientes (González-Díaz *et al.*, 2003) y las especies dominantes, no se consideran indicadoras de eutrofización, ni asociadas a alta sedimentación. También, el género *Dictyota* fue dominante y este ha sido encontrado en arrecifes con enriquecimiento por nutrientes en otras zonas de Cuba y el Caribe (Ogden y Ogden, 1998; Trelles *et al.*, 2001). Por otro lado se observaron, altos porcentajes de algas coralinas, las cuales se consideran un sustrato apropiado para el asentamiento de invertebrados bentónicos e indicadoras de arrecifes sanos. Esto es algo contradictorio dada la ausencia de *Diadema antillarum* observada. No obstante, como refieren Edmunds y Carpenter (2001), cabe la posibilidad de que otras especies controladoras de la producción primaria estén controlando el crecimiento de macroalgas.

En relación con otros arrecifes de Cuba y del Caribe, se encontró que en Levisa hay zonas con un alto cubrimiento por corales vivos, como la cresta y los cabezos (más de 30%) y zonas con bajo cubrimiento, como los camellones. Para Cuba, un cubrimiento del sustrato por corales vivos entre 15-20% se considera

promedio de arrecifes en buen estado de conservación (Guardia, *et al.*, 2004 y Guardia *et al.*, 2004a) y los arrecifes de Levisa están en este rango. No obstante, el cubrimiento medio por corales para Levisa (21%) fue ligeramente inferior al registrado por AGRRA (26%) para los arrecifes del Atlántico Occidental (Kramer, 2003).

Los valores de los índices de diversidad de corales en los biotopos evaluados fueron menores que los registrados en otras zonas de buceo ubicadas más cerca de grandes ciudades como el Salado y Barlovento en La Habana (Caballero y Guardia, 2003). También se encontró alta dominancia de especies de corales resistentes a la sedimentación y que sus tallas medias fueron inferiores a las encontradas en los mismos biotopos de arrecifes de la zona Suroccidental de Cuba, archipiélagos de Los Canarreos y Jardines de la Reina (Alcolado *et al.*, 2004) lejos de toda actividad humana. De estos resultados se pudiera inferir, que en la zona de estudio, los aportes de tierra tienen un efecto inhibitorio de la diversificación y desarrollo de la comunidad coralina. Esto coincide con las conclusiones de Carricart-Ganivet y Merino (2001) dedicadas a dilucidar el efecto de la sedimentación sobre el crecimiento.

La severidad del evento de blanqueamiento observado en el año 2002 sugiere la existencia de susceptibilidad en la comunidad de corales. El

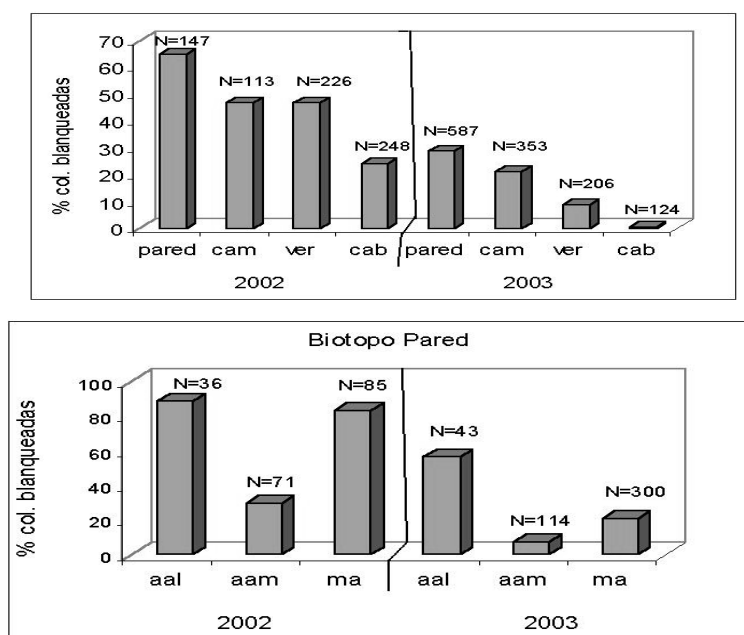


Fig 8. Variaciones por biotopos en el porcentaje de colonias de coral afectadas por blanqueamiento y, análisis para las especies más afectadas por blanqueamiento en el biotopo de pared en arrecifes: (aal): *Agaricia* spp. laminar, (aam): *Agaricia* spp masiva, (ma): *Montastraea franksi* – *faveolata*. (N: no. de colonias contadas).

mayor porcentaje de colonias afectadas por blanqueamiento se observó en las zonas más profundas, lo cual coincide con los resultados obtenidos bajo condiciones similares en arrecifes de Yucatán y Las Bahamas (Steneck y Lang, 2003). Esto pudiera explicarse con las hipótesis de Cook *et al.* (1990) y Coles y Brown (2003), que plantean que los corales cercanos a la costa, al estar sujetos a altas y grandes variaciones de temperatura, son más resistentes al blanqueamiento que las mismas especies en sitios alejados de la costa. También cabe la explicación de que las poblaciones de borde de la plataforma estén más afectadas por la sedimentación y que esta disminuya su resistencia. Hayes y Goreau, (1998) consideran que la sedimentación deprime el sistema inmune de los corales e incrementa la susceptibilidad a enfermedades, lo cual pudiera explicar la severidad del evento de blanqueamiento aunque en el arrecife no se observaron enfermedades o mortalidad reciente significativa. En el año 2002, la zona se vio afectada por el paso de dos huracanes, con un intervalo corto entre uno y otro. Isidore y Lili atravesaron la zona de Pinar del Río con categoría dos y fuertes lluvias durante varios días. Esta pudo ser la causa principal del fenómeno de blanqueamiento observado en la zona. Según Jaap (1990), una disminución de la salinidad por las

lluvias y las olas generadas por los huracanes y ciclones, se incluyen entre los factores que pueden acelerar o desatar este fenómeno en un arrecife.

Los resultados expuestos anteriormente son importantes, pero preliminares. Se requiere una caracterización ambiental completa del área para poder llenar los vacíos que impiden hacer correlaciones entre parámetros biológicos y variables físicas como temperatura, intensidad de lluvia, niveles de nutriente o contaminación provenientes de tierra, arrastradas por ríos, de poblaciones de pescadores o de la propia actividad turística que se desarrolla en el cayo. Se sugiere dar continuidad al trabajo con monitoreos que permitan medir el efecto que la sedimentación u otros impactos (ejemplo el desarrollo del turismo y la pesca) pueden llegar a tener sobre los diferentes componentes del arrecife.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Dr. Alan Logan de la Universidad de New Brunswick, Canadá (proyecto CIDA) y a "The Ocean Conservancy" por el asesoramiento científico y el apoyo financiero brindado. A los instructores de buceo, patrones de las embarcaciones de Cayo Levisa y a la administración del Centro Turístico de

Cayo Levisa por su apoyo, ayuda e interés en la realización de los muestreos. A la dirección y administración del Centro de Investigaciones Marinas por el apoyo para la consecución de las expediciones. A la cadena cubana Hoteles Horizontes y en especial al Dr. Eros Salinas de la casa matriz, por su preocupación y apoyo en la ejecución de la investigación.

REFERENCIAS

- Alcolado, P., R. Ginsburg, S. González-Ferrer, P. Kramer, E. de la Guardia, J.C Lang, V. Kosminin, E.A Rodríguez, H. Caballero y M. Hernández (2004): AGRRA bentic assessment of coral reefs around the Cuban Archipelago (1999-2001). 10th International Coral Reef Symposium, Okinawa 2004, 56 pp.
- Caballero, H y E. de la Guardia (2003): Arrecifes de coral utilizados como zonas de colectas para exhibiciones en el Acuario Nacional de Cuba. I. Costa noroccidental de La Habana, Cuba. *Rev. Invest. Mar.* 24(3): 205-220
- Carricart-Ganivet, J.P. y M. Merino (2001): Growth responses of the reef-building coral *Monastrea annularis* along a gradient of continental influence in the southern gulf of Mexico. *Bull. Mar. Sci.* 68(1): 133-146.
- CENAP (2002): Sistema Nacional de Áreas Protegidas, Cuba. Plan 2003-2008. Escandón Impresores, Sevilla España, 222 pp.
- Coles, S.L. y E.B. Brown (2003): Coral Bleaching-Capacity for Acclimatization and Adaptation. *Marine Biology*. 46, 206 pp.
- Cook, C.B., A. Logan, J. Ward, B. Luckburst y C.J. Berg Jr. (1990): Elevated temperatures and bleaching on a high latitude coral reef – the 1988 Bermuda event. *Coral Reefs*. 9: 45-49.
- Edmunds, P.J. y R.C Carpenter (2001): Recovery of *Diadema antillarum* reduces macroalgal cover and increases abundance of juvenil corals on Caribbean reef. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 98: 5067-5071.
- González-Díaz, P., E de la Guardia y G. González-Sansón (2003): Efectos de efluentes terrestres sobre las comunidades bentónicas de arrecifes coralinos en el litoral de Ciudad de La Habana, Cuba. *Rev. Invest. Mar* 24 (3): 193-204.
- Guardia, E de la., A. Valdivia y P. González-Díaz (2004): Estructura de comunidades bentónicas la zona de buceo de María La Gorda, Ensenada de Corrientes, sureste de la Península de Guanahacabibes, Cuba. *Rev. Invest. Mar.* 25(2): 103-112.
- Guardia, E de la., P. González-Díaz y S. Castellanos-Iglesias (2004): Estructura de la comunidad de grupos bentónicos sésiles en la zona de buceo de Punta Francés, Cuba. *Rev. Invest. Mar.* 25(2): 81-90
- Guardia, E de la, P. González-Díaz, A. Valdivia y G. González-Sansón (2005): Características generales de los arrecifes coralinos en la zona de buceo de Cayo Levisa, Archipiélago Los Colorados, Cuba. *Rev. Invest. Mar* 26(1): 37-44.
- Hayes, R.L y N.I Goreau (1998): The significance of emerging diseases in the tropical coral reef ecosystem. *Rev. Biol. Trop.* 46 Suppl.5: 173-185.
- Jaap, W.C. (1990): Coral bleaching and global climate change. Report from the Florida Marine Research Institute to The United States Senate Committee on Commerce, Science and Transportation, and the National Ocean Policy Study. The Florida Marine Research Institute, Florida, 3 pp.
- Kramer, P. (2003): Síntesis of coral reef health indicator for the western Atlantic: Results of the AGRRA Program 1997-2000). In: Status of coral reefs in the western Atlantic. Results of initial Surveys, Atlantic and Gulf Rapid Reef Assessment AGRRA. *Program JC. Lang, ed, Atoll Resear. Bull.* 496: 1-57.
- Lang, J. (2003): Status of Coral Reefs in the Western Atlantic: Results of initial surveys, Atlantic and Gulf Rapid Reef Assessment (AGRRA) *Program. Atoll Research Bulletin*. 496: 630 pp.
- Litter, M.M. (1980): Morphological form and photosynthetic performances of marine macroalgae: test of a functional/form hypothesis. *Bot. Mar.* 22: 161-165.
- Litter, D.S. y M.M. Litter (2000): Caribbean Reef Plants. OffShore Graphics, Inc., Washington, D.C., USA., 542 pp.
- Ludwing, J.A. y J.F. Reynolds (1988): Statistical ecology. John Wiley, New York, XVIII+ 337 pp.

- Ogden, J.C. y N.B. Ogden (1998): Reconnaissance Survey of the Coral Reef and Associate Ecosystems of Cayo Cochinos, Honduras. *Rev. Biol. Trop.* 46(4): 67-74.
- Quirolo, C. (1998): Reef Relief 1998 Cuba Expedition. <http://www.reefrelief.org/projects/international/cuba/cayolevisa.html>
- Pielou, E.C. (1975): Ecological diversity. Wiley-Interscience, New York, 165 pp.
- Rawlings, B.G., A.J. Ferguson, P.J. Chilton, R.S. Arthurton, J.G. Rees y J.W. Baldock (1998): Review on agricultural pollution in the Caribbean with particular emphasis on small island developing states. *Marine Pollution Bulletin* 36(9): 658-668.
- StatSoft, Inc (1995): STATISTICA for Windows (Computer Program Manual). Tulsa, OK, USA.
- Steneck, R.S. y J. Lang (2003): Rapid assessment of Mexico's Yucatán reef in 1997 and 1999: pre- and pos-1998 mass bleaching and Hurricane Mitch (stony corals, algae and fishes). *En: Status of Coral Reefs in the Western Atlantic: Results of initial surveys*, Atlantic and Gulf Rapid Reef Assessment (AGRRA) Program. Lang. J (Ed). Washington, D.C., U.S.A: 295-313.
- Steneck, R.S. y M.N. Dethier (1994): A functional group approach to the structure of algal-dominated communities. *Oikos* 69:476-498.
- Taylor, W.R. (1967): Marine algae of the eastern tropical and subtropical coast of the Americas. University of Michigan Studies Scientific Series, volume XXI, USA, 870 pp.
- Trelles, J., A.M. Suárez y E. de la Guardia (2001): Macroalgas dominantes en Playa Herradura plataforma noroccidental de Cuba: caulerpales y dictyotales. *Rev. Invest. Mar.* 22(1): 1-6.
- Zar, J.H. (1996): Biostatistical analysis. Prentice hall, New Jersey, 3^{ra} Ed., x + 662 pp.
- Zlatarski, V. y N. Martínez Estalella (1982): Les Scléractiniaires de Cuba avec des données sur les organismes associés. annee I, Sofia (Editions de l'Academie bulgare des Sciences), 472 pp.

Aceptado : 12 de julio del 2006