

ESTUDIO DIAGNÓSTICO DEL ARRECIFE CORALINO DEL RINCÓN DE GUANABO, CIUDAD DE LA HABANA, CUBA.

1. CORALES, ESPONJAS Y GORGONÁCEOS.

Hansel Caballero *, Dámaso Rosales y Alain Alcalá.

Acuario Nacional de Cuba, Avenida 1ra y 60, Playa, CP 11300, Ciudad Habana, Cuba.

(*) Autor correspondiente: Email: hanselc@acuaronacional.cu

RESUMEN

Se estudiaron en abril del 2004 las comunidades bentónicas del arrecife del "Rincón de Guanabo", situado al Oeste de Ciudad de La Habana, Cuba. Se trazaron tres perfiles perpendiculares a la costa a lo largo del arrecife y se muestrearon los estratos de 2, 15 y 20 m de profundidad. Se empleó la metodología del protocolo AGRRA para evaluar los corales y las algas mientras que se utilizó el marco cuadrado de 1m de lado como unidad de muestreo para evaluar las esponjas y los gorgonáceos. Se identificaron un total de 29 especies de corales, 26 de gorgonáceos y 27 de esponjas. El cubrimiento promedio de coral vivo osciló entre 11 y 41%, la densidad entre 8 y 10 colonias por 10 m y el diámetro máximo promedio fluctuó entre 21 y 90 cm. Los valores de mortalidad coralina (antigua + reciente) se manifestaron entre bajos y moderados. Se advirtieron enfermedades en los corales aunque la incidencia de éstas no fue alta. La densidad promedio de gorgonáceos varió entre 4 y 6 colonias /m² mientras que la de esponjas se comportó entre 2 y 14 colonias/m². Predominó el "turf" algal en la parte somera del arrecife y las macroalgas carnosas en los biotopos profundos.

Palabras clave: arrecifes coralinos; gorgonias; esponjas; cubrimiento; ASW, Cuba.

ABSTRACT

The benthic communities of "Rincón de Guanabo" coral reef were studied in April of 2004. This coral reef is located to the west of Havana City, Cuba. Three perpendicular lines to the coast were traced and the depths of 2, 15 and 20 m were surveyed. The AGRRA methodology was used to evaluate corals and algae. A square frame of 1m of side was used as sampling unit to evaluate sponges and gorgonian. A total of 29 species of corals, 26 gorgonian and 27 sponges were identified. The live coral cover averaged oscillated among 11 and 41%, the density averaged oscillated among 8 and 10 colonies for each 10 m transect and maximum diameter averaged of colonies fluctuated among 21 and 90 cm. The coral mortality (old + recent) was slow and moderate. Corals diseases were observed although the incidence of these it was not high. The density average of gorgonian varied among 4 and 6 colonies/m² while the density average of sponges behaved among 2 and 14 colonias/m². The "turf" algal prevailed in shadow zone and the fleshy algae in deep biotopes.

Key words: coral reef; gorgonian; sponges; cover; ASW, Cuba

El arrecife del rincón de Guanabo forma parte de la ensenada de Sibarimar, Paisaje Natural Protegido (CNAP, 2004) donde se concentran gran parte de los valores naturales de la provincia de Ciudad Habana. Este arrecife tiene gran importancia en la formación y mantenimiento de las playas de la ensenada, así como constituye una fuente de incalculables valores socioeconómicos para la pesca y el turismo de la región.

En la década del 80 el arrecife fue estudiado por investigadores del Instituto de Oceanología de Cuba (Martínez- Estalella y Herrera, 1989; Alcolado y Herrera, 1989; Herrera *et al.*, 1997). Esos autores describieron las comunidades de corales, esponjas y gorgonáceos en diferentes estratos del arrecife, siguiendo un perfil

perpendicular a la costa dispuesto en la parte este del mismo.

La actual investigación forma parte de un estudio general de los arrecifes del norte de La Habana que lleva a cabo el Acuario Nacional de Cuba; tuvo como objetivo realizar una evaluación del estado de salud de las principales comunidades bentónicas, así como detectar posibles cambios con respecto a los años 80 en su estructura y composición.

MATERIALES Y MÉTODOS.

Zona de estudio

El arrecife del Rincón de Guanabo se localiza en la ensenada de Sibarimar, al este de Ciudad de La

Habana (Fig.1). La línea costera de esta ensenada presenta un segmento de playa de arena de más de 2 Km de extensión. Al oeste de dicha playa desemboca el río Guanabo cuyo cauce recibe el vertimiento de residuales urbanos y pecuarios. La zona recibe además la influencia de los vientos alisios del noreste durante casi todo el año y de los vientos del norte durante la temporada invernal. Las corrientes marinas que actúan son del tipo litoral, presentando mayoritariamente una dirección este-oeste, la marea es mixta, semidiurna y de poca amplitud (Lopeztegui, 2002).

Descripción de biotopos

En el arrecife del Rincón de Guanabo aparecen 6 estratos o biotopos: laguna arrecifal, cresta o meseta coralina, terraza rocosa abrasiva, veril y cabezos profundos (Martínez- Estalella y Herrera, 1989). Para el diagnóstico del estado de la comunidad bentónica del arrecife se trazaron tres perfiles perpendiculares a la línea de costa, las estaciones de muestreo se colocaron en el sustrato rocoso – coralino de los biotopos de cresta, veril y cabezos (Fig.1).

La cresta arrecifal se encuentra a 800 m de la costa, se extiende en forma de franja y tiene una extensión aproximada de 2500 m. A esta le precede la laguna arrecifal que alterna parches arena y de seibadal y tiene una profundidad promedio que varía de 0.5 a 2.5 m. La cresta no es completamente continua presentando canales que permiten el intercambio fluvial. El ancho de la cresta es variable sin superar los 40 m. La profundidad de trabajo osciló entre 0.5 y 2 m.

A continuación de una extensa terraza rocosa se destaca el biotopo del veril que muestra una pendiente cuya inclinación varía entre los 60 y 45 grados. El fondo es rocoso e irregular, con alta cobertura vegetal y una fina capa de sedimento que cubre los espacios vacíos. En su estrato superior la profundidad promedio es de 11 m mientras que en el inferior es de 15.

La terraza del arrecife frontal tiene un sustrato rocoso con poca pendiente y está cubierta de una capa de arena. En esta terraza se destacan cabezos coralinos, que oscilan los 3 y 10 m de diámetro y no sobrepasan los 2.5 m de altura. Las estaciones de muestreo se ubicaron entre los 18 y 20 m de profundidad.

Metodología de muestreo

Los muestreos se realizaron mediante buceo libre en lugares someros y con equipo autónomo en los profundos. Los invertebrados bentónicos (corales, esponjas y gorgonáceos) se estudiaron en abril del 2004 y las algas en abril (seca) y septiembre (lluvia) del mismo año.

Se aplicó la metodología del protocolo AGRRA para corales y algas (AGRRA, 2000). Para la clasificación de los órdenes Scleractinea y Milleporina se siguieron los criterios de Steneck *et al.* (1997). Se incluyeron solamente las especies y colonias con más de 10 cm de diámetro.

Para el estudio de las comunidades de gorgonias y esponjas se utilizó el marco cuadrado de 1 m de lado (Weinberg, 1981). Las gorgonias se identificaron hasta el nivel de especie con la utilización de los listados de Alcolado y García-Parrado (1996) y de Lalana *et al.* (2001). Las colonias que no pudieron ser identificadas *in situ* se les cortó una rama para su posterior identificación al microscopio en base a la forma de los escleritos (Bayer, 1961). Las esponjas se identificaron *in situ* mediante el empleo del catálogo para esponjas de Cuba de Alcolado (2002).

La cantidad de unidades de muestreo empleadas en cada estación varió en dependencia de la cantidad requerida para obtener curvas acumuladas con tendencia asintótica de número de especies acumulado/ número de colonias contadas.

Procesamiento de datos

Se determinó la diversidad y composición por especies de invertebrados bentónicos en cada estación. Se utilizaron como índices de diversidad, la riqueza de especie (número total de especies contadas), la heterogeneidad de Shannon y Weaver y la equitatividad de Pielou (Ludwing y Reynolds, 1988).

Se calculó la densidad de colonias por unidad de muestreo de cada grupo bentónico. Se determinó el porcentaje medio de cubrimiento del sustrato por coral vivo, las tallas promedio de las colonias y los valores medios de mortalidad antigua y reciente de estas. Se analizaron los porcentajes medios de colonias afectadas con daños mecánicos, cubiertas por sedimento, cubiertas de macroalgas carnosas, bioerosión (*Cliona* sp), poliquetos, ascideas y enfermas.

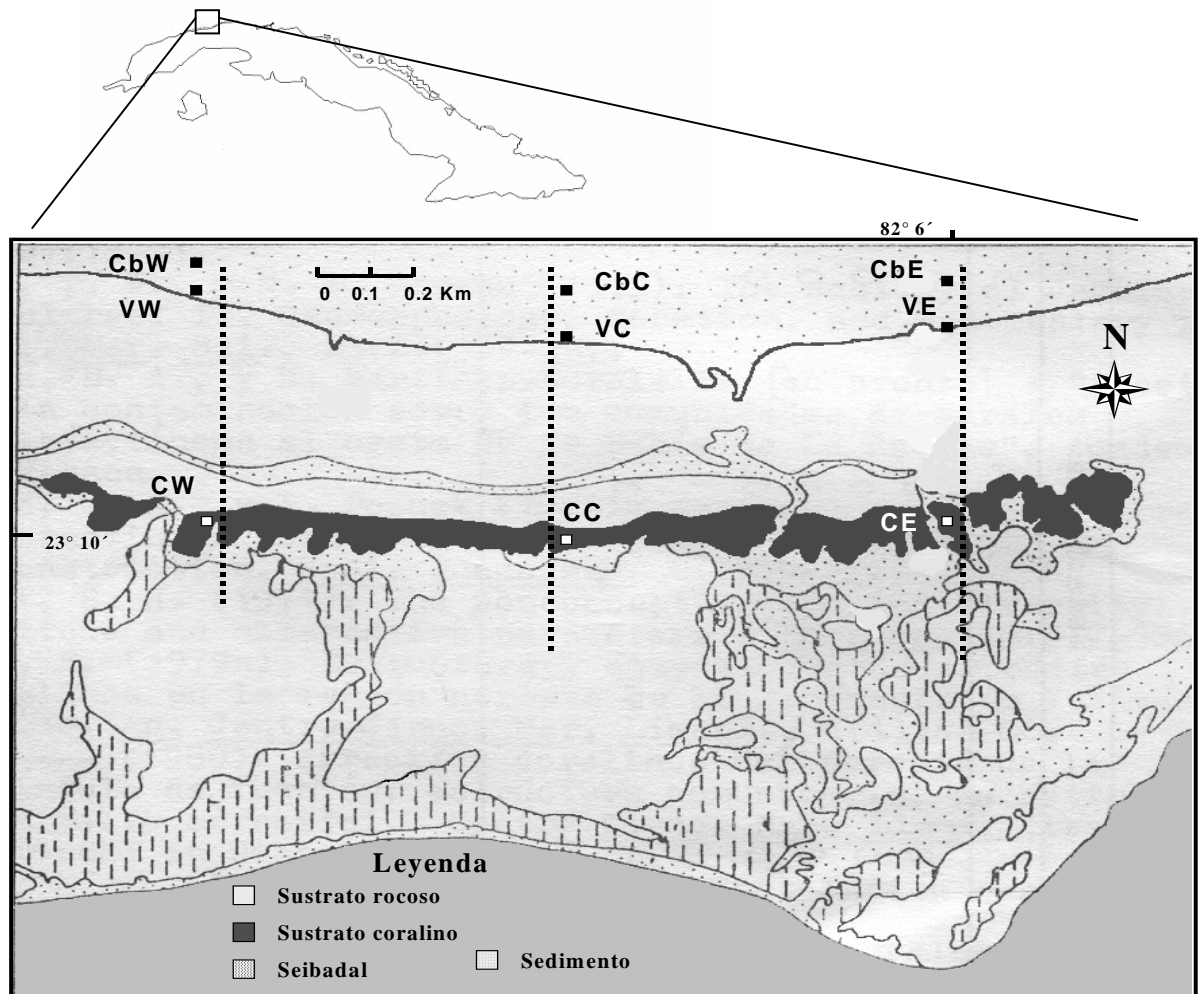


Fig. 1. Localización geográfica del Rincón de Guanabo. Perfiles y estaciones de muestreo. CW: cresta oeste, CC: cresta central, CE: cresta este, VW: veril oeste, VC: veril central, VE: veril este, CbW: cabezos oeste, CbC: cabezos centrales y CbE: cabezos este. Esquema modificado de Martínez-Estalella y Herrera (1989).

Se determinó el Índice de Tensión Hidrodinámica (ITH), basado en la suma de los porcentajes de las colonias de gorgonias resistentes a este tensor, con el fin de inferir el grado de agitación del agua (Alcolado, 1981). Se determinó el índice de contaminación (IC) mediante el análisis del porcentaje de especies resistentes y no resistentes a la misma según Herrera y Alcolado (1987). Se calculó el índice de macroalgas carnosas y calcáreas mediante la multiplicación del valor de la altura promedio de estas por su valor de abundancia (según análisis del Protocolo AGRRA, 2000).

RESULTADOS

Se analizaron un total de 122 transectos lineales de 10 m donde se contaron 1073 colonias de coral; se identificaron 27 especies de escleractíneos y 2 especies de hidrocorales. En el biotopo de cresta las especies dominantes fueron *Acropora palmata* y *Millepora complanata*, entre las dos, conformaron el 78% del total de colonias contadas. En el veril las especies dominantes fueron *Porites porites* y *Siderastrea siderea*, mientras que en los cabezos dominaron *S. siderea*, *Agaricia agaricites* y *M. cavernosa* (Tabla 1). La heterogeneidad de Shannon para corales osciló entre 1.13 y 2.52, este

Tabla 1. Abundancia relativa (%) de especies de coral pétreo en el arrecife del Rincón de Guanabo (corales >10cm). Índices de diversidad. N: número de colonias, NT: número de transectos, S: riqueza de especies, H': heterogeneidad de Shannon, J': equitatividad de Pielou, W: zona Oeste, C: zona central, E: zona Este.

Biotopo Estación	cresta			veril			cabezos		
	W	C	E	W	C	E	W	C	E
<i>Acropora palmata</i>	60.0	30.9	41.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Agaricia agaricites</i>	0.0	2.7	4.4	10.9	15.5	18.9	19.2	14.4	15.7
<i>Millepora complanata</i>	25.5	50.0	28.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Siderastrea siderea</i>	0.0	0.9	0.9	20.9	10.1	6.8	22.1	15.3	15.7
<i>Montastraea cavernosa</i>	0.9	0.0	1.8	13.2	8.8	9.1	16.3	16.1	14.8
<i>Montastraea faveolata</i>	0.0	0.0	0.0	11.6	18.9	10.6	5.8	11.9	10.2
<i>Porites porites</i>	0.0	0.9	0.0	13.2	20.3	22.0	0.0	0.0	0.0
<i>Porites astreoides</i>	7.3	7.3	5.3	3.9	4.1	9.1	7.7	8.5	8.3
<i>Millepora alcicornis</i>	0.0	0.0	0.0	5.4	0.0	0.8	7.7	5.1	5.6
<i>Acropora cervicornis</i>	2.7	5.5	5.3	2.3	5.4	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Madracis decactis</i>	0.0	0.0	0.0	7.0	2.0	1.5	2.9	3.4	3.7
<i>Montastraea franksi</i>	0.0	0.0	0.0	1.6	1.4	9.1	1.0	2.5	2.8
<i>Porites furcata</i>	0.0	0.0	5.3	0.0	2.0	3.0	1.0	2.5	2.8
<i>Stephanocoenia intersepta</i>	0.0	0.0	0.0	0.8	1.4	0.0	3.8	5.1	5.6
<i>Meandrina meandrites</i>	0.0	0.0	0.0	2.3	2.0	0.8	2.9	3.4	4.6
<i>Diploria strigosa</i>	0.9	1.8	2.6	3.1	1.4	3.0	0.0	0.0	0.0
<i>Leptoseris cucullata</i>	0.0	0.0	0.0	0.8	0.7	0.0	2.9	2.5	2.8
<i>Colpophyllia natans</i>	0.0	0.0	0.0	1.6	1.4	2.3	0.0	0.8	1.9
<i>Eusmilia fastigiata</i>	0.0	0.0	0.0	0.8	1.4	1.5	0.0	1.7	1.9
<i>Dichocoenia stockesi</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.9	2.5	1.9
<i>Micetophyllia lamarckiana</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.7	0.9
<i>Montastraea annularis</i>	0.0	0.0	0.8	2.1	0.9	0.8	0.0	0.0	0.0
<i>Diploria labyrinthiformis</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.8	0.0	0.0	0.0
<i>Diploria clivosa</i>	1.8	0.0	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Micetophyllia danaana</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	1.7	0.0
<i>Agaricia lamarcki</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9	0.8	0.0
<i>Isophyllastraea rigida</i>	0.9	0.0	0.0	0.8	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Micetophyllia aliciae</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.9
<i>Dendrogyra cylindrus</i>	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
N	110	110	114	129	148	132	104	118	108
NT	14	14	13	13	14	12	14	15	13
S	8	8	12	17	19	16	16	18	17
H'	1.13	1.32	2.72	2.39	2.37	2.43	2.30	2.53	2.50
J'	0.55	0.63	0.69	0.84	0.80	0.83	0.83	0.87	0.88

indicador se incrementó en las estaciones más profundas. La riqueza de especies varió entre 8 y 19, la cresta presentó el menor número de especies. La equitatividad mostró valores entre 0.55 y 0.69 en la cresta y mayores a 0.8 en los otros dos biotopos (Tabla. 1).

El cubrimiento del sustrato por corales fue mayor en la cresta, sus valores medios estuvieron por encima del 27% y llegaron a alcanzar el 41% en la parte oriental del arrecife. En los demás biotopos

osciló entre el 11 y 23 % (Tabla 2). La densidad de colonias no varió mucho entre estaciones, los valores promedios oscilaron entre 7.4 y 11.3 colonias por transecto (Tabla 2). Los diámetros promedios de las colonias estuvieron por encima de 67 cm en la cresta. En los demás estratos la talla promedio de las colonias fluctuó entre 21 y 30 cm (Tabla 2). Los registros de altura de las colonias mostraron un comportamiento directamente proporcional con el diámetro de las mismas.

Tabla 2. Indicadores biológicos para corales (colonias >10cm), gorgonáceos y esponjas. En algunos además del valor medio se registra también la desviación estándar. ITH: índice de tensión hidrodinámica, IC: índice de contaminación, W: zona Oeste, C: zona central, E: zona Este.

Biotopo Estación	cresta			veril			cabezos		
	W	C	E	W	C	E	W	C	E
Latitud N	23°10'83	23°10'85	23°10'86	23°11'11	23°11'09	23°11'08	23°11'20	23°11'18	23° 11'17
Longitud W	82°06'75	82°06'42	82°06'19	82°06'75	82°06'42	82°06'19	82°06'75	82°06'42	82° 06'19
Profundidad promedio	0.5-2m	0.5-2m	0.5-2m	11-14m	11-14m	11-14m	18-20m	18-20m	18-20m
Corales									
Cubrimiento (%)	30,1 ± 8,2	27,0 ± 6,9	41,0 ± 12,0	16,8 ± 4,8	20,7 ± 7,5	23,9 ± 6,5	11,8 ± 4,0	13,3 ± 4,3	13,6 ± 4,5
Densidad (col./10 m)	7,9 ± 1,4	7,8 ± 2,3	8,7 ± 1,5	9,9 ± 2,7	10,5 ± 3,3	11,3 ± 1,9	7,4 ± 2,9	7,7 ± 2,1	7,7 ± 2,3
Diámetro (cm)	67,6 ± 42,9	67,7 ± 50,1	90,1 ± 58,8	25,2 ± 14,9	29,0 ± 17,5	30,9 ± 23,8	21,6 ± 11,1	23,2 ± 12,8	21,6 ± 11,1
Altura (cm)	53,8 ± 31,7	53,6 ± 34,5	64,8 ± 35,3	18,5 ± 13,7	21,5 ± 6,8	22,5 ± 17,9	15,8 ± 11,9	18,3 ± 13,7	15,8 ± 12,0
Mortalidad antigua (%)	15,7 ± 28,8	16,4 ± 25,1	10,4 ± 23,2	8,4 ± 17,2	13,2 ± 21,8	14,9 ± 20,4	7,9 ± 15,7	6,11 ± 14,6	7,9 ± 15,7
Mortalidad reciente (%)	0,57 ± 1,9	0,32 ± 1,6	0,75 ± 2,4	0,16 ± 1,2	0,51 ± 4,4	0,0	0,52 ± 3,9	0,43 ± 4,6	0,52 ± 3,9
Reclutamiento (col./m ²)	0,7 ± 0,2	0,9 ± 0,2	0,8 ± 0,2	1,8 ± 0,6	1,7 ± 0,6	1,6 ± 0,8	1,3 ± 0,5	1,1 ± 0,3	1,2 ± 0,4
Plaga blanca (%)	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0
Manchas blancas (%)	9,6	4,5	5,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Manchas oscuras (%)	0,0	0,0	0,9	2,3	1,4	0,7	2,9	1,7	1,9
Banda blanca (%)	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Colonias rotas (%)	6,1	5,5	2,6	0,0	0,7	0,0	1,0	0,9	0,9
Cubierta de esponjas (%)	0,0	0,0	0,0	3,1	1,4	2,9	1,0	0,0	0,0
Cubierta de macroalgas (%)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,2	0,0	0,0	0,0
Cubierta de sedimento (%)	0,0	0,0	0,0	2,6	2,6	1,9	0,0	0,9	0,9
Gorgonáceos									
Densidad (col./m ²)	4,43 ±1,7	4,36 ±1,9	4,76 ±1,9	6,10 ±1,7	5,60 ±1,7	6,43 ±2,1	4,26 ±1,1	4,50 ±1,7	5,06 ±1,8
ITH	77.31	68.33	82.19	40.01	39.33	19.21	22.91	32.79	16.53
IC	10.29	16.57	13.01	17.1	11.33	9.57	13.89	16.4	14.95
Esponjas									
Densidad (col./ m ²)	2,97 ±1,4	3,50 ±2,0	2,60 ±1,6	14,03 ±4,8	13,00 ±4,7	14,57 ±4,0	10,17 ±2,9	11,03 ±4,6	11,07 ±3,3

Los valores de mortalidad antigua en las colonias se manifestaron entre bajos y moderados. Los valores más altos se encontraron al oeste y centro de la cresta (Tabla 2). La mortalidad reciente fue muy baja en todo el arrecife y se debió más bien a daños por sedimentación, "plaga blanca" y "manchas blancas". Esta última afectación fue encontrada sobre *Acropora*. Se detectó además "banda blanca" en *A. cervicornis* y "manchas

oscuras" en colonias de *S. siderea* y *M. faveolata*. El porcentaje de colonias de coral afectadas por esponjas perforantes no fue significativo detectándose solamente en el biotopo del veril (Tabla 2).

En el estudio de la comunidad de gorgonáceos se emplearon un total de 270 marcos cuadrados donde se contaron 1355 colonias, pertenecientes a

26 especies. En la cresta dominó *Gorgonia flabellum*, aunque también se destacaron por su abundancia *Briareum asbestinum* y *G. ventalina*. Estas tres especies conformaron el 76% del total de colonias contadas en este biotopo. En el veril y los cabezos la especie dominante fue *Pseudopterogorgia americana* la cual incrementa su porcentaje de abundancia hacia el este. *G. flabellum* también es abundante en el centro y oeste del veril, al igual *P. bipinnata* en la parte este de los cabezos. *G. mariae* y *Muriceopsis flavida* fueron relativamente abundantes en la parte este del veril y hacia el oeste de los cabezos (Tabla 3). El número de especies por estación varió entre 12 y 19. La heterogeneidad y la equitatividad presentaron los registros más bajos en la cresta fundamentalmente en su parte central. En el veril mostraron la tendencia de incrementarse hacia el este mientras que en los cabezos su comportamiento fue inverso (Tabla 3). La densidad de gorgonias varió entre 4 y 6.6/m². El ITH fue más alto en las estaciones de menor profundidad. El IC registró valores que oscilaron entre 10.3 y 17.1 sin mostrar una tendencia con respecto a la profundidad y la posición geográfica de las estaciones de muestreo (Tabla 2).

En un total de 270 marcos cuadrados se contaron 2100 colonias de esponjas pertenecientes a 27 especies. Las especies dominantes de la cresta fueron *Smenospongia aurea* y *Spirastrella coccinea*, las cuales conformaron el 75.2% del total de colonias contadas en este biotopo. En las zonas central y este del veril dominó *Iotrochota birotulata* mientras que al oeste del mismo dominaron *Aka brevitubulata* y *S. aurea*. En los cabezos la especie más abundante fue *I. birotulata*, con un incremento en la dominancia de la misma hacia el oeste; igualmente, *Ptilocaulis* sp. se destacó por su número de colonias. Los valores de heterogeneidad fueron bajos en la cresta. En el resto de los biotopos, oscilaron entre 2.55 y 2.78. En la cresta se encontraron de 3 a 4 especies mientras que en el veril y cabezos se encontraron entre 17 y 20 especies por estación. La equitatividad fue similar en todas las estaciones de muestreo a excepción de la porción este de la cresta (Tabla 4). La densidad de esponjas se incrementó en las estaciones del veril donde se llegó a encontrar hasta más de 14 colonias/m². En los cabezos los registros oscilaron entre 9 y 11 (Tabla 2).

En la cresta y los cabezos predominó el “turf” algal tanto en seca como en lluvia. En el veril dominaron las macroalgas carnosas en ambas épocas del año, sus registros alternaron entre el 43 y 55% de abundancia relativa. Los índices de las mismas (abundancia X altura promedio del dosel) igualmente fueron mayores en este biotopo donde se alcanzaron valores superiores a 100 (Tabla 5). La densidad de erizos negros *D. antillarum* en general fue baja (Tabla 5).

DISCUSIÓN.

Los valores medios de cubrimiento de coral vivo encontrados en la cresta del arrecife del Rincón de Guanabo se corresponden con los valores medios de cubrimiento más altos registrados para arrecifes someros (<3 m) de La Habana (Guardia y González-Sansón, 1997; Caballero y Guardia, 2003; Valdivia y Guardia, 2004). En las secciones de la cresta donde se trabajó la mortalidad de *A. palmata* es moderada. En algunas zonas (más bien hacia el centro del arrecife) se observaron colonias en pie casi o completamente muertas y con su esqueleto erosionado; del resto, el área de superficie dañada mayoritariamente no sobrepasó los 10 cm², condición con lo cual los corales tienen la posibilidad de regenerar tejido nuevo antes de sufrir la acción de agentes bioerosionantes (Meesters *et al.*, 1996). No se registró ninguna enfermedad activa en las colonias. La aparición no significativa de “manchas blancas” o “zonas necróticas redondeadas” se le atribuye a la acción depredadora de *Coralliophilla* sp. (se observó *in situ* el molusco).

En el trabajo de Martínez-Estalella y Herrera (1989) se plantea que la población de “bosques” de *A. cervicornis* reportados por Zlatarski y Martínez-Estalella (1980) había sufrido gran deterioro debido a un extraordinario derrame fluvial producto de dos días de intensos aguaceros en junio de 1982. Conjuntamente, mediante entrevistas con habitantes y buzos de la zona, se pudo conocer que esta especie ha sido colectada de forma indiscriminada y masiva con diversos fines por varios periodos de tiempo. La población de *A. cervicornis* en la actualidad no parece haber tenido recuperación, en vistas a que solamente se percibieron crecimientos aislados de esta especie con proporciones no significativas. En este estudio se observaron “cementarios” o restos de “bosques” muy erosionados (cascajos) sobre los cuales crecían de manera destacada colonias jóvenes de *A. palmata*, lo cual muestra que el espacio disponible correspondiente anteriormente a ella está siendo ocupado por otra especie. Se detectó además “banda blanca”, enfermedad que si se propagara activamente, podría eliminar la escasa población existente dado la elevada capacidad destructiva de la misma (Richardson, 1998; Green y Bruckner, 2000).

Los porcentajes medios de cubrimiento de coral vivo en las tres estaciones del veril son inferiores a

Tabla 3. Abundancia relativa (%) de especies de gorgonáceos en el arrecife del Rincón de Guanabo. Índices de diversidad. N: número de colonias, S: riqueza de especies, H': heterogeneidad de Shannon, J': equitatividad de Pielou, W: zona Oeste, C: zona central, E: zona Este.

Biotopo Estación	cresta			veril			cabezos		
	W	C	E	W	C	E	W	C	E
<i>Gorgonia flabellum</i>	50,0	42,5	56,8	18,7	24,7	9,6	10,4	13,1	0,0
<i>Pseudopterogorgia americana</i>	1,5	4,2	2,7	20,9	23,3	35,4	16,0	30,3	37,0
<i>Gorgonia mariae</i>	7,4	10,0	6,8	10,2	10,7	13,6	16,7	0,0	0,0
<i>Muriceopsis flavida</i>	7,4	10,0	6,8	10,2	10,7	13,6	16,7	0,0	0,0
<i>Gorgonia ventalina</i>	16,2	13,3	11,0	5,9	8,0	3,5	1,4	5,7	5,5
<i>Pseudopterogorgia bipinnata</i>	0,7	0,8	0,0	1,6	1,3	3,0	5,6	18,9	25,2
<i>Eunicea mammosa</i>	10,3	8,3	9,6	3,2	2,7	4,0	0,0	3,3	3,9
<i>Briareum asbestinum</i>	0,0	18,3	20,0	0,0	6,3	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Eunicea fusca</i>	0,7	1,7	0,0	2,1	3,3	4,5	1,4	5,7	9,4
<i>Pseudoplexaura porosa</i>	2,2	0,0	0,0	5,3	4,7	5,1	7,6	1,6	2,4
<i>Eunicea calyculata coronata</i>	0,0	2,5	0,0	2,7	1,3	0,5	5,6	4,9	3,1
<i>Eunicea calyculata calyculata</i>	0,0	2,5	0,0	2,7	1,3	0,5	5,6	4,9	3,1
<i>Plexaurella grisea</i>	0,0	0,0	0,0	4,8	3,3	1,5	5,6	1,6	0,8
<i>Plexaura flexuosa</i>	0,0	1,7	2,1	8,0	0,0	0,0	0,7	1,6	1,6
<i>Eunicea tourneforti</i>	0,7	1,7	1,4	0,5	1,3	0,0	1,4	0,8	1,6
<i>Plexaurella dichotoma</i>	0,0	0,0	0,0	0,5	1,3	1,5	2,1	1,6	0,8
<i>Pseudoplexaura wagenari</i>	0,7	0,8	0,7	0,5	0,7	0,5	0,7	0,8	0,8
<i>Pterogorgia citrina</i>	0,0	0,0	1,4	1,1	0,0	0,0	0,7	0,8	0,0
<i>Plexaura homomalla</i>	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	1,5	0,0	0,8	0,8
<i>Muricea elongata</i>	2,2	0,0	0,0	1,1	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0
<i>Pseudoplexaura flagellosa</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,7	0,8	1,6
<i>Plexaurella nutans</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,7	1,6	0,0
<i>Pseudopterogorgia elizabethae</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	1,6
<i>Pseudoplexaura crucis</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,8
<i>Pterogorgia guadalupensis</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0
<i>Pterogorgia anceps</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0
Número Marcos	30	30	30	30	30	30	30	30	30
N	136	120	146	187	150	198	144	122	127
S	12	14	12	18	18	18	19	19	17
H'	1.84	0.79	1.63	2.13	2.25	2.41	2.43	2.25	1.98
J'	0.74	0.30	0.66	0.74	0.78	0.83	0.83	0.76	0.70

los encontrados anteriormente por Martínez-Estalella y Herrera (1989) en este biotopo; sin embargo, se corresponden con los registros medios reportados en similares estratos de arrecifes relativamente limpios de La Habana (Guardia y González-Sansón, 1997; Caballero y Guardia, 2003). La estructura de la comunidad a esta profundidad en general muestra cambios con un notable incremento en la abundancia de *P. porites* (especie adaptable al aparente grado de sedimentación existente). En el estudio anterior, Martínez-Estalella y Herrera (1989) planteaban que según los índices de diversidad alcanzados, el

veril se encontraba bajo condiciones ligeramente tensadas, de carácter no pronosticable (eventos meteorológicos severos). Los índices de diversidad obtenidos en este muestreo son mayores, pero en parte se deben a cambios actuales en la nomenclatura.

Contrariamente a lo ocurrido en el veril, los cabezos del talud del arrecife frontal presentan un ligero incremento en el porcentaje medio de cubrimiento de coral vivo si se comparan con los resultados del anterior estudio ya citado. Los índices de diversidad registrados en este estrato

Tabla 4. Abundancia relativa (%) de especies de esponjas en el arrecife del Rincón de Guanabo. N: número de colonias, S: riqueza de especies, H': heterogeneidad de Shannon, J': equitatividad de Pielou, W: zona Oeste, C: zona central, E: zona Este.

Biotopo Estación	cresta			veril			cabezos		
	W	C	E	W	C	E	W	C	E
<i>Iotrochota birotulata</i>	0.0	0.0	0.0	18.9	15.9	14.4	11.3	13.4	14.3
<i>Smenospongia aurea</i>	30.3	51.0	29.5	7.0	7.4	6.1	12.9	10.9	11.2
<i>Ptilocaulis sp</i>	0.0	0.0	0.0	13.5	15.3	13.6	2.5	6.1	6.9
<i>Spitastrella coccinea</i>	27.0	25.0	62.8	6.5	3.7	3.2	4.6	3.6	2.7
<i>Desmapsamma anchorata</i>	0.0	0.0	0.0	10.4	6.2	11.2	6.3	9.3	12.0
<i>Aplysina cauliformis</i>	0.0	0.0	0.0	6.8	7.6	9.3	7.5	11.7	9.3
<i>Aka brevitubulata</i>	0.0	0.0	0.0	4.8	8.5	2.9	13.3	10.9	7.3
<i>Nyphates erecta</i>	0.0	0.0	0.0	4.2	4.2	4.5	9.6	8.5	6.6
<i>Ectyoplasia ferox</i>	0.0	0.0	0.0	5.4	5.4	5.6	6.3	7.3	5.8
<i>Mycale laxissima</i>	0.0	0.0	0.0	6.2	5.1	3.5	5.4	6.9	6.2
<i>Aplysina fistularis</i>	19.1	24.0	7.7	3.4	4.8	2.4	3.3	0.0	0.0
<i>Amphimedon compressa</i>	0.0	0.0	0.0	1.7	9.3	2.1	0.0	0.0	0.0
<i>Aiolochoxia crassa</i>	0.0	0.0	0.0	1.7	1.1	5.1	2.9	0.0	2.3
<i>Cliona delitrix</i>	0.0	0.0	0.0	1.7	0.0	2.9	3.8	1.6	3.5
<i>Agelas conifera</i>	0.0	0.0	0.0	2.0	0.8	2.4	1.3	0.8	3.1
<i>Callyspongia plicifera</i>	0.0	0.0	0.0	1.7	0.8	1.1	1.7	2.8	1.2
<i>Aka coralliphagum</i>	0.0	0.0	0.0	1.7	9.3	2.1	0.0	0.0	0.0
<i>Ircinia felix</i>	0.0	0.0	0.0	1.7	1.1	5.1	2.9	0.0	2.3
<i>Aplysina lacunosa</i>	0.0	0.0	0.0	1.7	1.1	5.1	2.9	0.0	2.3
<i>Xetospongia muta</i>	0.0	0.0	0.0	1.7	0.0	2.9	3.8	1.6	3.5
<i>Ircinia strobilina</i>	0.0	0.0	0.0	2.0	0.8	2.4	1.3	0.8	3.1
<i>Agelas clathrodes</i>	0.0	0.0	0.0	1.7	0.8	1.1	1.7	2.8	1.2
<i>Nyphates digitalis</i>	0.0	0.0	0.0	2.5	3.1	1.9	0.0	0.0	0.0
<i>Callyspongia vaginalis</i>	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	1.9	1.7	1.2	2.7
<i>Plakortis angulospiculatus</i>	23.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Spheciospongia vesparium</i>	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	1.9	2.5	1.2	0.4
<i>Oceanapia stalatmitica</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9	2.5	0.4	0.0
<i>Cribochalina vasculun</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.8	2.0	1.2
<i>Aplysina fistularis forma fulva</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7
<i>Verongula gigantea</i>	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	1.6	0.0	0.0	0.0
<i>Cliona varians</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.8
<i>Agelas weidenmyeri</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0
N	89	104	78	421	390	437	297	320	332
S	4	3	3	19	18	19	20	17	22
H'	1.37	1.03	0.85	2.69	2.57	2.66	2.62	2.55	2.78
J'	0.99	0.94	0.77	0.91	0.89	0.90	0.88	0.90	0.90

indican que el ambiente es constante y favorable, sin embargo, los valores de cubrimiento de coral vivo y densidad de colonias tienden a ser inferiores a los del veril. Esto se debe a la escasez de sustrato rocoso producto de la pobre estructura que presentan los cabezos coralinos y la cantidad de sedimento que cubre el fondo. Esta situación concuerda con la tesis de que no bastan

condiciones hidrológicas apropiadas, sino que se requiere además de una adecuada morfología del sustrato basal para que un arrecife mantenga un proceso de acreción sostenido (Jordan, 1989). Por otro lado, la estabilidad ambiental existente a esta profundidad favorece igualmente el desarrollo de los otros grupos bentónicos y por lo tanto existe una mayor competencia por ocupar un reducido espacio.

Tabla 5. Abundancia de grupos morfofuncionales de algas y el erizo negro *D. antillarum* en el arrecife. W: zona Oeste, C: zona central, E: zona Este.

Biotopo	Estación	cresta			veril			cabezos		
		W	C	E	W	C	E	W	C	E
	Número de marcos	30	30	30	30	30	30	30	30	30
S	Carnosas (%)	20,8	18,7	16,9	50,6	43,2	43,3	22,6	23,3	22,9
	Calcáreas (%)	17,1	21,2	15,7	10,0	12,3	10,0	19,5	22,5	18,9
E	Costrosas (%)	15,0	20,6	22,1	4,6	5,1	3,9	14,5	12,8	13,2
C	Turf (%)	47,1	49,5	56,3	39,7	39,4	42,8	44,4	42,5	45,0
A	Índice de carnosas	70,7	65,9	60,7	111,4	100,6	100,9	76,9	78,3	82,4
	Índice de calcáreas	58,4	60,2	56,6	36,1	33,8	37,6	66,5	75,2	64,7
	<i>Diadema</i> (ind./10 m ²)	3,5	3,1	3,3	0,6	1,1	0,7	0,9	0,9	1,1
LL	Carnosas (%)	26,1	26,1	23,2	55,6	53,9	51,5	28,2	24,7	27,9
	Calcáreas (%)	19,5	17,4	17,0	9,2	9,9	8,9	19,5	20,5	19,5
U	Costrosas (%)	15,0	16,7	19,0	3,9	4,6	5,0	10,5	13,2	13,2
V	Turf (%)	39,5	39,7	41,8	31,3	32,4	36,6	42,8	42,6	39,5
I	Índice de carnosas	88,6	88,6	88,6	129,3	124,2	120,6	95,7	89,1	94,8
A	Índice de calcáreas	66,5	61,5	59,5	33,1	28,7	28,2	66,5	70,1	66,5
	<i>Diadema</i> (ind./10 m ²)	2,9	3,2	3,1	0,8	1,2	0,9	1,0	0,7	0,7

El número de especies de gorgonáceos encontrado en el veril se aproxima al valor máximo de 22 reportado por Herrera y Martínez-Estalella (1987) para arrecifes limpios de La Habana y el de 24 hallado por Hernández-Muñoz (2004) en una porción litoral de la capital. La composición por especies mostró cambios llamativos con respecto al muestreo de Herrera *et al.* (1997), incrementándose notablemente la dominancia de *P. americana* y *G. flabellum* mientras que *Plexaura kuekenthali*, especie anteriormente dominante, no cayó dentro de la muestra de trabajo. La razón de estos cambios no es posible determinar en este estudio. La heterogeneidad de Shannon en los 20 m muestra una tendencia a disminuir hacia el este del arrecife y se debe a un incremento notable en la dominancia de *P. americana* y *P. bipinnata*, ambas reportadas como dominantes para este tipo de fondo (Herrera y Alcolado, 1983, Alcolado, 1999). Los índices de diversidad en esponjas manifiestan estabilidad y constancia para esta comunidad biológica en los dos biotopos profundos del arrecife. En el veril se encontró mayor densidad de colonias que en los cabezos lo que posiblemente venga dado al mayor sustrato disponible en el mismo, lo cual permite un mejor asentamiento y distribución de las especies dominantes.

Los índices relativamente altos de macroalgas carnosas del veril corresponden mayoritariamente a la cubierta del sustrato por las macroalgas pardas *Dyctyota* spp., *Lobophora variegata* y

Sargassum spp., las cuales se consideran fuertes competidoras de los corales por el sustrato; impidiendo en muchos casos la fijación de los reclutas coralinos, ocasionando daños periféricos a las colonias o incluso, estableciéndose sobre estas hasta asfixiarlas (González-Ferrer *et al.* 2004). La proliferación de las macroalgas carnosas en el estrato se relaciona con la escasez en la zona de *D. antillarum* y peces herbívoros (Chevalier y Cárdenas, en prensa), principales controladores biológicos de las mismas; aunque, se plantea que algunos géneros de Dictyotales contienen sustancias disuasivas a la acción depredadora de estos (González-Ferrer *et al.* 2004).

El dominio de algas verdes filamentosas y foliosas, verdaderamente indicadoras de nutrificación en los arrecifes de coral (McClanahan, 2004) no fue detectado en ningún biotopo. Unido a esto, el índice de contaminación en gorgonáceos mostró valores comparativamente inferiores a los encontrados por Herrera (1990), Guardia y González-Sansón (2000) y Hernández-Muñoz, (2004) en arrecifes situados cerca de la desembocadura de ríos de Ciudad Habana y afectados por la contaminación urbana e industrial. Estas razones posibilitan asumir que el grado de contaminantes orgánicos e inorgánicos provenientes del río Guanabo que pudieran influir sobre el arrecife, no repercuten decisivamente sobre las comunidades bentónicas del mismo.

AGRADECIMIENTOS

Se quiere agradecer al buzo especialista del Acuario Nacional de Cuba Rafael Hernández por su labor como asegurador durante los muestreos, así como a los tripulantes de las embarcaciones ARIES y VENECIANA II que participaron en las expediciones.

REFERENCIAS

- AGRRA (2000): The AGRRA Rapid Assessment Protocol. Atlantic and Gulf Rapid Reef Assessment methodology. Last updated: 27 November, 2000, 9 pp. <http://coral.aoml.noaa.gov/agra/methodhome.htm>.
- Alcolado, P. (1981): Zonación de los gorgonáceos someros de Cuba y su posible uso como indicadores comparativos de tensión hidrodinámica sobre los organismos del bentos. *Inf. Cient. Tec.*, 187: 1-43.
- Alcolado, P. (2002): Catálogo de esponjas de Cuba. *Avicennia* (15): 53-72.
- Alcolado, P. y A. Herrera (1989): Estructura de las comunidades de esponjas del arrecife de Rincón de Guanabo, Cuba. Cuba, Instituto de Oceanología, *Reporte de Investigación* (38), 65 pp.
- Alcolado, P. y P. García-Parrado (1996): Catálogo de Octocorales (Cnidaria) de Cuba, con comentario sobre su taxonomía. *Avicennia* 415: 41-45.
- Bayer, F.M. (1961): *The shallow water Octocoralia of the west Indian region*. Smithsonian Institution, Washington, USA, 335 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 norooccidental de La Habana. *Rev. Invest. Mar.* 24(3): 205- 220.
- Chevalier, P.P. y A.L. Cárdenas (en prensa): Estudio diagnóstico del arrecife coralino del Rincón de Guanabo, Ciudad de la Habana, Cuba. 2. Peces. *Rev. Invest. Mar.*
- González-Ferrer, S., Z. Marcos, K. Cantelar, A. Hernández- Zanuy, B. Martínez-Daranas, R. del Valle, M. Abreu, M.E. Chávez, D. Muñoz, D. Ibarzabal, N. Capetillo, J.C. Martínez y J. Espinosa (2004): Corales y organismos asociados en aguas cubanas. *En: Corales pétreos, jardines sumergidos de Cuba*, Editorial Academia, España, pp: 127-229.
- Green, E. y A.W. Bruckner (2000): The significance of coral disease epizootiology for coral reef conservation. *Biological conservation* 96: 347- 361.
- Guardia, E. de la y G. González-Sansón (1997): Asociaciones de esponjas, gorgonias y corales de un arrecife en la costa noroccidental de Cuba.I: Variaciones espaciales del cubrimiento y la densidad. *Rev. Invest. Mar.* 18(3): 208-215.
- Guardia, E. de la y G. González-Sansón (2000): Asociaciones de esponjas, gorgonias y corales del sublitoral habanero al oeste de la Bahía de La Habana, 1: Gradiente ambiental. *Rev. Invest. Mar.* 21: 1- 3.
- Hernández-Muñoz, D. (2004): Monitoreo de las comunidades de octocorales del arrecife del Reparto Flores, La Habana, Cuba. Cuba, Universidad de La Habana, *Trabajo de Diploma*, 45 pp.
- Herrera, A. (1990): Efectos de la contaminación sobre las características de las comunidades bentónicas: El arrecife coralino. Cuba, Instituto de Oceanología, *Tesis doctoral*, 104 pp.
- Herrera, A. y P. Alcolado (1983): Clasificación numérica de las comunidades de gorgonáceos al oeste de la Bahía de La Habana. *Cien. Biol.* 12: 105-124.
- Herrera, A. y P. Alcolado (1987): Monitoreo de la contaminación mediante el análisis de la estructura comunitaria de los gorgonáceos. Cuba, *Simposio de Ciencias del Mar y VII Jornada Científica del Instituto de Oceanología*, Tomo 2, pp: 253-257.
- Herrera, A. y N. Martínez- Estalella (1987): Efectos de la contaminación sobre las comunidades de corales escleractíneos al oeste de la Bahía de La Habana. *Reporte de Investigación* 62: 1-29.
- Herrera, A., P. Alcolado y P. García-Parrado (1997): Estructura ecológica de las comunidades de gorgonáceos en el arrecife de Barrera del Rincón de Guanabo. *Avicennia* 6/7: 73-85.
- Jordán-Dahlgren, E. (1989): Efecto de la Morfología del Sustrato en el Desarrollo de la Comunidad Coralina. *An. Inst. Cienc. Mar y Limnol. Univ. Nac. Autón.* México. 16:105-118.

- Lanana, R., M. Ortiz y C. Varela (2001): Lista actualizada y bibliografía de los Celenterados (Cnidaria) y los Ctenóforos (Ctenophora), de aguas cubanas. *Revista Biología* 15(2): 158-169.
- Lopeztegui, A. (2002): Monitoreo del arrecife coralino del Rincón de Guanabo. Aplicación del Ref. Check y otros métodos complementarios. Trabajo de Diploma, Universidad de La Habana, Cuba. 46 pp.
- Ludwing, J.A. y J.F. Reynolds (1988): *Statistical ecology*. John Wiley, New York, xviii + 337 pp.
- Martínez-Estalella, N. (1986): Distribución y zonación de los corales cubanos (Scleractinia). Cuba, Instituto de Oceanología, *Reporte de Investigación* (46), 23 pp.
- Martínez-Estalella, N. y A. Herrera (1989): Estudio de la comunidad coralina del arrecife del Rincón de Guanabo, Cuba. Academia de ciencias de Cuba. Cuba, Instituto de oceanología, *Reporte de Investigación Inst. Oceanol.* (9), 28 pp.
- McClanahan, T.R. (2004): Phosphorous and nitrogen enrichment do not enhance brown frondose "macroalgae". *Marine Pollution Bulletin* 48:196- 199.
- Meesters, E.H., I. Wesseling y R.P.M. Bak (1996): Partial mortality in three species of reef- building coral and the relation with colony morphology. *Bull. Mar. Sci.* 58: 838- 852.
- Richardson, L. (1998): Coral diseases, What is really knowns? *Trens. Ecol. Fund* (13): 438-448.
- Steneck, R.S., J.C. Lang, P.A. Kramer, y R.N. Ginsburg (1997): AGRA, Rapid Assessment Protocol. Página web en: <http://coral.Amol.Noaa.Gov/agra/agr1.html>.
- Valdivia, A. y E. de la Guardia (2004): Estructura de la comunidad de corales en el arrecife costero de Boca de Canasí, La Habana, Cuba. *Rev. Invest. Mar.* 25(1):15-22.
- Weinberg, S. (1981): A Comparison of Coral Reef Survey Methods. *Bijdragen tot de Dierkunde* 51(2): 199-218.
- Zlatarski, N. y N. Martínez- Estalella (1980): *Escleractíneos de Cuba con los datos sobre los organismos asociados*. Bulgaria, Sofía, Editorial de la Academia de Ciencias de Bulgaria, 312 pp.

Aceptado: 7 de diciembre de 2005