

DIVERSIDAD DE CORALES PÉTREOS EN ONCE SITIOS DE BUCEO RECREATIVO DE “MARÍA LA GORDA”, CUBA.

Sergio González-Ferrer ^{1*}, Hansel Caballero ², Pedro M. Alcolado ¹, Andrés Jiménez ³, Félix Martín ⁴ y Dorka Cobián ⁵.

- (1) Instituto de Oceanología, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA). Ave 1ra No. 18406, Playa, CP 12100, Ciudad Habana, Cuba.
(2) Acuario Nacional de Cuba. Calle 1ra y 60, Playa, CP 11300, Ciudad Habana, Cuba.
(3) Centro de Investigaciones del Medio Ambiente (CITMA). Cisneros No. 105, Camagüey, Cuba.
(4) Centro de Investigaciones de Ecosistemas Costeros, Cayo Coco, Ciego de Ávila, Cuba.
(5) Parque Nacional Guanahacabibes, La Bajada, Pinar del Río, Cuba.
(*) Autor correspondiente: Email: azuladomarin@hotmail.com

RESUMEN

Se evaluaron 11 sitios de buceo de los arrecifes de “María la Gorda”, costa suroccidental de Pinar del Río, Cuba, en diciembre del año 2003. Se empleó el método del marco cuadrado de 1m de lado. Se encontraron 35 especies de corales pétreos. Las más abundantes fueron *Agaricia agaricites*, *Siderastrea siderea*, *Porites astreoides*, *Montastraea franksi* y *M. faveolata*. Los índices de riqueza de especies, heterogeneidad, y equitatividad fueron moderadamente altos a altos, lo que sugiere condiciones ambientales favorables y casi constantes. La densidad por estación resultó moderadamente alta e igualmente indica buenas condiciones para los corales pétreos. La comparación de los datos obtenidos en los sitios de buceo con la estación de referencia sugiere que no ha habido hasta el momento una merma de la diversidad y densidad de corales pétreos a causa de esta actividad. La dominancia de *Montastraea annularis* (*sensu lato*) alude a que no han existido en el área fenómenos de contaminación, mientras que la abundancia de las colonias de *Siderastrea siderea* pudiera ser un indicador de fenómenos de resuspensión de los sedimentos arrecifales. La alta diversidad de corales, los registros históricos de las tormentas, así como la protección que ofrece la Bahía de Corrientes ante los fenómenos meteorológicos, permiten suponer que han predominado durante siglo y medio los efectos favorables de las tormentas tropicales en las comunidades de corales pétreos estudiadas. No se encontraron enfermedades en los corales de las estaciones evaluadas.

Palabras claves: corales pétreos; diversidad; sitios de buceo; ASW, Cuba.

ABSTRACT

Eleven diving sites of Maria la Gorda's reefs, south-western coast of Pinar del Río, Cuba, were evaluated in December 2003. The methodology used was the quadrat of 1m a side. 35 coral species were found, being *Agaricia agaricites*, *Siderastrea siderea*, *Porites astreoides*, *Montastraea franksi* and *M. faveolata* the most abundant. The index of species richness, heterogeneity and equitability were moderately high to high, which suggests they had favourable and almost constant environmental conditions. Density per station resulted moderately high and indicates good environmental conditions to hard corals. Comparison between the obtained data and the reference station suggests that, due to this activity, no decrease of diversity and density of hard corals has occurred. The dominance of *Montastraea annularis* (*sensu lato*) suggests that there is no pollution in the area, while the abundant colonies of *Siderastrea siderea* can act as indicators of reefs sediment resuspension phenomena. High diversity of corals, storm historic records, and the protection the Bahía de Corrientes offers against meteorological events, allow us to think that favorable effects of tropical storms within the studied hard coral communities have predominated for about a century and a half. No coral diseases were found.

Key words: corals; diversity; diving sites; ASW, Cuba.

Gran parte de las investigaciones ecológicas de las últimas décadas han apuntado a un empeoramiento a escala regional de las condiciones ambientales de muchos ecosistemas marinos y en especial de los arrecifes coralinos (Wilkinson, 2000). Una parte de tal deterioro se asocia a menudo al crecimiento sustancial del turismo costero-marino, que se prevé ascenderá

sustancialmente en Cuba en los próximos años (Alcolado, 2004).

De ahí que uno de los principales retos de las ciencias marinas en la actualidad lo constituya la búsqueda de soluciones de manejo que permitan el desarrollo de este sector de la economía, a la vez que un mantenimiento o mejoramiento sustancial

de las condiciones ecológicas de los arrecifes coralinos, con vista a su uso sostenible. Entre los primeros pasos en este sentido debe estar el estudio de su biodiversidad y estado de salud, prestando especial atención a los corales pétreos, por ser el componente estructural primario de los arrecifes coralinos. A esto se suma la alta sensibilidad de estos organismos a las alteraciones de sus condiciones ambientales.

El lugar conocido como “María la Gorda”, en la costa del extremo suroccidental de la provincia Pinar del Río, se encuentra entre los 18 más destacados por el desarrollo del turismo de buceo contemplativo en arrecifes coralinos (Alcolado, 2004). En este trabajo se presenta, como línea base para futuros estudios, un inventario de la fauna de corales pétreos en los 10 sitios principales de buceo de María la Gorda, así como un análisis e interpretación de la diversidad y densidad de sus comunidades.

MATERIALES Y MÉTODOS

Zona de estudio

Los muestreos se realizaron en diciembre del 2003, en 11 estaciones ubicadas en María la Gorda, al este de la Bahía de Corrientes, en el extremo suroeste de la provincia de Pinar del Río (Fig. 1). De dichas estaciones, 10 se corresponden con los principales sitios de buceo de la Empresa “María la Gorda”, destinada al turismo subacuático. Ésta cuenta con un complejo habitacional y alrededor de 50 sitios de buceo. De las 10 estaciones siete se ubicaron sobre una elevación a manera de cresta en el borde de la terraza que colinda con el veril (umbral), dos se corresponden con terrazas rocosas poco profundas y la restante con un borde de terraza al pie de un veril poco profundo. Se consideró además una estación de muestreo como referencia para el caso de las estaciones en umbrales arrecifales, en un punto del arrecife donde no se practicaba el buceo.

Los arrecifes colindantes con el área de María la Gorda están relativamente protegidos de los vientos del norte, noreste y este por su posición a sotavento de tierra, y en alguna medida de los vientos del sur (Alcolado *et al.*, 2003). La zona costera es predominantemente cársica con pequeños segmentos de playa y los promedios anuales de lluvia oscilan entre 100 y 200 cm (Alcolado *et al.*, 2003). No existen ríos por lo que el escurrimiento terrígeno ocurre a través de manantiales subterráneos.

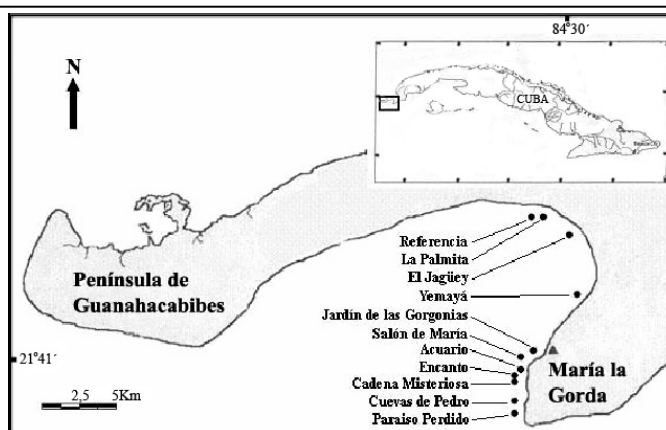


Fig. 1. Posición y nombre de las estaciones de muestreo en la Bahía de Corrientes, Cuba.

Los arrecifes son del tipo costero y su perfil característico generalmente es el de una terraza única (González-Ferrer *et al.*, 2004), que culmina en un escarpe profundo de estructura variada y gran arquitectura (Tabla 1).

Metodología y procesamiento de datos

Para el conteo de colonias se utilizó el método del marco cuadrado de 1 m de lado, recomendado por Weinberg (1981). Se evaluaron entre 25 y 28 marcos por estación, en grupos de aproximadamente 8 marcos por observador, alineados consecutivamente, paralelos a la costa y separados no menos de 5 m entre sí. Con los datos obtenidos mediante este método se conformó la lista de especies de corales pétreos (órdenes Capitata y Scleractinia) y se calculó sus abundancias relativas. Se realizaron curvas acumulativas de número de especies (S) contra número de colonias (N), lo que permitió comprobar que el tamaño de las muestras de cada estación fue suficiente. Se determinó el número de especies asintótico acumulado total (S) y para 200 colonias (S_{200}), el índice de heterogeneidad (H') de Shannon y Weaver (1949) y el de equitatividad (J') de Pielou (1975). La identificación de los corales pétreos (González-Ferrer, 2004) se realizó *in situ* mediante buceo autónomo.

Se calculó la densidad de colonias en cada estación, así como de las especies de corales más abundantes en la zona. Se aplicó un análisis de varianza unifactorial (ANOVA) para comprobar la existencia de diferencias significativas entre las densidades de las estaciones sobre umbrales arrecifales. Para determinar la diferencia entre las estaciones se aplicó la prueba de Student Newman

Tabla 1. Posición y características generales de las estaciones de muestreo, en orden de sur a norte.

ESTACIÓN	SIGLAS	LATITUD	LONGITUD	PROFUNDIDAD	DESCRIPCIÓN
Paraíso Perdido	PP	21° 46. 154' N	084° 31. 372' W	12 y 15 m	Umbral de 2 a 3 m de altura sobre la terraza, bastante homogéneo, con grietas fundamentalmente en su parte frontal.
Cuevas de Pedro	CP	21° 46. 573' N	084° 31. 227' W	10 y 11 m	Umbral de 10 m de altura con abundantes grietas y túneles.
Cadena Misteriosa	CM	21° 47. 349' N	084° 31.115' W	6 y 8 m	Umbral de alrededor de 10 m de altura sobre la terraza, de estructura irregular y abundantes grietas.
El Encanto	EN	21° 47. 690' N	084° 31. 039' W	9 y 11 m	Umbral de 10 m de altura de estructura irregular y abundantes grietas.
Acuario	AC	21° 47. 776' N	084° 30. 875' W	5 y 7 m	Terraza rocoso arenosa de poca inclinación, presenta cabezos alargados dispuestos paralelamente a la costa con un irregular relieve.
Salón de María	SM	21° 48. 659' N	084° 30. 694' W	18 y 20 m	Borde de la terraza arrecifal con abundantes grietas que colinda con un veril que se encuentra a cierta distancia del escarpe profundo.
Jardín de las Gorgonias	JG	21° 48. 672' N	084° 30. 697' W	6 y 9 m	Terraza rocosa con abundantes gorgonias, corales más o menos agrupados y parches coralinos, precedida por un fondo arenoso con cabezos alargados.
Yemayá	YE	21° 50. 050' N	084° 29. 468' W	10 y 12 m	Umbral de alrededor de 10 m de altura sobre la terraza, con abundantes grietas y túneles que lo hacen muy irregular.
El Jagüey	JA	21° 54. 617' N	084° 28. 483' W	8 y 10 m.	Umbral que se eleva por encima del nivel de la terraza con grandes montículos de coral, grietas y otras irregularidades.
La Palmita	PA	21° 55. 467' N	084° 29. 967' W	13 y 15 m	Umbral con grandes montículos de coral, grietas y otras irregularidades.
Referencia	RE	21° 55. 517' N	084° 30. 200' W	12 y 14 m	Umbral de estructura irregular. La posición de esta estación fue escogida al azar y no se relaciona con ninguno de los sitios destinados a la inmersión turística.

Keuls (SNK) con un índice de significación de 0.05. Se comprobó que los datos cumplieran la normalidad y homogeneidad de varianza a partir de la relación de Taylor (1961), según Elliot (1971). Fue necesario transformar las densidades mediante la raíz cuadrada. Todos los datos se calcularon utilizando el programa Statistica 5.0.

RESULTADOS

Se observó un total de 35 especies de corales pétreos, las que se distribuyen en 2 órdenes, 11 familias y 19 géneros (Tabla 2).

Las especies dominantes fueron *Agaricia agaricites*, *Siderastrea siderea*, *Porites astreoides*, *Montastraea franksi* y *M. faveolata* (Tabla 3).

El número de especies (S) osciló entre 17 y 23, encontrándose el mayor valor en la estación Cuevas de Pedro. El índice de Heterogeneidad de Shannon (H') superó los 2,2 natios en todas las estaciones; con un máximo de 2,6 natios en Paraíso Perdido. La equitatividad (J') estuvo por encima de 0,75 en la mayoría de los casos (Tabla 4).

El análisis de varianza de la densidad entre estaciones y entre especies más abundantes revela diferencias significativas (Figs 2 y 3). La mayor densidad se halló en Cuevas de Pedro (10, 7 col/m²) y la menor en el Jardín de las Gorgonias (7,6 col/m²). Igualmente, en el análisis de la densidad de las especies más abundantes sobre el umbral, la prueba de SNK no muestra una clara tendencia espacial en cuanto a la distribución de las estaciones, según la variación de sus valores medios.

No se observó ninguna enfermedad en las colonias de corales pétreos de las estaciones estudiadas.

DISCUSIÓN

El número de especies obtenido de la relación asintótica entre los valores acumulados de S y N se puede considerar alto, en comparación con los de otras localidades de Cuba realizados con el mismo método de muestreo, a profundidades y zonas ecológicas similares (Herrera y Martínez, 1987; Herrera, 1990; de la Guardia y González-Sansón, 1997; González, 1999; González-Ferrer *et al.*, 2000, 2003). De un valor de S₂₀₀ superior a los encontrados en las estaciones Paraíso perdido (PP: S₂₀₀=22) y Cuevas de Pedro (CP: S₂₀₀=23) sólo se tiene referencia para Cuba en Bahía de Cochinos

(S₂₀₀=25), costa sur de Matanzas (González-Ferrer *et al.*, 2003).

Los valores de heterogeneidad y equitatividad en las estaciones poco profundas Acuario (AC) y Jardín de Gorgonias (JG) se pueden considerar relativamente altos y reflejan condiciones ambientales moderadamente favorables y casi constantes para los corales según el esquema propuesto por Preston y Preston (1975). En las estaciones próximas o colindantes con el escarpe profundo, el valor de heterogeneidad resultó moderadamente alto en la estación Salón de María (SM), alto en las estaciones Cadena Misteriosa (CM), Encanto (EN), Cuevas de Pedro (CP), Yemayá (YE), El Jagüey (JA), La Palmita (PA), Referencia (RE) y muy alto en la estación Paraíso Perdido (PP), lo que según dicho esquema apunta a que han existido condiciones ambientales favorables en estos arrecifes. A su vez, los datos de equitatividad se pueden considerar de moderadamente altos a altos en sentido general, lo que sugiere condiciones ambientales casi constantes (Preston y Preston, 1975).

Se ha descrito una alta diversidad de corales pétreos, similar a la del presente trabajo, en el borde externo de la terraza arrecifal entre Playa Larga-Playa Girón (Bahía de Cochinos, centro-sur de Cuba; (González-Ferrer *et al.*, 2003; Caballero *et al.*, 2004). Estos arrecifes tienen condiciones geográficas y de relieve muy parecidas (arrecifes costeros de terraza estrecha, poco profunda y escarpe abrupto, protegidos en el interior oriental de una bahía), lo que debe haber favorecido el desarrollo de los corales pétreos y la compleja arquitectura generada por los mismos a pesar de la poca profundidad. Estos lugares están protegidos por la tierra firme de los frentes fríos invernales y vientos dominantes con componente del este. Además, por su condición de bahías son generalmente mucho menos afectados por las tormentas tropicales que otros arrecifes más expuestos del sur de Cuba.

En el caso de María La Gorda, si consideramos las trayectorias de los eventos meteorológicos en un radio de aproximadamente 100 Km, se observa que entre 1851 y 2003 el área estudiada fue principalmente afectada por unas 90 tormentas. De estas, 53 fueron depresiones o tormentas tropicales y sólo 37 tuvieron categoría de huracán a su paso sobre la zona (dieciséis huracanes categoría 1, nueve categoría 2, nueve categoría 3, dos categoría 4 y uno categoría 5, de acuerdo con la escala Saffir-Simpson; INSMET, 2006; UNISYS,

Tabla 2. Lista de las especies de corales observadas en las 11 estaciones.

Phylum CNIDARIA	
Clase Hidrozoa	
Orden Capitata	
Familia Milleporidae	<i>Millepora alcicornis</i> Linnaeus, 1758
Clase Anthozoa	
Subclase Hexacorallia	
Orden Scleractinia	
Familia Acroporidae	<i>Acropora cervicornis</i> (Lamarck, 1816)
Familia Agariciidae	<i>Agaricia agaricites</i> (Linnaeus, 1758) <i>Agaricia fragilis</i> Dana, 1846 <i>Agaricia grahamae</i> Wells, 1973 <i>Agaricia humilis</i> Verrill, 1902 <i>Agaricia lamarcki</i> M. Edwards y Haime, 1851 <i>Agaricia tenuifolia</i> Dana, 1846 <i>Leptoseris cucullata</i> (Ellis y Solander, 1786)
Familia Astrocoeniidae	<i>Stephanocoenia intersepta</i> (Lamarck, 1816)
Familia Caryophylliidae	<i>Eusmilia fastigiata</i> (Pallas, 1766)
Familia Faviidae	<i>Colpophyllia natans</i> (Houttuyn, 1772) <i>Diploria labyrinthiformis</i> (Linnaeus, 1758) <i>Diploria strigosa</i> (Dana, 1846) <i>Favia fragum</i> (Esper, 1795) <i>Manicina areolata</i> (Linnaeus, 1758) <i>Montastraea annularis</i> (Ellis y Solander, 1786) <i>Montastraea cavernosa</i> Linnaeus, 1767 <i>Montastraea faveolata</i> (Ellis y Solander, 1786) <i>Montastraea franksi</i> (Gregory, 1895)
Familia Meandrinidae	<i>Dichocoenia stokesi</i> M. Edwards y Haime, 1848 <i>Meandrina meandrites</i> (Linnaeus, 1758)
Familia Mussidae	<i>Isophyllia rigida</i> (Dana, 1846) <i>Mycetophyllia aliciae</i> Wells, 1973 <i>Mycetophyllia danana</i> M. Edwards y Haime, 1849 <i>Mycetophyllia ferox</i> Wells, 1973 <i>Mycetophyllia lamarckiana</i> M. Edwards y Haime, 1848 <i>Scolymia cubensis</i> M. Edwards y Haime, 1849
Familia: Pocilloporidae	<i>Madracis decactis</i> (Lyman, 1859) <i>Madracis mirabilis</i> (Lyman, 1859)
Familia: Poritidae	<i>Porites astreoides</i> Lamarck, 1816 <i>Porites furcata</i> Lamarck, 1816 <i>Porites porites</i> (Pallas, 1766)
Familia Siderastreidae	<i>Siderastrea radians</i> (Pallas, 1766) <i>Siderastrea siderea</i> (Ellis y Solander, 1786)

Tabla 3. Dominancia (%) de las especies de coral, por estación y para el arrecife en general (total). PP: Paraíso Perdido, CP: Cuevas de Pedro, CM: Cadena Misteriosa, EN: Encanto, AC: Acuario, SM: Salón de María, JG: Jardín de las Gorgonias, YE: Yemayá, JA: Jagüey, PA: La Palmita y RE: Referencia.

	PP	CP	CM	EN	AC	SM	JG	YE	JA	PA	RE	Total
<i>Agaricia agaricites</i>	24,2	29,2	25,3	16,0	27,3	15,0	18,6	22,7	17,7	20,5	17,0	21,7
<i>Siderastrea siderea</i>	15,1	6,4	16,0	24,7	16,1	34,7	38,6	12,8	11,7	11,4	29,6	19,6
<i>Porites astreoides</i>	6,4	10,5	15,1	3,3	16,5	5,2	5,9	10,8	18,5	14,2	16,1	11,4
<i>Montastraea franksi</i>	7,3	6,4	4,0	10,7	4,1	5,7	7,3	15,3	12,9	8,7	5,7	8,1
<i>Montastraea faveolata</i>	5,5	3,4	4,4	9,1	2,5	6,2		14,8	8,5	7,3	5,7	6,1
<i>Millepora alcicornis</i>	1,8	10,5	2,7	7,0	6,6	8,8	10,5	4,4	3,6	2,3	3,0	5,7
<i>Montastraea annularis</i>	5,9	5,2	9,8	4,1	6,2	1,0	0,5	3,9	7,7	2,3	3,5	4,7
<i>Stephanocoenia intersepta</i>	3,7	1,5	3,1	3,3	2,5	9,3	5,0	7,4	3,6	5,0	3,9	4,3
<i>Porites porites</i>	6,4	9,4	4,4	1,2	2,5		0,9	0,5	3,2	3,2	4,8	3,5
<i>Porites furcata</i>	1,8	3,7	0,4	1,6	2,1	1,0	1,8	1,0	3,2	12,8	0,4	2,8
<i>Montastraea cavernosa</i>	2,3	1,1	2,2	3,3	3,7	2,6	2,3	2,5	2,4	1,8	3,5	2,5
<i>Meandrina meandrites</i>	0,5	1,9	0,4	3,7	1,7	1,6	1,8	0,5	1,2	1,4	3,0	1,7
<i>Madracis decactis</i>	3,2	3,0			0,8	5,7	2,7		1,6	1,4	0,4	1,7
<i>Dichocoenia stokesi</i>	3,7	0,7	4,4	1,6	0,4	0,5	0,5	1,0	0,4		0,9	1,3
<i>Agaricia humilis</i>				2,9	5,4	0,5	0,9					0,9
<i>Diploria labyrinthiformis</i>	0,9	0,4	2,7	2,1	0,4		0,5	0,5	1,2	0,5		0,8
<i>Diploria strigosa</i>	2,3		0,9	1,6	0,4		0,5		0,4	0,5		0,6
<i>Eusmilia fastigiata</i>	2,3	0,7		1,2			0,5		0,4	0,9	0,4	0,6
<i>Colpophyllia natans</i>	0,5	1,1						1,0	0,4	2,3	0,4	0,5
<i>Acropora cervicornis</i>		0,4	1,3		0,4		0,5			2,3		0,4
<i>Leptoseria cucullata</i>	3,2	0,7									0,9	0,4
<i>Agaricia tenuifolia</i>	0,9	2,6	0,4		0,4							0,4
<i>Mycetophyllia lamarckiana</i>	1,8		0,4								0,4	0,2
<i>Agaricia lamarcki</i>	0,5			0,8		0,5		0,5				0,2
<i>Mycetophyllia danaana</i>		0,4					0,5		0,4		0,4	0,2
<i>Agaricia grahamae</i>				1,6								0,2
<i>Isophyllia rigida</i>			0,9				0,5					0,1
<i>Manicina areolata</i>			0,4						0,8			0,1
<i>Mycetophyllia ferox</i>										1,4		0,1
<i>Siderastrea radians</i>			0,4									0,1
<i>Scolymia cubensis</i>							1,0					0,1
<i>Agaricia fragilis</i>		0,4										0,0
<i>Madracis mirabilis</i>		0,4										0,0
<i>Mycetophyllia aliciae</i>						0,5						0,0
<i>Favia fragum</i>								0,5				0,0

2006; NWS, 2006). La alta diversidad de corales pétreos encontrada en el presente estudio, el predominio de tormentas de poca magnitud y lo esporádico de los huracanes de gran intensidad, así como la protección que ofrece la Bahía de Corrientes, limitando o atenuando las consecuencias devastadoras de algunos de estos fenómenos meteorológicos, indican que han predominado durante siglo y medio los efectos favorables de las tormentas tropicales en las comunidades de corales pétreos estudiadas.

La densidad por estación resultó moderadamente alta y aunque las especies dominantes poseen estructuras masivas, resistentes al oleaje y al daño mecánico, existe también una buena representación de otras especies ramosas o laminares, más frágiles. Altos valores de diversidad y densidad sugieren que podrían existir en las estaciones evaluadas abundantes reclutas y/o tallas pequeñas en casi todas o buena parte de las especies, aspecto este que deberá ser evaluado en futuros trabajos. Esta es una condición frecuente

Tabla 4. Índices de diversidad en las estaciones de muestreo. PP: Paraíso Perdido, CP: Cuevas de Pedro, CM: Cadena Misteriosa, EN: Encanto, AC: Acuario, SM: Salón de María, JG: Jardín de las Gorgonias, YE: Yemayá, JA: Jagüey, PA: La Palmita y RE: Referencia.

Estaciones	PP	CP	CM	EN	AC	SM	JG	YE	JA	PA	RE
Número de especies (S)	22	23	21	19	19	17	20	17	20	19	19
Heterogeneidad de Shannon y Weaver (H')	2,60	2,45	2,37	2,47	2,29	2,15	2,04	2,23	2,42	2,46	2,22
Equitatividad de Pielou (J')	0,84	0,78	0,78	0,84	0,78	0,76	0,68	0,79	0,81	0,84	0,75
Número total de colonias (N)	219	267	225	243	242	193	220	203	248	219	230
Cantidad de unidades de muestreo	25	25	24	25	25	25	29	25	25	25	26
Profundidad de la estación en metros	12-15	10-11	6-8	9-11	5-7	18-20	6-9	10-12	8-10	13-15	12-14

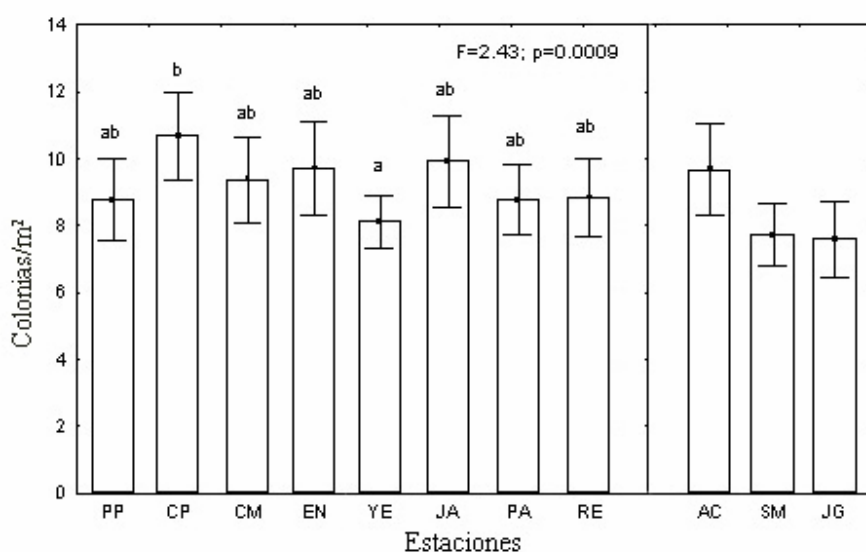


Fig. 2. Densidad (\pm error estándar) de colonias de corales pétreos por estaciones. Las letras sobre las barras representan los resultados de la prueba SNK, para el caso de las estaciones sobre umbrales arrecifales. PP: Paraíso Perdido, CP: Cuevas de Pedro, CM: Cadena Misteriosa, EN: Encanto, YE: Yemayá, JA: Jagüey, PA: La Palmita, RE: Referencia, AC: Acuario, SM: Salón de María y JG: Jardín de las Gorgonias.

en el borde de algunas terrazas y escarpes a menos de 20 m de profundidad, en ambientes estables, al parecer asociada a un efecto moderado de los parámetros abióticos; a diferencia de otras zonas ecológicas donde la estabilidad promueve el crecimiento de las especies más resistentes o favorece sustancialmente el dominio de aquellas que resultan competitivamente más fuertes.

A su vez, los datos de las estaciones muestreadas en umbrales, comparados con los de la estación de referencia, indican que no ha existido hasta el momento una merma de la diversidad y densidad de corales pétreos causada por la actividad de

buceo. Sin embargo, dado que el uso de estos arrecifes con fines turísticos es relativamente reciente y aún poco intenso, es probable que en futuros trabajos se pueda observar el efecto del buceo a través de indicadores de impactos más específicos para esta actividad. Los índices de diversidad y densidad en estas comunidades más bien reflejan condiciones ecológicas que responden a factores de mayor escala espacio-temporal de favorabilidad y pronosticabilidad ambiental.

La abundancia de *Montastraea annularis* (*sensu lato*) alude a que el área no ha sido afectada por eventos de contaminación. Esta afirmación no sólo

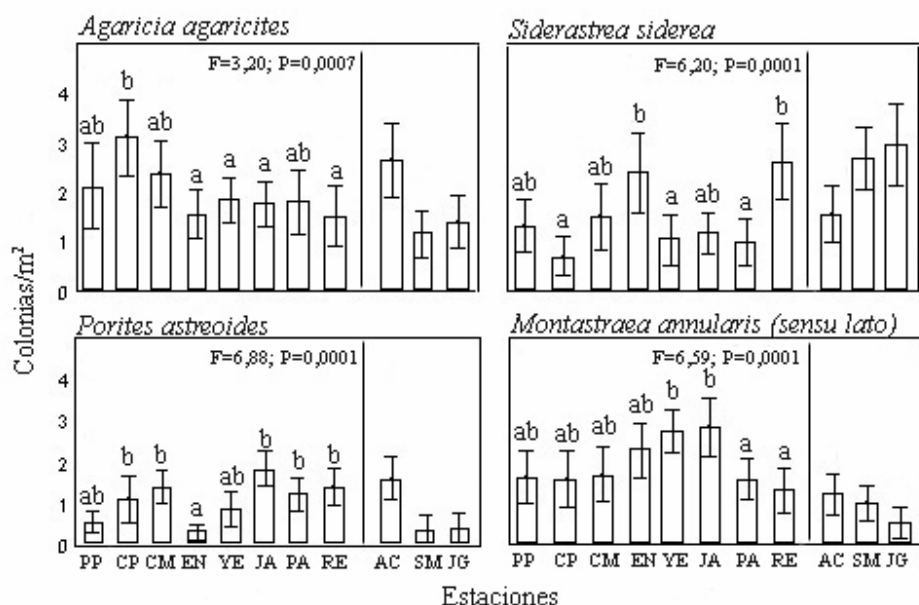


Fig. 3. Densidad (\pm error estándar) de las especies más abundantes de corales pétreos. Las letras sobre las barras representan los resultados de la prueba SNK, para el caso de las estaciones sobre umbrales arrecifales. PP: Paraíso Perdido, CP: Cuevas de Pedro, CM: Cadena Misteriosa, EN: Encanto, YE: Yemayá, JA: Jagüey, PA: La Palmita, RE: Referencia, AC: Acuario, SM: Salón de María y JG: Jardín de las Gorgonias.

se apoya en el hecho de que este complejo de especies ha sido considerada muy sensible al efecto de los sedimentos y otros contaminantes (Acevedo *et al.*, 1989; Herrera, 1990; Acevedo y Morelock, 1998), sino también teniendo en cuenta sus características reproductivas, ya que al parecer se trata de especies desovadoras con sólo un evento anual de reproducción (Richmond, 1997). *Agaricia agaricites* también ha sido considerada una especie muy sensible a la influencia de sedimentos (Acevedo *et al.*, 1989; Herrera, 1990; Acevedo y Morelock, 1998), lo que, teniendo en cuenta su abundancia, apoya la hipótesis anterior. Sin embargo, ésta, al igual que *Porites astreoides*, son especies incubadoras, liberadoras de plánulas y de mayor frecuencia reproductiva (Richmond, 1997) todo lo que favorece la supervivencia de la descendencia así como incrementa la probabilidad de reclutamiento del substrato disponible. Esto se ha considerado pudiera justificar la abundancia de estas especies, incluso ante valores elevados de mortalidad antigua (Rodríguez y Lira, 2005).

Si bien no parecen haber existido eventos importantes de sedimentación terrígena, debe existir en alguna medida resuspensión de

sedimentos arrecifales locales, ocasionada por los fuertes vientos del sur y tormentas del Caribe que afectan la zona una parte del año (teniendo en cuenta que existen sobre la terraza arrecifal abundantes arenales). Esto podría tener relación con la alta densidad de colonias de *Siderastrea siderea*; especie adaptada a la remoción de sedimentos y tolerante a ambientes turbios (Bak, 1978), lo que le permite dominar ambientes sometidos a este tipo de estrés a pesar (de acuerdo con Richmond, 1997) de su condición de especie desovadora de frecuencia anual.

A la luz de las nuevas evidencias en torno a las características reproductivas y fisiológicas de los corales pétreos, y sin perder de vista lo azaroso de los procesos de reclutamiento y supervivencia de las colonias jóvenes, es prudente que la eficiencia de aquellas especies consideradas indicadores ecológicas no sólo se justifique por sus valores de dominancia.

REFERENCIAS

Acevedo, R y J. Morelock (1988): Effects on terrigenous sediment influx on coral reef zonation

- in southwestern Puerto Rico. *Proc. 6th Int. Coral Reef Sym.*, 3: 189-193.
- Acevedo, R., J. Morelock y R.A. Olivieri (1989): Modification of coral reef zonation by terrigenous sediment strees. *Research Letters. Palaios*, Vol.4: 92-100.
- Alcolado, P.M., B. Martínez-Daranas, G. Menéndez-Macía, R. del Valle, M. Hernández y T. García (2003): Rapid assesment of coral communities of María La Gorda, southeas Ensenada de Corrientes, Cuba (part1: stony coral and algae). *Atoll Research Bulletin* 496: 268-277.
- Alcolado, P.M. (2004): El turismo en Cuba y los arrecifes coralinos. En: *Corales Pétreos, jardines sumergidos de Cuba* (S. González-Ferrer, ed.), Instituto de Oceanología, Editorial Academia, Habana, 318 pp.
- Bak, R.P.M. (1978): Lethal and sublethal effects of dredging on reef corals. *Mar. Poll. Bull.*, 9:14-16.
- Caballero, H., G. Varona y J. García (2004): Estructura ecológica de las comunidades de corales de la costa oriental de Bahía de Cochinos, Cuba. *Rev. Invest. Mar.* 25(1): 23-36.
- Elliot, J.M. (1971): Some methods of the statistical analysis of samples of benthic invertebrates. *Fresh Water Biological Assosiation, Scientific Publication* (25), 144 pp.
- González-Díaz, S.P. (1999): Comunidades de esponjas, corales y gorgonias en un arrecife coralino costero de Ciudad de La Habana. Universidad de La Habana, *Trabajo de Diploma*, 33 pp.
- González-Ferrer, S. (ed.) (2004): Catálogo de los corales hermatípicos de aguas cubanas. En: *Corales pétreos, jardines sumergidos de Cuba* (S. González-Ferrer, ed.), Instituto de Oceanología, Editorial Academia, Habana, 318 pp.
- González-Ferrer, S., S. Lorenzo-Sánchez y S. Cerdeira-Estrada (2004): Arrecifes coralinos. En: *Corales pétreos, jardines sumergidos de Cuba* (S. González-Ferrer, ed.), Instituto de Oceanología, Editorial Academia, Habana, 318 pp.
- González-Ferrer, S., Guardia, E. de la y P. Alcolado (2000): Estructura ecológica de tres comunidades de corales frente al litoral norte de las provincias: La Habana y Ciudad de La Habana, y su relación con el impacto urbano costero. *5to Congreso de Ciencias del Mar* (MarCuba 2000), 12 pp.
- González-Ferrer, S., A. Silva, A. Lopeztegui y P. Alcolado-Prieto (2003): Comunidades de corales frente a: Cueva de los Peces, costa sur de la provincia Matanzas, Cuba. *6to Congreso de Ciencias del Mar* (MarCuba 2003), 13 pp.
- Guardia, E. de la y G. González-Sansón (1997): Asociaciones de esponjas gorgonias y corales de un arrecife en la costa noroccidental de Cuba. III: Variaciones espaciales de la diversidad. *Rev. Invest. Mar.* 18(3): 216-222.
- Herrera, A. (1990): *Efectos de la contaminación sobre las características de las comunidades bentónicas: el arrecife coralino*. Cuba, Instituto de Oceanología, *Tesis doctoral*, 102 pp.
- Herrera-Moreno, A. y N. Martínez-Estalella (1987): Efectos de la contaminación sobre las comunidades de corales escleractineos al Oeste de la Bahía de la Habana. *Rep. Inv. Inst. Oceanol.*, Acad. Cien. Cuba, 62: 1-29.
- INSMET (2006): Instituto de Meteorología de Cuba. Ciclones tropicales, resumen de temporada. Consulta: 20 jul. 2006 <http://www.insmet.cu>
- NWS (2006): National Weather Services. Tropical Prediction Center. NHC/TPC Archive of Hurricane Seasons. Consulta: 20 jul. 2006 <http://www.nhc.noaa.gov/pastall.shtml>
- Pielou, E.C. (1975): *Ecological Diversity*. Wiley Interscience. New York. 159 pp.
- Preston, E.M. y J.L. Preston (1975): Ecological structure in e West Indian gorgonian fauna. *Bull. Mar. Sci.*, 25: 248-258.
- Richmond, R.H. (1997): Reproduction and Recruitment in Corals: Critical Links in the Persistence of Reefs En: *Life and Death of Coral Reefs* (C. Birkeland, ed.), Chapman and Hall, New York, pp:175-197.
- Rodriguez, S. y C. Lira (2005): Estado Actual de algunos Arrecifes de Isla la Tortuga, Venezuela. Venezuela, *Congreso Latinoamericano de Ciencias Marinas* (COLACMAR), 5 pp.
- Shannon, C.E. y W. Weaver (1949): *The Mathematical Theory of Communication*. University of Illinois Press, Urbana, 117 pp.

Taylor, W.R. (1961): Aggregation variance and the mean. *Nature* 189 (4766):732-735.

UNISYS (2006): Atlantic Tropical Storm Tracking by Year Unisys from Tropical Prediction Center Best Track Reanalysis. Consulta: 20 jul. 2006 <http://weather.unisys.com/hurricane/atlantic/>

Weinberg, S. (1981): A comparison of Coral Reef Survey Methods. *Bijdragen tot de Dierkunde* 51(2): 199-218.

Wilkinson, C. (ed.) (2000): *Status of coral reefs of the world*. Australian Institute of Marine Science. Queensland, Australia, 363 pp.

Aceptado: 13 de enero de 2007