

CARACTERIZACIÓN DE LA COMUNIDAD DE CORALES Y ESTIMACIÓN DEL EFECTO DEL BUCEO RECREATIVO EN GUAJIMICO, REGIÓN SURCENTRAL DE CUBA.

Elena de la Guardia

Centro de Investigaciones Marinas, Universidad de La Habana, Calle 16 No. 114, Playa, CP 11300, Ciudad Habana, Cuba. Email: edelaguardia@cim.uh.cu

RESUMEN

Para caracterizar la comunidad de corales en Guajimico y detectar el posible efecto del buceo recreativo sobre ellos, se realizó una evaluación en febrero del 2003. Los muestreos se efectuaron entre 5 y 20 m de profundidad con transecto lineal de 10 m. Las 14 estaciones de muestreo se seleccionaron de acuerdo al hábitat y la intensidad de uso. Se identificaron 25 especies de coral, y el cubrimiento del sustrato por corales vivos alcanzó entre 20 y 35%. La densidad promedio de colonias varió entre 19 y 15 col/10 m y sus diámetros medios variaron entre 30 y 50 cm. Aproximadamente el 30% de la superficie de las colonias se vio afectado por mortalidad antigua y menos del 2% por mortalidad reciente. Entre el 15 y el 20% de las colonias mostraron signos de enfermedades, siendo la plaga blanca la más común. Los indicadores ecológicos no revelaron que las actividades de buceo SCUBA afectaran los arrecifes de coral en el área de estudio.

Palabras claves: corales; impacto; buceo recreativo; ASW, Cuba.

ABSTRACT

To characterize coral community at Guajimico and to detect the possible effect of recreational diving, a survey was done in February 2003. Sampling was done from 5 to 25 m deep with a 10 m transect line. The 14 sampling stations were selected according to the type of habitat and diving intensity. Twenty five species of coral were identified and live coral cover reached between 20% and 35%. Average colony density varied from 19 to 15 col./10 m and their mean diameter ranged between 30 and 50 cm. Approximately 30% of colony surface was affected by old mortality and less than 2%, by recent mortality. Fifteen to 20% of colonies showed signs of diseases, being white plague the most common. Ecological indicators did not show negative effects of SCUBA diving activities over coral reefs in the study site.

Key words: coral; impact; recreational diving; ASW, Cuba.

El desarrollo de las actividades náuticas, y entre ellas el buceo contemplativo, es una línea de alta prioridad para el Ministerio del Turismo de Cuba. En Guajimico, una villa turística ubicada en la región sur central de Cuba, con grandes valores naturales, se comenzó a ejecutar buceo recreativo en 1996. Comparada con los estándares internacionales esta zona tiene en la actualidad muy baja intensidad de uso (Hawkins *et.al*, 1999; Schleyer y Tomalin, 2000). En ella operan tres empresas de buceo con un promedio de 15-30 buzos semanales, pero existen planes de intensificar el buceo. Observaciones cualitativas han revelado la presencia de colonias de coral muertas totalmente, enfermedades y mortalidad reciente en corales y sobrecrecimiento de algas en determinadas zonas. Estos son algunos de los efectos negativos que el buceo puede llegar a tener en zonas con alta intensidad de uso (Hawkins y Roberts, 1997; Hawking *et.al*, 1999).

El objetivo de este trabajo fue realizar estudios cuantitativos de la comunidad de corales en los arrecifes de esta zona de buceo y, a la vez, verificar si los indicadores ecológicos de salud de corales reflejaban en alguna medida el impacto del buceo. Los resultados tienen importancia porque constituyen la línea base cuando aun no existe una alta intensidad de buceo en la zona y pueden servir como apoyo para el diseño y la ejecución de un programa de monitoreo destinado a evaluar la efectividad de los límites de capacidad de carga de buceo establecidos por las regulaciones nacionales.

Área de estudio

El área de estudio fue la zona de buceo del Centro turístico de Guajimico, tramo de costa desde Punta del Diablo (21° 57'54" N y 80° 21'17" W) hasta la desembocadura del Río San Juan (21° 53' 11" N y

80° 16' 02" W). Esta zona tiene gran accesibilidad y esta situada en la cercanía de dos ciudades costeras importantes, Cienfuegos (a 42 km) y Trinidad (a 40 km). Debido a esto, el principal impacto humano que la afecta es la sobrepesca. La plataforma submarina en la zona de estudio se caracteriza por profundidades de 6 a 60 m, con predominio de explanadas rocosas con corales aislados y formaciones de camellones (Guardia, 2005). La zona se caracteriza por el predominio de calmas y vientos del SE, corrientes con dirección W-NW, temperatura promedio del mar entre 25 y 29°C, salinidad media de 37.2 ppm y visibilidad promedio de 15-20 m.

MATERIALES Y MÉTODOS

En febrero y abril del 2003 se realizaron muestreos en 14 estaciones seleccionadas según el tipo de biotopo (cabezos 5-8m, camellones, 12-15m y camellones 18-30m) y la intensidad de uso para buceo (Tabla 1). Para definir la intensidad de uso para buceo se utilizaron las estadísticas del Centro de Buceo de Guajimico. Se consideraron con Mayor Uso los sitios que reciben entre una y tres visitas semanales (cada visita con 10 buceadores como promedio). Se consideraron con Menor Uso los sitios visitados menos de dos veces por mes.

Para el estudio del porcentaje de cubrimiento del sustrato por corales vivos, de la composición por especies y la densidad de corales, se analizaron 47 transectos lineales de 10 m distribuidos al azar dentro de las estaciones (3 ó 4 por estación). A cada colonia de coral interceptada por el transecto (mayores de 10 cm) se le determinó la especie, el diámetro plano máximo, el porcentaje de su superficie afectada por mortalidad antigua y reciente, la incidencia de blanqueamiento o enfermedades y la presencia de daños mecánicos.

Se comprobó la existencia de normalidad y homogeneidad de varianza para cada uno de los indicadores. La significación estadística de las diferencias observadas entre las medias se verificó con un ANOVA unifactorial según se describe en Zar (1996) con nivel de significación <0.05. Se aplicó SNK como prueba para la comparación de medias de rangos múltiples. Todos los cálculos se realizaron mediante el programa STATISTICA 5.0 (StatSoft, 1995) soportado en Windows 98.

RESULTADOS

Se contaron 806 colonias de corales pétreos y se identificaron 25 especies. De ellas, 15 representan

el 95% del total de colonias contadas y las más abundantes pertenecen a los géneros *Siderastraea*, *Montastraea*, *Porites*, *Diploria* y *Agaricia*. Se observó una tendencia a la variación en la composición por especies entre biotopos. *Diploria strigosa*, *Montastraea annularis* y *Montastraea cavernosa* fueron más abundantes en los cabezos, mientras que *Agaricia agaricites*, *Montastraea faveolata* y *Montastraea franksi* lo fueron en camellones. No se observaron grandes diferencias en el porcentaje de abundancia numérica de las especies en relación con la intensidad de uso. No obstante, *S. siderea*, *D. strigosa* y *M. cavernosa*, fueron ligeramente menos abundantes en las estaciones de mayor uso, a la vez que *M. annularis* y *M. faveolata* fueron mas abundantes en esas estaciones (Tabla 2 y Fig. 1).

La especies que mayores tallas alcanzaron fueron *M. faveolata*, con diámetro medio cercano a 1m y *M. franksi*, *M. annularis*, *D. strigosa* y *Colpophyllia natans* con tallas medias iguales o superiores a los 50cm, Las especies más afectadas por mortalidad antigua fueron *Acropora cervicornis*, *Porites porites*, *C. natans* y *M. cavernosa*, con promedios de superficie muerta que oscilan de 20-70%. El porcentaje de superficie afectada por mortalidad reciente fue menor del 2% para el arrecife y las especies más afectadas por ella fueron *A. agaricites*, *Mycetophyllia* spp., *Meandrina meandrites* y *Stephanocoenia* sp. La mortalidad reciente en su mayoría estuvo provocada por la plaga blanca (Tabla 2).

Además de la plaga blanca, se observó: banda negra (sólo en estaciones de alto uso), manchas oscuras (más frecuente en estaciones de no uso), puntos blancos y banda amarilla. La frecuencia de colonias enfermas tendió a ser superior en las estaciones con más alto uso para buceo (Tabla 3). No se detectó incidencia significativa de blanqueamiento, excepto en *S. siderea* (cerca del 30% de las colonias con coloración azulosa) y *D. strigosa* (8% de las colonias con coloración pálida parcial).

El cubrimiento del sustrato por corales vivos varió entre 20 y 35% y el promedio de superficie afectada por mortalidad reciente, entre 4 y 0.1. Ninguno de estos indicadores mostró diferencias entre estaciones (ni entre biotopos, ni según la intensidad de uso). La densidad promedio de corales osciló entre 26 y 12 col/10 m, la mayor densidad se encontró en cabezos con baja intensidad de uso. El diámetro promedio de los corales varió entre 30 y 60 cm y fue superior en los

Tabla 1. Estaciones de muestreo y tamaño de muestra para el estudio de la comunidad de corales en Guajimico, 2003. (No. de transectos lineales de 10m - No. de colonias de coral contadas).

Biotopos	Alto Uso para buceo	Bajo Uso para buceo
Camellón 17-18m	(5 - 64) E1. 21°55.25 N 80°18.54 W	(4 - 81) E2. 21°54.18 N 80°18.02 W E3. 21°56.17 N 80°19.19 W
Camellón 12- 15m	(7- 127) E4. 21°57.36 N 80°20.27 W E5. 21°56.04 N 80°19.08 W	(13 - 197) E6. 21°57.12 N 80°20.21 W E7. 21°56.52 N 80°20.03 W E8. 21°57.53 N 80°20.52 W E9. 21°57.54 N 80°21.17 W
Cabezos 5-10m	(12 - 126) E10. 21°55.36 N 80°18.44 W E11. 21°55.46 N 80°18.58 W E12. 21°55.59 N 80°18.54 W	(6 - 161) E13. 21°56.17 N 80°19.19 W E14. 21°53.11 N 80°16.02 W

Tabla 2. Especies de coral identificadas en Guajimico, 2003. (N): número de colonias contadas, (%): porcentaje que representa cada especie del total de colonias contadas en el arrecife, (colonias/10 m): densidad, (Talla): diámetro máximo plan en cm, (%MA) y (%MR): porcentaje de superficie afectada por mortalidad antigua y reciente.

Especies de coral		N	%	Col/10 m	Talla	%MA	%MR
<i>Siderastraea siderea</i>	ss	112	13.90	2.38	31.5	9.69	0.30
<i>Montastraea franksi</i>	mfr	100	12.41	2.13	51.6	14.70	0.70
<i>Montastraea annularis</i>	ma	97	12.03	2.06	65.5	16.80	1.06
<i>Porites astreoides</i>	pa	91	11.29	1.94	23.4	4.63	1.49
<i>Diploria strigosa</i>	ds	81	10.05	1.72	47.5	17.78	0.67
<i>Montastraea cavernosa</i>	mc	71	8.81	1.51	38.0	26.06	0.06
<i>Agaricia agaricites</i>	aa	62	7.69	1.32	20.8	4.84	7.00
<i>Montastraea faveolata</i>	mfv	35	4.34	0.74	103.3	16.35	1.12
<i>Porites porites</i>	pp	28	3.47	0.60	38.8	26.07	0.07
<i>Colpophyllia natans</i>	cn	25	3.20	0.51	72.5	28.54	1.05
<i>Stephanocoenia sp.</i>	si	16	1.99	0.34	17.2	4.38	3.13
<i>Diploria labyrinthiformis</i>	dl	14	1.74	0.30	42.1	20.38	0
<i>Acropora cervicornis</i>	ac	13	1.61	0.28	95.0	70.77	0.22
<i>Mycetophyllia spp.</i>	myc	13	1.61	0.28	29.6	12.73	9.55
<i>Meandrina meandrites</i>	mm	11	1.36	0.23	20.5	7.78	11.11
<i>Isophyllia sinuosa</i>	is	10	1.24	0.21	11.5	3.00	0
<i>Madracis mirabilis</i>	mmi	9	1.12	0.19	17.2	12.78	0
<i>Dichocoenia stokesii</i>	dsk	5	0.62	0.11	14.0	4.00	0
<i>Eusmilia fastigiata</i>	ef	3	0.37	0.06	13.3	3.33	0
<i>Diploria clivosa</i>	dc	3	0.37	0.06	23.3	1.67	0
<i>Madracis decactis</i>	md	2	0.25	0.04	15	25.00	0
<i>Porites divaricata</i>	pd	1	0.22	0.04	200	100	0
<i>Helioseris cucullata</i>	hc	1	0.12	0.02	10	100	0
<i>Scolymia cubensis</i>	sc	1	0.12	0.02	10	0	0
<i>Millepora complanata</i>	milco	2	0.12	0.02	40	0	0
Total de corales		806	100	17.5	43.3	15.05	1.46

Tabla 3. Resumen de valores obtenidos para los indicadores del estado de la comunidad de corales en el arrecife de Guajimico, 2003 (MEDIA \pm DS), * indica diferencia significativa entre estaciones $P < 0.05$.

	Camellones 18m		Camellones 15m		Cabezos 5m	
	Menor uso	Mayor uso	Menor uso	Mayor uso	Menor uso	Mayor uso
No. especies	16	15	22	18	17	17
% coral vivo	26,5 \pm 10,2	17,2 \pm 6,7	20,9 \pm 7,5	32,6 \pm 13,4	35,5 \pm 3,7	31,3 \pm 18,7
No. col./10m	20,3 \pm 5,7	12,8 \pm 2,9	15,2 \pm 3,9	18,1 \pm 5,4	26,8* \pm 2,3	14,7 \pm 4,0
Diámetro (cm)	30,6 \pm 28,7	48,9 \pm 42,9	39,7 \pm 34,6	46,1 \pm 59,5	31,7 \pm 16,0	60,0* \pm 46,8
% Mortalidad Antigua	13,9 \pm 23,6	28,8* \pm 33,6	13,4 \pm 22,9	8,7 \pm 18,2	13,5 \pm 23,2	19,0 \pm 29,9
% Mortalidad Reciente	2,9 \pm 13,5	3,7 \pm 10,3	1,6 \pm 10,8	2,3 \pm 11,0	0,1 \pm 1,0	0,6 \pm 1,5
% colonias Enfermas	22,2	31,3	16,2	18,9	3,7	26,1
% colonias blanqueadas	12,3	12,5	6,6	2,4	14,3	5,7

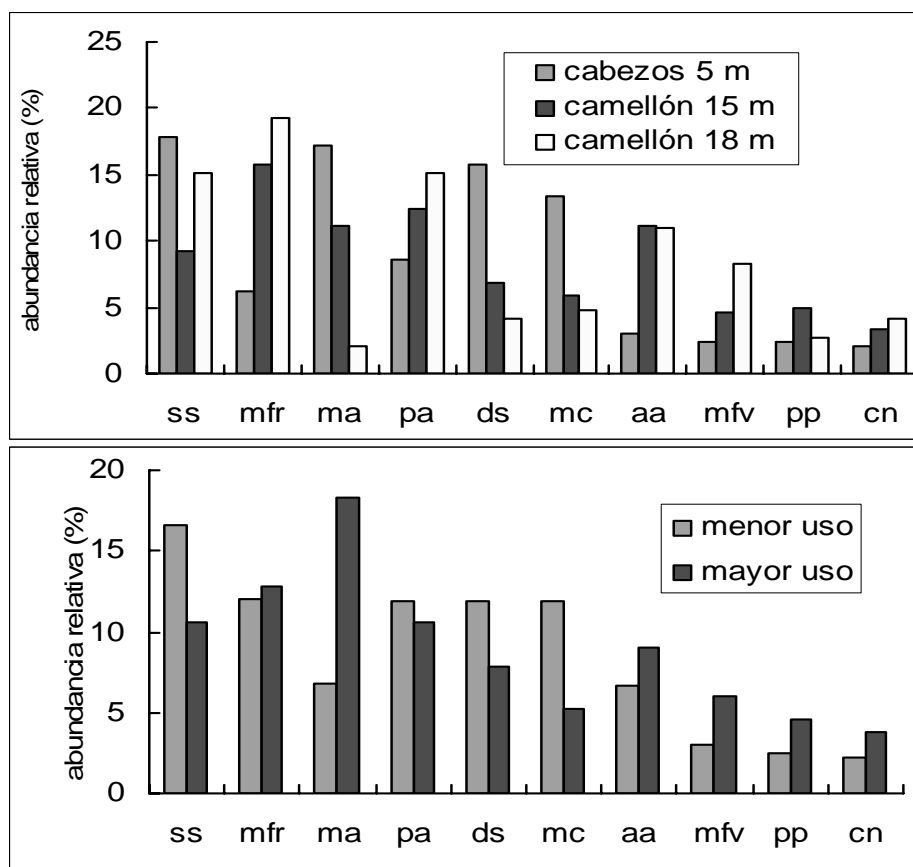


Fig. 1. Variaciones en la abundancia relativa de las especies de coral mas comunes en los arrecifes de la zona de buceo de Guajimico, 2003. Análisis por biotopos y según intensidad de uso (% que representa cada especie del total de colonias contadas). Ver nomenclatura de las especies en la Tabla 2.

cabezos (5m de profundidad) con mayor uso para buceo. Como promedio, entre el 8 y 30% de la superficie de las colonias se vio afectado por mortalidad antigua y fue superior en los camellones a 18m de profundidad con alto uso para buceo (Tabla 3).

DISCUSIÓN

Las estadísticas de buceo del club de Guajimico refieren que entre los años 1999 y 2002 pasaron por la instalación un promedio de 1100 buzos anuales. Esta cifra es baja si se tienen en cuenta los registros de 5000-6000 buceos por sitio por año efectuados en arrecifes de la Isla Caribeña de Bonaire o los 120 - 2000 buceo por sitio por año realizados en los arrecifes de la bahía de Sodwana, Mozambique (Dixon *et.al*, 1993; Hawkins *et.al*, 1999; Schleyer y Tomalin, 2000). No obstante, como plantean Hawkins y Roberts, (1997) la capacidad de carga de un arrecife estará en dependencia de muchas variables físicas, biológicas y de manejo, y no es conveniente considerar solo el número de visitantes para determinar la probabilidad de efecto negativo o no sobre el arrecife.

En la actividad de buceo actual de villa Guajimico se utilizan casi exclusivamente los siete puntos de buceo más cercanos a la villa para realizar tres buceos diario, cinco veces a la semana. Además, son muy frecuentes los buzos inexpertos, el uso de anclas y la pesca submarina o con cordel. Todo esto pudiera influir en que a pesar del bajo número de buzos por año, pudiera existir algún tipo de efecto negativo del buceo sobre los corales.

Debido a que los efectos del buceo recreativo son acumulativos y subletales, difíciles de detectar y de separar de otros impactos si no se está presente en el momento en que ocurren (Hawkins y Roberts, 1997 y Carter, 2003), no existe consenso internacional sobre los indicadores ecológicos que permiten determinar o cuantificar los daños provocados por el buceo recreativo. Cuando se emplean indicadores como la diversidad de especies, el cubrimiento del sustrato por corales, la salud o la talla de las colonias para describir o caracterizar un sitio, el impacto del buceo puede enmascarse debido a que las zonas de arrecifes más bonitas se seleccionan como puntos de buceo. Sin embargo, es reconocido que estos indicadores son muy valiosos para detectar impactos si se emplean en monitoreos temporales, especialmente si se tienen estaciones de referencia con iguales

características ambientales pero no utilizadas para buceo.

En Guajimico la diversidad de corales no varió entre estaciones con mayor o menor uso para buceo. Que las tallas mayores se registraron en sitios con mayor uso pudiera estar asociado a que generalmente, los puntos de buceo se seleccionan por ser tener los corales mas atractivos. Hasta el momento del muestreo esta condición no la han perdido aun esos sitios. No fue posible detectar los efectos directos del uso de anclas y los golpes de buzos inexpertos, actividades presentes en esa zona y con probado impacto negativo sobre los corales (Hawking *et.al*, 1999). Estos resultados pudieran significar que el daño provocado por el buceo en Guajimico es mínimo y tolerable. Pero considerando que la mayor incidencia de enfermedades en los sitios de mayor uso pudiera reflejar de manera indirecta el efecto de este impacto se recomienda estar alerta.

Hawkins *et.al*. (1999), describen como la actividad de buceo provocó la sustitución de corales masivos por corales ramificados en el mar Rojo. En Guajimico no existen estudios previos que permitan estimar si la composición por especies ha variado con los años y cómo. No obstante, al comparar estaciones con mayor y menor uso, se encontró que las especies, *S. siderea*, *D. strigosa* y *M. cavernosa*, masivas y típicas de los cabezos (3-5m), tuvieron menor abundancia relativa al aumentar la intensidad de buceo. Este es un resultado controversial, pues estas especies se consideran resistentes a la sedimentación, y por tanto, no se espera que disminuyan su abundancia relativa ante el efecto de resuspensión de sedimentos que puede provocar el buceo. Analizar el comportamiento de la abundancia de estas especies en el futuro, pudiera reflejar si están sufriendo algún daño provocado por el buceo o si fueron las condiciones naturales las que determinaron este resultado.

Del estudio realizado se puede concluir que hasta el presente, con la carga de buceo actual, no hay evidencias de cambios producidos directamente por el buceo. Ahora se cuenta con una línea base, útil como punto de referencia para los monitoreos futuros. Con el fin de detectar los impactos del buceo se recomienda dar seguimiento a la mayor cantidad de indicadores ecológicos posibles, y no dejar de incluir entre estos, las variaciones en la composición por especies de corales y la incidencia de enfermedades.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a los instructores de buceo de Villa Guajimico y a la tripulación de la embarcación “La Dama Azul” por el apoyo logístico durante las evaluaciones de los arrecifes. Al Dr. Pedro Alcolado por sus valiosas sugerencias en la interpretación de los resultados. Se agradece también a Lázaro García López (Geocuba, Estudios Marinos) por las fotografías y videos tomadas, materiales de gran valor como constancia gráfica de las condiciones imperantes en la zona.

REFERENCIAS

- Carter, R.W. (2003): Implications of sporadic tourism growth: extrapolation from the case of Boracay island, the Philippines. *Asia Pacific Journal of Tourism Research*. s/n: 1-11.
- Dixon, J.A., L.F. Scura y Van T Hoff (1993): Meeting Ecological and Economic goals: Marine Parks in the Caribbean. *Ambio*. 22(2): 117-125.
- Guardia, E. de la, (2005): Distribución espacial de biotopos y descripción cualitativa de puntos de buceo en arrecifes coralinos de Guajimico, Cuba. *Rev. Invest. Mar.* 26(3): 193-205
- Hawking, J.P y C. Roberts (1997): Estimating the carrying capacity of coral reef for scuba diving. *Proc. 8th Int Coral Reef Sym* 2: 1923-1926.
- Hawking, J.P., C. Roberts, Van T Hof, K. Meyer, J. Tratalos y C. Aldam (1999): Effects of recreational Scuba Diving on Caribbean Coral and Fish Communities. *Conservation Biology*. 13(4): 888-897.
- Schleyer, M.H y B.J. Tomalin (2000): Damage on southafrican coral reefs and an assessment of their sustainable diving capacity using a fisheries approach. *Bulletin of Marine Science*. 67(3): 1025-1042
- StatSoft, Inc (1995): STATISTICA for Windows (Computer Program Manual). Tulsa, OK, USA.
- Zar, J.H. (1996): Biostatistical analysis. Prentice Hall, New Jersey, 3ra. Ed., x + 662 p.

Aceptado: 25 de abril de 2006