

Caracterización fisicoquímica e inventario de especies del Gran Banco de Buena Esperanza, golfo de Guacanayabo, Cuba

Leslie Hernández-Fernández¹ , Yunier Olivera¹, Roberto González-De Zayas¹, Héctor Salvat Torres¹, Mayrene Guimaraes Bermejo¹, Yudisleyvis Ventura Díaz¹, Fabián Pina-Amargós¹

¹Centro de Investigaciones de Ecosistemas Costeros (CIEC), Cayo Coco, Morón, Ciego de Ávila, Cuba. CP: 69400.

RESUMEN

Se analizaron parámetros fisicoquímicos y se realizó un inventario de especies en el Área Marina Protegida Gran Banco de Buena Esperanza, en julio de 2011 y 2012. Se establecieron cuatro sitios de muestreo en pastos marinos y cuatro en pendientes fangosas. En todos los sitios se determinó la salinidad, temperatura, oxígeno y nutrientes disueltos. El inventario de especies se efectuó a través de censos visuales. La temperatura promedio fue de 30,8 °C, la salinidad de 37,2. El oxígeno disuelto estuvo entre 5,3 y 8,0 mL L⁻¹. La concentración promedio de nitrógeno inorgánico disuelto fue de 13,2 ± 9,1 µM. En los pastos marinos se identificaron 21 especies de macroalgas, 41 de invertebrados no sésiles y 23 de corales pétreos, predominando *Cladocora arbuscula* y *Manicina areolata*. Se identificaron colonias de *Acropora prolifera* y *Acropora cervicornis*. En peces prevaleció la familia Lutjanidae. En pendientes fangosas se identificaron 31 especies de macroalgas y dos de angiospermas. Se contabilizaron 45 especies de invertebrados no sésiles y 42 de corales pétreos; prevaleciendo *Millepora alcicornis*, *Porites astreoides* y el género *Oculina*. La densidad promedio de *Diadema antillarum* fue 14 individuos. 10m⁻². En peces, predominaron las familias Serranidae y Lutjanidae. Estos resultados podrían ser las bases para futuras investigaciones ecológicas, ya que han generado nuevas hipótesis de trabajo sobre posibles nuevas especies, así como estudios de hibridación y evolución enfocados, principalmente, al género *Acropora*.

Palabras clave: corales pétreos, golfo de Guacanayabo, Gran Banco de Buena Esperanza, nutrientes, parámetros fisicoquímicos.

ABSTRACT

In this study, we examined physicochemical parameters and an inventory of species in the Marine Protected Area of Gran Banco de Buena Esperanza, in July 2011 and July 2012. Four sites in seagrass beds and four sites in muddy slopes were established. We measured salinity, temperature, dissolved oxygen and dissolved nutrients. The inventory was carried out using visual census. Average temperature was 30.8°C, salinity was 37.2. Dissolved oxygen ranged from 5.3 to 8.0 ml/l. The average concentration of dissolved inorganic nitrogen was 13.2 ± 9.1 µM. In seagrass beds 21 species of macroalgae, 41 species of non-sessile invertebrates and 23 species of stony corals were identified with *Cladocora arbuscula* and *Manicina areolata* dominating. We also identified colonies of *Acropora cervicornis* and *Acropora prolifera*, with no presence of *Acropora palmata*. Among the fish, the Lutjanidae family was predominant. In the muddy slopes 31 species of macroalgae and two angiosperms were identified. There were 45 species of non-sessile invertebrates and 42 of stony corals, with *Millepora alcicornis*, *Porites astreoides* and the genus *Oculina* prevailing. The average density of *Diadema antillarum* was 14 individual. 10m⁻². The predominant fish families were Serranidae and Lutjanidae. These results provide the basis for future ecological research and have generated new hypotheses directed mainly towards the presence of possible new species and hybridization and evolution studies, focused mainly on the genus *Acropora*.

Key words: stony corals, Guacanayabo Gulf, Grand Banks of Buena Esperanza, nutrients, physicochemical parameters.

INTRODUCCIÓN

Los arrecifes coralinos someros son los ecosistemas marinos más diversos del planeta (Callum *et al.*, 2002), brindan bienes y servicios tales como alimentos, elementos de interés ecológico, farmacológico, económico y estético, así como protección a zonas costeras, sustrato y refugio para numerosas especies. No obstante, los arrecifes coralinos han llegado a ser catalogados como ecosistemas amenazados en

la región del Caribe y en el mundo (Roff y Mumby, 2012).

En Cuba se han realizado numerosos e importantes estudios en la mayoría de los arrecifes que rodean al archipiélago, entre los más recientes se encuentran los de Hernández-Fernández *et al.* (2008), en la costa norte de la provincia de Ciego de Ávila; Pina-Amargós *et al.* (2008), en el archipiélago de los

Jardines de la Reina; Caballero *et al.* (2009), en el litoral habanero; Cobián y Chevalier (2009), en el Parque Nacional Guanahacabibes; Alcolado *et al.* (2009a), en los arrecifes coralinos de Cuba; Alcolado *et al.* (2009b) en arrecifes del suroeste de Cuba, y Caballero y Alcolado (2011) en el archipiélago de los Colorados.

La zona del Gran Banco de Buena Esperanza (GBBE), en el golfo de Guacanayabo, ha sido poco estudiada en cuanto a temas ecológicos, a pesar de poseer arrecifes únicos en estructura, biodiversidad, origen y endemismo (Zlatarski, 2002). Se han reportado los corales pétreos *Eusmilia fastigiata* f. *guacanayabensis* (Zlatarski, 1980) y *Millepora alcicornis* f. *delicatula* (Martínez-Estalella, 1980), considerados endémicos del golfo de Guacanayabo.

La zona de interés para el presente estudio es conocida también como Gran Bajo de Buena Esperanza, y su formación arrecifal aún sigue siendo debatida (Guerra-García *et al.*, 2005). En ella se han realizado investigaciones, fundamentalmente sobre pesquerías, las que han aportado conocimientos relevantes de biodiversidad (Claro, 2007a), aunque en el caso de la vegetación marina, no se cuenta con registro alguno y sobre los corales pétreos, la información data de los años 80 (Zlatarski y Martínez-Estalella, 1980; Martínez-Estalella, 1982).

La zona del GBBE, junto con zonas adyacentes, comparte grandes volúmenes de capturas de peces de Cuba (35 % de la pesca total), sobre todo de las familias Mugilidae y Gerridae (Claro, 2007a). Otras especies existentes de gran interés comercial, son las de las familias Lutjanidae, Serranidae y Scombridae, además del ostión de mangle *Crassostrea virginica* (Gmelin, 1761) y la almeja *Arca zebra* (Swainson, 1833).

Resulta indispensable realizar estudios sobre las comunidades que se desarrollan en el GBBE. El objetivo del presente trabajo es realizar una caracterización fisicoquímica de la zona y un inventario de especies de los grupos de vegetación marina, poliquetos, crustáceos, moluscos, equinodermos (invertibrados no sésiles), corales pétreos y peces.

MATERIALES Y MÉTODOS

Zona de estudio

El estudio se realizó en el Área Marina Protegida GBBE, área central del golfo de Guacanayabo, al sur de la isla de Cuba, en julio de 2011 y 2012. En esta área aparecen formaciones arrecifales, cuya franja limita la zona interior del golfo de Guacanayabo y lo separa de la parte exterior de la plataforma (Guerra-García *et al.*, 2005).

Los arrecifes del GBBE, se encuentran entre 45 y 50 m de profundidad y se extienden casi 50 Km en

dirección suroeste desde cerca del delta del río Cauto. Inician en forma de cadenas aisladas, y se unen mediante tabiques submarinos, formando un complejo sistema de bancos coralinos anulares, cuyas lagunas interiores alcanzan una profundidad entre 25 y 30 m (Guerra-García *et al.*, 2005).

Estas formaciones coralinas fueron consideradas como arrecifes reticulares (Zlatarski, 2002), rodeadas de fondos fangosos, con sus laderas compuestas predominantemente por colonias delicadas de corales ramificados de los géneros *Oculina* y *Cladocora*, resistentes a la sedimentación (Claro, 2007a).

Para realizar la caracterización fisicoquímica y el inventario de especies del GBBE se establecieron ocho sitios de muestreo; cuatro en el hábitat de pastos marinos y cuatro en el hábitat de pendientes fangosas. Los sitios se seleccionaron sobre la base de los resultados obtenidos en una caracterización general previa que se realizó al GBBE. El número de muestreos fue limitado por cuestiones de logística (Tabla 1. Figura. 1).

Tabla 1. Coordenadas y profundidad de los sitios de muestreo en el Área Marina Protegida Gran Banco de Buena Esperanza (GBBE), Cuba, en julio de 2011 y 2012.

Sitios	Coordenadas	Profundidad (m) ¹
Pastos marinos		
GBBE1	20° 19' 43" – 77° 36' 50"	0,5 – 2
GBBE2	20° 22' 36" – 77° 37' 13"	1 – 4
GBBE3	20° 27' 06" – 77° 34' 21"	1 – 2
GBBE4	20° 24' 06" – 77° 27' 26"	1 – 4
Pendientes fangosas		
GBBE5	20° 16' 14" – 77° 28' 26"	5 – 15
GBBE6	20° 23' 09" – 77° 30' 18"	6 – 12
GBBE7	20° 18' 32" – 77° 32' 27"	6 – 12
GBBE8	20° 16' 17" – 77° 32' 01"	9 – 15

¹m= metros.

GBBE= Gran Banco de Buena Esperanza.

Métodos y procesamiento de datos Caracterización fisicoquímica

El muestreo se realizó en los ocho sitios distribuidos en el GBBE, en 2011. Se determinaron salinidad con un salinómetro WTW con precisión 0,1 unidades y temperatura *in situ*. Se determinó oxígeno disuelto (OD) y se calculó la saturación de OD. El OD se fijó *in situ* en botellas Winkler, por triplicado y posteriormente (cuatro horas después) se procesaron mediante el método de Winkler (Wright, 1983).

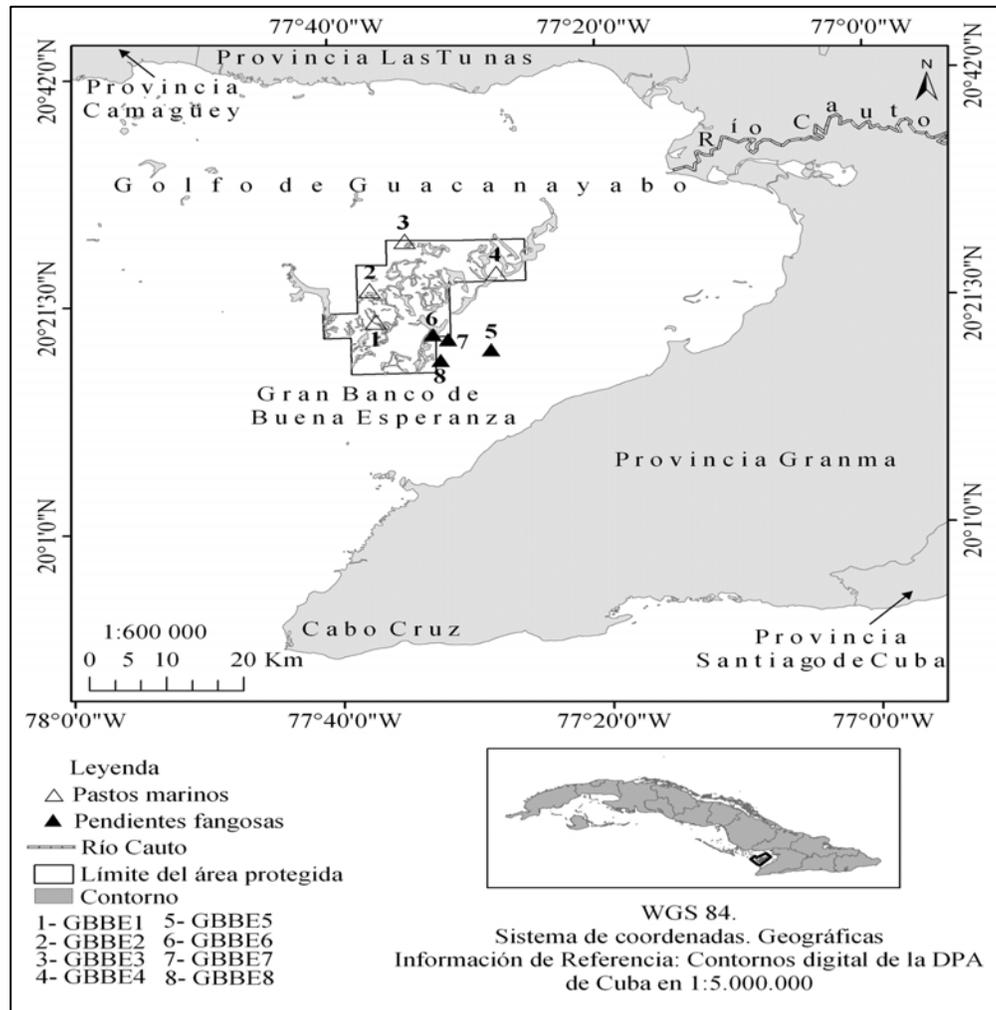


Figura. 1. Sitios de muestreo.

Se cuantificaron nutrientes disueltos (amonio, nitrato + nitrito, fósforo reactivo soluble y silicato reactivo soluble). Las muestras para el análisis de nutrientes fueron filtradas a través de filtros de nitrocelulosa de 0,22 µm (Millipore™ tipo HA) y fijadas con cloroformo. Los análisis fueron realizados con un analizador de flujo segmentado Skalar SanPlus usando los métodos estándares adaptados por Grasshoff et al. (1983) y circuitos sugeridos por Kirkwood (1994). La precisión de los análisis con este sistema fue: nitrato 0,1 µM, nitrito 0,02 µM, amonio 0,1 µM, fósforo reactivo soluble (PRS) 0,04 µM, y silicato reactivo soluble (SiRS) 0,1 µM.

Para evaluar el estado trófico se utilizó el índice de eutrofización (IE) propuesto por Karydis et al. (1983), ya que solo requiere las concentraciones de nitrógeno inorgánico disuelto (NID) y de PRS. Se estimó el IE para el nitrógeno inorgánico disuelto (NID) y fósforo reactivo soluble (PRS), basado en la siguiente ecuación:

$$IE = \frac{C}{C - \log X_i} + \log A$$

Donde:

IE: es el índice de eutrofización por nutriente de cada estación de muestreo, para la campaña de muestreo.

A: es el número de sitios de muestreo (16).

C: es el logaritmo de la concentración total del nutriente por campaña.

X_i: es la concentración total del nutriente en la estación muestreada.

La escala de clasificación fue la siguiente: si IE < 3 indica estado oligotrófico, para 3 ≤ IE ≤ 5 es mesotrófico y para IE > 5 es eutrófico.

Inventario de especies

Pastos marinos

El inventario de macroalgas y de invertebrados no sésiles se realizó mediante recorridos libres. Para la lista de especies de macroalgas se siguieron los criterios de Littler y Littler (2000). El ordenamiento taxonómico se realizó siguiendo los criterios de Wynne (inédito). Para la identificación de los poliquetos se

siguieron los criterios de Humann (2002); para los crustáceos se siguió a Gómez (1980); para los moluscos a Abbott (1954); Warmke y Abbott (1962); Mikkelsen y Bieler (2008) y Espinosa et al. (2012) y para los equinodermos se usó a Hendler et al. (1995).

En cada sitio de pasto marino se ubicaron dos transectos en forma de cruz y se colocaron, al azar, seis cuadrados de 25 cm de lado, para un total de 12 cuadrados por sitio. Se contaron los vástagos por especie del pasto marino, la cobertura y la altura de la canopia.

Para el inventario de los corales pétreos se extendieron al azar dos transectos lineales (30 m de longitud). Se contaron e identificaron las colonias que quedaron debajo de los transectos y aquellas que se encontraban aproximadamente a 1m a cada lado. Se analizaron un total de ocho transectos lineales donde se contaron 452 colonias. Para la identificación de los órdenes Milleporina y Scleractinia se siguieron los criterios de Zlatarski y Martínez-Estalella (1980) y González-Ferrer (2009).

El inventario de peces se realizó mediante el método errante en buceo autónomo y buceo libre, en un tiempo de 30 min (adaptación del publicado por Jones y Thompson, 1978; Kimmel, 1985). La clasificación taxonómica siguió los criterios de Robins et al. (1986); Eschmeyer (1998); Nelson et al. (2004) y Claro (2007b).

Pendientes fangosas

Para el inventario de corales pétreos se extendieron al azar transectos lineales de 10 m de longitud. Se determinaron las especies, cuando esto fue posible. Por razones de mal tiempo y falta de logística, en dos de los cuatro sitios (GBBE6 y GBBE8), en cada transecto, se cuantificó el total de colonias, la densidad (colonias/m) y cubrimiento vivo. Se registró el diámetro máximo, la presencia de enfermedades y se estimaron los porcentajes de superficie que presentaron mortalidad antigua. En estos análisis se incluyeron solamente las colonias con más de 10 cm de diámetro. Se realizaron 18 transectos lineales y se contaron 159 colonias. Para la identificación de los órdenes Milleporina y Scleractinia se siguieron los criterios de Zlatarski y Martínez-Estalella (1980) y González-Ferrer (2009).

En cada transecto de 10 m (a lo largo de ellos, en los 3 m, 5 m y 9 m) se determinó el porcentaje de cobertura de los grupos morfo-funcionales de algas (costrosas, carnosas, calcáreas, foliosas, filamentosas y coriácea). Como unidad de medida se usó un cuadrado de 25 cm de lado, mediante el cual también se cuantificó la presencia de reclutas de corales pétreos, resultado que se llevó a individuos por cada 10 m (individuo.10m⁻¹). Por cada transecto, a 1 m de lado, se identificaron y contaron los ejemplares de poliquetos, crustáceos, moluscos y equinodermos.

Se determinó el promedio máximo y mínimo de *Diadema antillarum* (Philippi, 1845). Para la identificación de macroalgas se siguieron los criterios de Littler y Littler (2000). El ordenamiento taxonómico se realizó siguiendo los criterios de Wynne (inédito). Para el estudio de los peces se realizó la misma metodología que en los pastos marinos.

En todos los sitios de muestreo se determinó la visibilidad horizontal a través del disco Secchi.

RESULTADOS

Caracterización fisicoquímica

La temperatura promedio en la zona fue de 30,8 °C (entre 30,5 y 31,1 °C). La salinidad promedio fue de 37,2 (entre 37,1 y 37,4), con un mínimo de 37,1 hacia el sur. El oxígeno disuelto fue de 5,3 hasta 8,0 mL L⁻¹ (promedio de 6,3 mL L⁻¹).

La concentración promedio de NID (amonio y nitrato + nitrito) fue de 13,2 ± 9,1 μM (6,3-29,0 μM). La mayor parte del NID estuvo en forma de amonio (el 73 % como promedio), ya que solo en la estación GBBE6 el porcentaje de amonio en el NID fue inferior al 50. La concentración promedio de amonio fue de 10,3 ± 8,1 μM (3,6-25,0 μM); en dos de los ocho sitios muestreados estuvo por encima de 20,0 μM (sitios GBBE5 y GBBE7). La concentración promedio de nitrato + nitrito fue 2,9 ± 1,3 μM (1,4-4,1 μM) y máximos superiores a 4,0 μM en los sitios GBBE5, GBBE6 y GBBE7 (tres de los sitios más próximos a la costa).

El fósforo reactivo soluble (PRS) tuvo una concentración promedio de 1,0 ± 1,3 μM (entre 0,2 y 3,2 μM), aunque al igual que el NID sólo los sitios GBBE5 y GBBE7 (próximos a la costa) tuvieron máximos de 3,2 μM. Los restantes sitios tuvieron concentraciones de entre 0,2 y 0,5 μM.

El silicato reactivo soluble (SiRS) tuvo una concentración promedio de 4,2 ± 2,8 μM (entre 1,1 y 8,4 μM). Los máximos de concentración (alrededor de 8,0 μM) fueron en los sitios GBBE4 y GBBE6 (próximos a la costa). La proporción NID/PRS promedio fue de 31/1. Para el caso de la proporción NID/ SiRS, el nivel promedio en la zona de estudio fue de 5. El Índice Ecológico (IE) calculado, usando el NID, fue de 3,5 (3-5 mesotrófico). Al calcular el IE usando el PRS, se obtuvo un valor de 1,9, lo que demuestra condiciones oligotróficas (menor a 3) de la zona de estudio.

Inventario de especies

Pastos marinos

Se identificaron por primera vez para los pastos marinos del GBBE, 21 especies de macroalgas y una angiosperma (Tabla 2). La densidad promedio de *Thalassia testudinum* Banks ex König, en los sitios de muestreo, fue de 613 ± 154 vástagos m⁻². La

Tabla 2. Especies de macroalgas y angiospermas marinas observadas por sitio de muestreo en el Área Marina Protegida Gran Banco de Buena Esperanza (GBBE).

Especies	Sitios de muestreo							
	Pastos marinos				Pendientes fangosas			
	GBBE 1	GBBE 2	GBBE 3	GBBE 4	GBBE 5	GBBE 6	GBBE 7	GBBE 8
Rhodophyta								
<i>Jania adhaerens</i>			x					
<i>Jania capillaceae</i>		x						x
<i>Galaxaura obtusata</i>			x					
<i>Chondria</i> sp.							x	
<i>Acanthophora spicifera</i>								x
<i>Polysiphonia</i> sp.							x	
<i>Wurdemannia miniata</i>						x	x	x
Heterokontophyta								
<i>Dyctiota cervicornis</i>		x	x		x		x	
<i>Dyctiota caribaeae</i>		x	x		x	x	x	
<i>Dyctiota pulchella</i>		x		x				
<i>Lobophora variegata</i>			x					
<i>Padina pavonica</i>	x	x				x	x	
<i>Padina perindusiata</i>	x	x				x		
<i>Padina sanctae-crucis</i>			x	x		x		
<i>Sargassum hystrix</i> f. <i>buxifolium</i>	x	x					x	
Chorophyta								
<i>Anadyomene stellata</i>								x
<i>Anadyomene saldanhae</i>			x					x
<i>Ventricaria ventricosa</i>		x						
<i>Cladophoropsis macromeres</i>							x	
<i>Dyctiosphaeria cavernosa</i>	x	x	x				x	
<i>Dyctiosphaeria ocellata</i>		x						
<i>Caulerpa mexicana</i>							x	x
<i>Caulerpa racemosa</i>		x				x		x
<i>Caulerpa sertularoides</i>							x	
<i>Caulerpa verticillata</i>				x		x	x	
<i>Halimeda copiosa</i>							x	x
<i>Halimeda crypticavar. acerifolia</i>								x
<i>Halimeda goreau</i>								x
<i>Halimeda gracilis</i>				x				
<i>Halimeda incrassata</i>	x			x				
<i>Halimeda incrassata</i> f. <i>tripartita</i>						x	x	
<i>Halimeda opuntia</i>	x						x	
<i>Halimeda simulans</i>	x							
<i>Avrainvillea</i> sp.							x	
<i>Penicillu spyriformis</i>							x	
<i>Rhipocephalus oblongus</i>							x	

Especies	Sitios de muestreo							
	Pastos marinos				Pendientes fangosas			
	GBBE 1	GBBE 2	GBBE 3	GBBE 4	GBBE 5	GBBE 6	GBBE 7	GBBE 8
<i>Udotea cyatiformis</i>								x
<i>Udotea dixonii</i>							x	
<i>Udotea spinulosa</i>								x
<i>Udotea</i> sp.							x	x
Magnoliophyta								
<i>Thalassia testudinum</i>			x	x	x			
<i>Halophila dicipiens</i>						x	x	

abundancia relativa promedio fue del 18 % y la altura de la canopia de 11 cm. El grupo morfofuncional de macroalgas con mayor abundancia relativa fue el coriáceo con un 13 %, representado por el género *Padina*; específicamente por las especies *Padina pavonica* (Linnaeus) y *Padina perindusita* Thivy. En menor abundancia se observaron foliosas, representadas por *Dyctiota cervicornis* Kützinger y *Dyctiota pulchella* Hörnig y Schnetter. De forma general, entre poliquetos, crustáceos, moluscos y equinodermos se identificaron 41 especies (Tabla 3).

Se identificaron 23 especies de corales pétreos (Tabla 3), pertenecientes a nueve géneros, ocho correspondientes a seis familias de la clase Anthozoa y un género de una familia de la clase Hidrozoa. Se destacaron las especies *Cladocora arbuscula* (Lesueur, 1881) y *Manicina areolata* (Linnaeus, 1758). No se detectaron enfermedades.

Para peces se consignaron 39 especies (Tabla 3), pertenecientes a 21 familias. La familia mejor representada, según número de especies, fue Lutjanidae. Las especies más abundantes fueron *Lutjanus apodus* (Walbaum, 1792) (9,8 individuos por conteo) y el complejo *Scarus iserti-taeniopterus* (6,7 individuos por conteo). Las tallas oscilaron entre 10 cm y 25 cm. Los peces de mayor tamaño fueron los de las familias Lutjanidae. La visibilidad horizontal se mostró entre 8 y 10 m.

Pendientes fangosas

Se identificaron 31 especies de macroalgas y dos angiospermas (*T. testudinum* y *Halophila dicipiens* Ostenfeld) (Tabla 2). Dentro de los grupos morfofuncionales de algas, se destacaron las filamentosas, con una representación promedio del 43 %, seguida por las carnosas (27 %) y foliosas (20 %).

Los géneros más conspicuos, dentro de los grupos morfo-funcionales de algas, fueron *Caulerpa*, *Wurdermannia* y *Dyctiota*. De forma general, entre poliquetos, crustáceos, moluscos y equinodermos se contabilizaron 45 especies. El promedio máximo de *D. antillarum* fue de 14 individuos. 10 m⁻² y el menor de 2 individuos. 10 m⁻².

Los corales pétreos estuvieron representados por 42 especies (Tabla 3), pertenecientes a 23 géneros, 22 correspondientes a 11 familias de la clase Anthozoa y un género de una familia de la clase Hidrozoa. Las especies más comunes fueron *Millepora alcicornis* (Linnaeus 1758) y *Porites astreoides* (Lamarck, 1816), además de las correspondientes al género *Oculina*. Entre los sitios GBBE6 y GBBE8, en cuanto a densidad, cubrimiento vivo, diámetro máximo y porcentaje de muerte antigua, se apreciaron diferencias (Tabla 4). No se detectaron enfermedades.

El mayor número de reclutas identificados fueron de las especies *Agaricia agaricites* (Linnaeus, 1758) y *P. astreoides*, aunque también estuvieron las especies *M. alcicornis*, *Siderastrea radians* (Pallas, 1766), *M. areolata*, *Dichocoenia stokesi* (Edwards y Haime, 1848) y *Favia fragum* (Esper, 1795). El promedio máximo de reclutas fue de 57,1 m⁻² y el mínimo de 12,1 m⁻².

Se consignaron 38 especies (Tabla 3) y 21 familias de peces. Las familias mejor representadas fueron Lutjanidae y Serranidae. Las especies más abundantes fueron las del complejo de juveniles *Scarus iserti-taeniopterus* con un valor medio de 13,4 individuos por conteo y *Lutjanus griseus* (Linnaeus, 1758) con 5,1 individuos por conteo. Se observaron algunos ejemplares de la especie invasora *Pterois volitans* (Linnaeus, 1758). Las tallas de los peces oscilaron entre 10 cm y 25 cm, los de mayor tamaño fueron los de las familias Lutjanidae. La visibilidad horizontal fue de menos de 1 m.

Tabla 3. Especies de invertebrados marinos (corales pétreos, poliquetos, decápodos, moluscos y equinodermos) y de peces observadas por sitio de muestreo en el Área Marina Protegida Gran Banco de Buena Esperanza (GBBE).

Especies	Sitios de muestreo							
	Pastos marinos				Pendientes fangosas			
	GBBE 1	GBBE 2	GBBE 3	GBBE 4	GBBE 5	GBBE 6	GBBE 7	GBBE 8
Cnidaria								
<i>Acropora cervicornis</i>	x	x				x		x
<i>Acropora prolifera</i>	x	x	x	x		x	x	x
<i>Agaricia agaricites</i>		x	x		x	x	x	x
<i>Agaricia tenuifolia</i>					x	x		
<i>Agaricia undata</i>					x			
<i>Agaricia sp.</i>					x		x	
<i>Helioseris cucullata</i>					x	x	x	x
<i>Cladocora arbuscula</i>	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Eusmilia fastigiata</i>					x	x	x	x
<i>Eusmiliafastigiata guacanayabensis</i>	f.					x		x
<i>Colpophyllia natans</i>		x			x	x	x	x
<i>Diploria labyrinthiformis</i>	x							
<i>Diploria strigosa</i>		x						x
<i>Favia fragum</i>				x				
<i>Manicina areolata</i>	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Montastraea annularis</i>		x		x			x	
<i>Montastraea cavernosa</i>		x			x	x	x	x
<i>Montastraea faveolata</i>					x	x	x	x
<i>Solenastrea bournoni</i>	x	x	x				x	
<i>Solenastrea hyades</i>								x
<i>Dichocoenia stokesi</i>		x			x			x
<i>Meandrina meandrites</i>					x	x	x	x
<i>Mussa angulosa</i>					x	x		x
<i>Mycetophyllia danaana</i>					x		x	
<i>Mycetophyllia lamarckiana</i>					x	x	x	x
<i>Mycetophyllia aliciae</i>						x		x
<i>Mycetophyllia sp.</i>						x	x	
<i>Scolymia cubensis</i>								x
<i>Scolymia lacera</i>						x	x	
<i>Scolymia sp.</i>					x			
<i>Madracis mirabilis</i>					x	x	x	x
<i>Madracis formosa</i>						x		
<i>Oculina diffusa</i>	x	x	x		x	x	x	x
<i>Oculina sp.</i>	x			x		x	x	x
<i>Porites astreoides</i>		x	x	x		x	x	x
<i>Porites branneri</i>								x
<i>Porites divaricata</i>		x	x	x		x	x	

Especies	Sitios de muestreo							
	Pastos marinos				Pendientes fangosas			
	GBBE 1	GBBE 2	GBBE 3	GBBE 4	GBBE 5	GBBE 6	GBBE 7	GBBE 8
<i>Porites furcata</i>	x		x				x	x
<i>Porites porites</i>	x						x	
<i>Siderastrea siderea</i>	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Siderastrea radicans</i>	x	x	x	x	x	x		
<i>Stephanocoenia intersepta</i>					x	x	x	x
<i>Millepora alcicornis</i>	x	x	x	x			x	x
<i>Millepora squarosa</i>		x	x	x			x	x
Annelida (Polychaeta)								
<i>Notaulax occidentalis</i>								x
<i>Notaulax nudicollis</i>	x	x	x	x	x		x	x
<i>Bispira brunnea</i>	x	x	x		x		x	x
<i>Anamobaea orstedii</i>	x	x					x	
<i>Pomatoste gusstellatus</i>			x					
<i>Eupolymnia crassicornis</i>		x		x	x		x	x
Arthropoda (Decapoda)								
<i>Mithrax spinosissimus</i>		x			x		x	x
<i>Mithrax sculpus</i>		x						
<i>Stenorynchus seticornis</i>	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Panulirus argus</i>		x		x	x		x	
<i>Ancylomenes pedersoni</i>		x				x	x	x
Mollusca								
<i>Cerithium litteratum</i>	x	x	x				x	
<i>Cerithidea sp.</i>	x		x		x			x
<i>Modulus modulus</i>			x		x			x
<i>Eustrombus gigas</i>								x
<i>Strombus pugilis</i>							x	x
<i>Tegula fasciata</i>	x	x	x		x		x	x
<i>Lithopoma tectum</i>	x	x	x					
<i>Lithopoma caelatum</i>							x	
<i>Turbo castanea</i>		x						x
<i>Coralliophila sp.</i>							x	x
<i>Fasciolaria tulipa</i>					x			
<i>Phyllonotus pomum</i>	x		x		x		x	
<i>Chicoreus brevifrons</i>			x		x			x
<i>Bulla striata</i>							x	
<i>Arca zebra</i>							x	x
<i>Arca imbricata</i>	x	x	x					x
<i>Atrina seminuda</i>	x	x						
<i>Pteria colymbus</i>		x	x		x		x	x
<i>Isognomon radiatus</i>		x	x	x		x	x	x
<i>Dendrostrea frons</i>		x	x		x		x	x

Especies	Sitios de muestreo							
	Pastos marinos				Pendientes fangosas			
	GBBE 1	GBBE 2	GBBE 3	GBBE 4	GBBE 5	GBBE 6	GBBE 7	GBBE 8
<i>Caribachlamy spellucens</i>					x			
<i>Spondylus americanus</i>		x			x			x
<i>Ctenoides scabra</i>	x	x	x		x		x	x
<i>Globivenus rigida</i>							x	
<i>Codakia orbicularis</i>		x	x					
<i>Chama macerophylla</i>	x	x						
<i>Trachycardium isocardia</i>								x
Echinodermata								
<i>Astropecten duplicatus</i>					x			
<i>Oreaster reticulatus</i>	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Ophiothrix suensonii</i>	x	x	x		x	x	x	x
<i>Ophioderma cinereum</i>							x	
<i>Ophioderma appresum</i>		x	x		x			
<i>Ophionereis reticulata</i>			x				x	x
<i>Astrophytom muricatum</i>	x	x	x	x	x			x
<i>Ophiocoma chinata</i>	x							
<i>Echinometra viridis</i>	x	x	x	x	x		x	x
<i>Echinometra lucunter</i>		x		x		x	x	x
<i>Lytechinus variegatus</i>	x	x	x	x	x		x	x
<i>Diadema antillarum</i>		x						
<i>Clypeaster rosaceus</i>		x		x				
<i>Holothuria sp.</i>		x			x			
<i>Isostichopus badionotus</i>		x					x	
<i>Actinopyga agassizi</i>				x	x	x	x	
Chordata (Actinopterygii)								
<i>Ablennes hians</i>			x					
<i>Abudefduf saxatilis</i>		x	x	x				
<i>Acanthurus stractus</i>								x
<i>Acanthurus chirurgus</i>		x						
<i>Archosargus rhomboidalis</i>		x						
<i>Calamus penna</i>	x	x	x	x		x		
<i>Caranx bartholomaei</i>				x		x		
<i>Caranx ruber</i>			x	x				x
<i>Decapterus macarellus</i>							x	
<i>Coryphopterus glaucofraenum</i>					x	x	x	
<i>Eucinostomus argenteus / jonesii</i>					x			
<i>Eucinostomus havana / gula</i>			x		x			
<i>Gerres cinereus</i>		x	x	x				
<i>Haemulon aurolineatum</i>	x	x		x		x	x	x
<i>Haemulon flavolineatum</i>	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Haemulon plumieri</i>	x	x	x	x	x	x	x	x

Especies	Sitios de muestreo							
	Pastos marinos				Pendientes fangosas			
	GBBE 1	GBBE 2	GBBE 3	GBBE 4	GBBE 5	GBBE 6	GBBE 7	GBBE 8
<i>Haemulon sciurus</i>			x					
<i>Haemulon parra</i>		x	x					x
<i>Anisotremus virginicus</i>		x	x	x	x	x	x	x
<i>Halichoeres bivittatus</i>	x	x	x	x				
<i>Lachnolaimus maximus</i>		x						x
<i>Holocentrus adscensionis</i>	x	x	x					
<i>Hypoplectrus gummigutta</i>	x	x						
<i>Hypoplectrus nigricans</i>	x			x		x		
<i>Hypoplectrus puella</i>		x	x	x	x	x	x	x
<i>Hypoplectrus unicolor</i>		x						
<i>Serranus subligarius</i>	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Diplectrum formosum</i>							x	
<i>Lutjanus analis</i>	x		x	x		x		
<i>Lutjanus apodus</i>	x		x	x			x	x
<i>Lutjanus griseus</i>	x	x	x	x			x	
<i>Lutjanus jocu</i>			x					
<i>Lutjanus synagris</i>	x	x		x	x	x	x	x
<i>Ocyurus chrysurus</i>		x	x					
<i>Equetus acuminatus</i>			x	x	x			x
<i>Odontoscion dentex</i>		x		x				x
<i>Parablennius marmoreus</i>						x		
<i>Pomacanthus arcuatus</i>	x	x	x	x		x	x	x
<i>Pomacanthus paru</i>		x			x	x		
<i>Scarus iserti</i>	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Sphyaena barracuda</i>			x	x				
<i>Synodus intermedius</i>					x			
<i>Atherinomorus stipes</i>			x					
<i>Jenkinsia lamprotaenia</i>	x		x	x				
<i>Stephanolepis setifer</i>	x							
<i>Acanthostracion quadricornis</i>						x		
<i>Lactophrys trigonus</i>						x		
<i>Pterois volitans</i>		x						

Tabla 4. Indicadores medidos en los sitios GBBE6 y GBBE8 del Área Marina Protegida Gran Banco de Buena Esperanza (GBBE).

Indicadores	Sitio GBBE6		Sitio GBBE8	
	Promedio	Desv. St	Promedio	Desv. St
Total de colonias	97		62	
Colonias/m	1,6		0,66	
Cubrimiento vivo (%)	11,3	4,9	8,0	3,9
Diámetro máximo (cm)	23,4	12,8	32,8	23,8
Muerte antigua (%)	9,4	7,2	17,7	15,0

DISCUSIÓN

Caracterización fisicoquímica

La homogeneidad en la distribución de la temperatura superficial de la zona seguramente fue consecuencia de la excelente comunicación con el mar adyacente y la buena circulación que caracteriza la región, cuyas aguas se desplazan de este a oeste debido, principalmente, a la influencia de los Vientos Alisios (Emilsson y Tápanes, 1971 y Lluís-Riera, 1977).

Emilsson y Tápanes (1971) compararon las anomalías térmicas entre las temperaturas medias de la plataforma sur de Cuba y la del mar Caribe adyacente y determinaron la existencia de una ligera anomalía térmica (menos de 2 °C por debajo) en invierno, lo que sugiere que hubo gran influencia marina durante este período. Al estudiar las temperaturas durante el verano, los mismos autores determinaron que la diferencia entre la temperatura de los golfos de Guacanayabo y Ana María, con respecto a la temperatura del mar Caribe, era mayor en 0,8 °C, siendo otra vez ligeramente menor en la zona estudiada. Esto confirma como las aguas marinas del sur de Cuba penetran a la plataforma por la parte oriental del golfo de Guacanayabo y se desplazan hacia el Oeste en dirección al resto de la plataforma sur oriental, como consideran Emilsson y Tápanes (1971).

Lluís-Riera (1977) reportó una temperatura promedio de 27,4 °C en superficie y 27,1 °C en el fondo, para abril de 1972; para el mismo mes, pero en 1973, fue similar en ambos niveles con 27,2 °C. En febrero, la temperatura fue de 24,4 °C en superficie; con 0,3 °C menos, en el fondo. Según este autor, en junio de 1973, la temperatura se elevó en el golfo de Guacanayabo hasta 30,1 °C en superficie y 29,9 °C en el fondo, con extremos de hasta 31,2 °C. Al igual que Emilsson y Tápanes (1971), Lluís-Riera (1977), determinó que en invierno la temperatura de la zona estudiada es similar a la temperatura superficial del mar adyacente y se eleva un poco más en la época lluviosa, debido al intenso calentamiento que sufre la zona por ser más somera.

Los resultados de la salinidad constituyen otra evidencia de la homogeneidad de las aguas en esta parte del golfo de Guacanayabo. Si se compara la salinidad promedio, con la reportada por Emilsson y Tápanes (1971), que fue como promedio de 35,6 en el ciclo anual, la reportada para este estudio fue más elevada. La zona de estudio, al estar alejada de la influencia de las descargas del río Cauto, no tuvo evidencias de salinidad por debajo de la salinidad del mar adyacente.

El oxígeno fue similar (promedio de 6,3 mL L⁻¹) al determinado para el extremo oeste del golfo de Guacanayabo (cercano a la frontera con el golfo de Ana

María). La distribución horizontal de OD mostró que la concentración más baja (5,3 mL L⁻¹) se extiende por todo el sector este del área de estudio (más cercano a la costa). La saturación superó el 100 % en la mayoría de los sitios. Lluís-Riera (1977) no determinó diferencias significativas en los contenidos de OD de la zona de estudio con los del mar adyacente (tanto en superficie como en fondo), que oscilaron entre 4,3 y 4,7 mL L⁻¹ y con saturación superior al 100 %, tanto en superficie como en fondo. Dichas concentraciones indican que las aguas de la plataforma tuvieron una oxigenación uniforme y estable, independientemente del período anual.

La concentración promedio de nitrógeno inorgánico disuelto (NID) fue más elevada que la reportada por Lluís-Riera (1977), Betanzos *et al.* (2012) y Montalvo *et al.* 2010. Hay que destacar el hecho de que el muestreo de Lluís-Riera se realizó en abril de 1976 (al final de la época de escasas lluvias) y los resultados actuales fueron de julio de 2011 (al final de la época lluviosa), lo que pudo incidir en las diferencias de concentración de NID entre ambos resultados. Sin embargo, Betanzos *et al.* (2012) y Montalvo *et al.* 2010, si tuvieron concentraciones de NID en época de lluvias entre 1990 y 1991 el primero y en 2009 el segundo. En los tres estudios consultados las mayores concentraciones de NID se distribuyeron en la zona costera del golfo de Guacanayabo (alejados del GBBE).

En otras zonas de la plataforma cubana también las concentraciones de NID han sido inferiores a las de este estudio; 3,9 μM en la costa norte de Ciego de Ávila (González-De Zayas, 2012a) y entre 3,8 y 7,2 μM en la costa sur de Cienfuegos (Seisdedos *et al.* 2010).

El fósforo reactivo soluble (PRS) tuvo una concentración promedio de 1,0 ± 1,3 μM, ligeramente más elevada que los reportado por Lluís-Riera (1977), pero con máximos en la franja litoral del golfo de Guacanayabo. Similar concentración (0,71 μM como promedio, aunque con máximos de hasta 3,6 μM). Betanzos *et al.* (2012) reportaron concentraciones entre 0,7 y 2,0 como promedio en 2009 con máximos hacia la zona costera del golfo de Guacanayabo y mínimos hacia la frontera con el mar adyacente. Los máximos determinados en los sitios GBBE4 y GBBE7 (3,2 μM) pudieron estar relacionados con aportes de agua dulce desde tierra firme, aunque no fue posible determinar gradientes de salinidad que mostraran la influencia directa de ello. Concentraciones similares de PRS en algunas zonas de la plataforma cubana han sido determinadas por otros autores; 0,9 μM en la costa norte de Ciego de Ávila (González-De Zayas, 2012a) y entre 0,5 y 1,0 μM en la costa sur de Cienfuegos (Seisdedos *et al.* 2010).

El silicato reactivo soluble (SiRS) tuvo una concentración promedio de 4,2 ± 2,8 μM. Las concen-

traciones de SiRS reportadas por Lluís-Riera (1977) y Betanzos *et al.* (2012) fueron más elevadas que las de este estudio, pues oscilaron entre 3,0 y 9,3 μM como promedio, con máximos de hasta 11,0 μM , en junio de 1973. Hay que destacar que ambos autores tuvieron sitios de muestreos en la zona costera adyacente a tierra firme, donde la llegada de aguas dulces desde tierra firme contribuye al incremento en la concentración de SiRS.

La proporción para la producción primaria del fitoplancton fue casi el doble a la propuesta por Redfield (1934) (16/1). Las relaciones NID/PRS y NID/PRS permitieron revelar que tanto el PRS, como SiRS, son nutrientes limitantes en las aguas del área de estudio, los cuales deberían estar disponible a partir de los aportes de agua dulce como los ríos y las lluvias, e internas como el reciclamiento. La limitación por PRS y SiRS mostró la limitada influencia que tienen la descarga fluvial del mayor río de Cuba (Cauto) sobre una zona de gran importancia económica para el país, desde el punto de vista pesquero. González-De Zayas (2012a) encontró limitación por PRS en la zona costera al norte de Ciego de Ávila entre 2007 y 2009; sin embargo, Seisdedos *et al.* (2010) determinó que el nitrógeno fue el nutriente limitante en la zona costera al sur de Cienfuegos.

La evaluación del estado trófico de las aguas de la zona de estudio (utilizando el IE propuesto por Karydis *et al.* (1983) mostró que IE calculado, usando el NID, fue de 3,5 (entre 3 y 5 es mesotrófico). Al calcular el IE usando el PRS, se obtuvo un valor de 1,9, por lo que la zona de estudio estuvo condiciones oligotróficas (menor a 3). Betanzos *et al.* (2012) reportaron que para el 50 % de los sitios muestreados en golfo de Guacanayabo se apreciaron características mesotróficas ($\text{IE} \geq 3$), tanto para el NID como para el PRS, con los mayores valores en la franja paralela a la línea de costa. Seisdedos *et al.* (2010), llegó a similar conclusión en la zona sur de Cienfuegos. Sin embargo, otros sistemas como la bahía de La Habana, tuvo alto estado trófico (Reyes, 2008) ya que además de tener la influencia de vertimientos domésticos e industriales durante décadas, presentó un menor intercambio con el mar adyacente por ser un sistema semicerrado.

Inventario de especies

La densidad promedio de *T. testudinum* para el área fue considerada como media, lo que pudo deberse a la escasa capa de arena en el sustrato (de un espesor aproximado de 5 cm sobre cascajos). Ello permite inferir el desarrollo de arrecifes en el pasado, sustituidos en la actualidad por pastos marinos, lo que podría ser la explicación de la presencia abundante de algas del género *Padina* y *Dyctiota*, poco comunes en los pastos y muy abundantes en los

arrecifes de coral. Sin embargo, Guerra-García *et al.* (2005) sostienen que en el área de estudio existen formaciones arrecifales sepultadas, que morfológicamente no difieren en nada de las actuales. El estado de conservación del pasto marino fue bueno, aunque se observaron muchas hojas parduscas en *T. testudinum*, incluso en plantas jóvenes. La canopia fue baja al igual que la cobertura. Entre los organismos asociados a este hábitat, las especies de moluscos identificadas enriquecen las reportadas por Martínez-Estalella (1982) para las zonas bajas del golfo de Guacanayabo, a pesar que no para todas se constató su presencia.

El número total de especies de corales (44) fue similar al reportado por Zlatarski y Martínez-Estalella (1980) y al consignado por González-Díaz *et al.* (2012), para el golfo de Ana María (41). A pesar de las diferencias estructurales entre el GBBE y el golfo de Ana María, en ambas zonas, predominaron las mismas especies y hubo alta diversidad y baja afectación en la salud de los corales pétreos, lo que puede estar respaldado por las condiciones oligotróficas presentes en dichas zonas de la plataforma cubana (González-De Zayas, 2012b).

No obstante a lo anteriormente planteado, según los criterios de Alcolado y Durán (2011), los sitios GBBE6 y GBBE8, mostraron condiciones de regular a pobre para el cubrimiento vivo, y críticas ante la densidad de colonias. Como aclaran estos autores, no siempre estas circunstancias muestran una condición crítica. En este caso, el propio entorno de arrecifes únicos en estructura (Zlatarski, 2002), donde predominan colonias delicadas de los géneros *Oculina* y *Cladocora* (Claro, 2007a) puede inducir a que el cubrimiento y la densidad sean normalmente bajos. Ello también podría ser la razón por la cual el diámetro máximo muestra una condición de pobre a crítica. Para una mayor certeza se hace necesario una futura evaluación con mayor número de sitios de muestreo.

En las pendientes fangosas además del género *Oculina*, cuyas colonias observadas no siempre fueron identificadas hasta especies por no corresponder con las reportadas en la literatura (Zlatarski y Martínez-Estalella, 1980), y de la especie *M. alcicornis*, se destacó la presencia de *P. astreoides*, especie tolerante a prolongados periodos de alta sedimentación (Bruckner, 2002), parámetro muy apreciable en los sitios muestreados, donde la visibilidad horizontal apenas alcanzó 1 m.

Para el GBBE, además de la especie *M. alcicornis*, también está consignada *M. alcicornis* f. *delicatula* (Zlatarski y Martínez-Estalella, 1980) con características similares a *M. alcicornis* (Linnaeus, 1758), pero con dimensiones menores. Por su parte, además de *Eusmilia fastigiata* (Pallas, 1766), está identificada la especie *E. fastigiata* f. *guacanayabensis* (Zlatarski y

Martínez-Estalella, 1980) distinguida por su exoesqueleto frágil, con dimensiones menores a la especie *E. fastigiata*. Su forma se considera endémica del GBBE porque hasta ahora no está reportado tal fenotipo en ningún otro lugar del mundo (comunicación personal del Dr. V. Zlatarski). A pesar de no haber sido identificada en este monitoreo *M. alcornis* f. *delicatula* y si *E. fastigiata* f. *guacanayabensis*, es necesario determinar las categorías taxonómicas de estas especies y conocer más sobre la importancia que tienen para la biodiversidad, y así definir medidas para la conservación de este fenómeno evolutivo.

Como en los estudios previos de Zlatarski y Martínez-Estalella (1980), en el GBBE no se observaron colonias de *Acropora palmata* (Lamarck, 1816), al parecer porque sus plánulas no encuentran condiciones favorables para su asentamiento, por ausencia de un sustrato duro o porque tal vez las aguas del GBBE no son lo suficientemente turbulentas como para ello. Las otras dos especies nominales de este género en el Atlántico fueron consideradas como válidas a partir de 1980 (Zlatarski y Martínez-Estalella, 1980), cuando *Acropora prolifera* (Lamarck, 1816) fue aceptada con interrogante por primera vez, como una especie independiente. Más recientemente, van Oppen et al. (2000), y Vollmer y Palumbi (2002), mostraron que *A. prolifera* es un híbrido entre *Acropora cervicornis* (Lamarck, 1916) y *A. palmata*. La presencia, en la zona de estudio, del híbrido y de solo una de las especies parentales (*A. cervicornis*) conlleva a diferentes hipótesis. Por ejemplo, según el Dr. Zlatarski (Zlatarski V., comunicación personal) los gametos de las especies *A. cervicornis* y *A. palmata* puede ser arrastrado hacia el GBBE, por las corrientes o durante las tormentas, lo que pudiera facilitar la formación de los híbridos. Igual situación debe ocurrir con las propias plánulas de *A. prolifera*, las cuales pudieran trasladarse hasta alcanzar el sustrato adecuado para su asentamiento, que al parecer encuentran en los pastos marinos de la zona de estudio.

La presencia de *A. prolifera* se puede asociar además a su capacidad de reproducción por fragmentación, facilitada muy probablemente, por la incidencia en la zona de depresiones tropicales, tormentas tropicales y huracanes, los cuales desde 1851 hasta 2012, suman un total de 46 (Estación Meteorológica de Primer Orden 78339, CIEC). También su presencia pudiera incrementarse debido al retrocruzamiento de algunos híbridos con *A. cervicornis* (Vollmer y Palumbi, 2002). Es válido tener presente que esta especie no fue reportada para el GBBE por Zlatarski y Martínez-Estalella (1980), cuando estudiaron la zona con 15 estaciones de muestreo, por lo que no se descarta la posibilidad de estar en presencia de morfotipos de *A. cervicornis*, que responden a las condiciones ambientales particulares del

GBBE. Entre las colonias analizadas, de *A. prolifera*, no se detectaron los diferentes morfos que se han mostrado en otras zonas del Caribe, como Puerto Rico (Vollmer y Palumbi, 2002).

Las familias de peces mejor representadas coinciden con dos de las más abundantes del golfo de Ana María (Lutjanidae y Serranidae), según Pina-Amargós et al. (2012). La diversidad de los peces en las pendientes fangosas fue media, mientras que la densidad fue alta. Al parecer, la estructura del arrecife no garantiza la complejidad necesaria del sustrato para formar refugios y según Alcolado y Durán (2011), y Claro y Parenti (2001), la diversidad de los peces está dada principalmente por la complejidad del sustrato. También Claro et al. (2001) exponen que la diversidad específica es más alta donde el área y la gran variedad de tamaños y formas de los refugios permiten el mantenimiento de especies con diferentes requerimientos de hábitats.

El inventario de especies, realizado en este estudio, muestra la constitución actual de las comunidades de vegetación marina, moluscos, crustáceos, equinodermos, corales pétreos y peces del GBBE. Ello junto a los resultados obtenidos en la caracterización fisicoquímica, sientan las bases para futuras investigaciones ecológicas y han generado nuevas hipótesis de trabajo dirigidas, fundamentalmente, hacia la presencia de posibles nuevas especies y a estudios de hibridación y evolución de un género (*Acropora*).

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la tripulación de la embarcación "La Reina" y al Instructor de Buceo Noel López Fernández pertenecientes a la Sucursal Marlin Jardines de la Reina, a Miguel Cabrera Castellanos del Instituto de Geología y Paleontología (IGP), a Luis Manuel Batista del Centro de Investigaciones de Ecosistemas Costeros (CIEC), a Carlos Antonio Ocano Busía del Parque Nacional Desembarco del Granma y al Proyecto "Aplicación de un enfoque regional al manejo de áreas costeras y marinas protegidas en los archipiélagos del sur de Cuba". GEF/PNUD. No. 3973, dirigido por el Centro Nacional de Áreas Protegidas (CNAP). Un especial agradecimiento a los técnicos Eduardo del Sol Cruz y Liván Rodríguez Ávila, sin los cuales hubiese sido imposible la ejecución del trabajo. También se le agradece a los árbitros cuya contribución anónima ha sido muy valiosa.

REFERENCIAS

- Abbott RT (1954) *American Seashells*. Van Nostrand Reinold, Nueva York, EE.UU, 541 p.
- Alcolado, P.M., Caballero, H., Perera, S. (2009a) Tendencia del cambio en el cubrimiento vivo por

- corales pétreos en los arrecifes coralinos de Cuba. *Ser. Oceanol.*, **5**, 1-14.
- Alcolado, P.M., Hernández-Muñoz, D., Caballero, H., Busutil, L., Perera, S., Hidalgo, G. (2009b) Efectos de un inusual período de alta frecuencia de huracanes sobre el bentos de arrecifes coralinos. *Rev. Cien. Mar. Cost.*, **1**, 73-94.
- Alcolado, P.M., Durán, A. (2011) Sistema de escalas para la clasificación y puntaje de condición del bentos e ictiofauna de arrecifes coralinos de Cuba y del Gran Caribe. *Ser. Oceanol.*, **8**, 25-29.
- Betanzos, A., Garcés, Y., Delgado, G., Pis, M.A. (2012) Variaciones espacio-temporales de nutrientes y grado de eutrofización en aguas de los golfos de Ana María y Guacanayabo, Cuba. *Rev. Mar. Cost.*, **4**, 117 – 130.
- Bruckner, A.W. (2002) *Potential Application of the U.S. Endangered Species Act as a Conservation Strategy. Proceedings of the Caribbean Acropora Workshop*, Silver Spring, MD., pp. 89-94.
- Caballero, H., Alcolado, P.M. (2011) Condición de arrecifes de coral sometidos a presiones naturales recientes: bajos de Sancho Pardo, Cuba. *Rev. Mar. Cost.*, **1**, 49-72.
- Caballero, H., Alcolado, P.M., Semidey, A. (2009) Condición de los arrecifes de coral frente a costas con asentamientos humanos y aportes terrigenos: El caso del litoral Habanero, Cuba. *Rev. Mar. Cost.*, **1**, 51- 65.
- Callum, M.R., McClean, C.J., Veron, J.E.N., Hawkins, J.P., Allen, G.R., McAllister, D.E., Mittermeier, C.G., Schueler, F.W., Spalding, M., Wells, F., Vynne, C., Werner, T.B. (2002) Marine Biodiversity Hotspots and Conservation Priorities for Tropical Reefs. *Science*. **295**, 1280-1284.
- Claro, R. (2007a) *La Biodiversidad marina de Cuba*. Instituto de Oceanología, La Habana, Cuba, CD-ROM.
- Claro, R. (2007b) Peces-Filo Chordata, subfilos Cephalochordata (Acrania) y Vertebrata (Craniata). Lista de especies registradas en Cuba (octubre de 2006). En R. Claro, (Ed.), *La Biodiversidad marina de Cuba* (CD-ROM). La Habana, Cuba: Instituto de Oceanología.
- Claro, R., Lindeman, K.C., Parenti, L.R. (2001) The marine ichthyofauna of Cuba. En R. Claro, K.C. Lindeman and L.R. Parenti, (Eds.), *Ecology of the marine fishes of Cuba* (pp. 21-32). Washington D.C, EE.UU: Smithsonian Institution Press.
- Claro, R., García-Arteaga, J.P., Pina-Amargós, F. (2001) La ictiofauna de los fondos blandos del archipiélago Sabana-Camagüey, Cuba. *Rev. Invest. Mar.*, **22**, 117-128.
- Cobián, D., Chevalier, P.P. (2009) Evaluación de las asociaciones de peces de los arrecifes coralinos del centro internacional de buceo María la Gorda, Parque Nacional Guanahacabibes, Cuba. *Rev. Mar. Cost.*, **1**, 111-125.
- Emilsson, I., Tápanes, J. (1971) Contribución a la hidrología de la plataforma sur de Cuba. *Ser. Oceanol.*, **9**, 1-30.
- Eschmeyer, W.N. (1998) *Catalog of Fishes. Special Pub. No. 1 of the Center for Biodiversity Research and Information*. Acad. Sci., San Francisco, California, EE.UU.
- Espinosa, J., Ortea, J., Sánchez, R., Gutiérrez, J. (2012) *Moluscos marinos. Reserva de la Biosfera de la Península de Guanahacabibes*. Instituto de Oceanología, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, La Habana, Cuba, 325 p.
- Gómez, O. (1980) *Sistemática de los braquiuros (Crustacea, Decapoda, Brachyura) de Cuba*. Tesis de Doctorado, Facultad de Biología y Centro de Investigaciones Marinas, Universidad de La Habana, Cuba, 115 pp.
- González-De Zayas, R. (2012a) *Balance de nitrógeno y fósforo en una laguna costera tropical (Laguna Larga, Cuba)*. Tesis de Doctorado, Universidad Nacional Autónoma de México, México, 100 pp.
- González-De Zayas, R., Lestayo González, J.A., Merino-Ibarra, M., Castillo-Sandoval, F.S. (2012b) Condiciones hidroquímicas recientes de la zona central del golfo de Ana María. *Rev. Invest. Mar.* **32**, 9-14.
- González-Díaz, P., Perera-Pérez, O., Andrés-Pérez, J., Hernández-Fernández, L. (2012) Biodiversidad de corales, gorgonias y esponjas en un sector del golfo de Ana María. *Rev. Invest. Mar.*, **32**, 20-29.
- González-Ferrer, S. (2009) Diversidad de Organismos. Celenterados-Filo Cnidaria: Clase Anthozoa, Subclase Zoantharia, corales pétreos-Orden Scleractinia. En R. Claro, (Ed.), *Biodiversidad marina de Cuba* (pp. 42-46). La Habana, Cuba: Instituto de Oceanología.
- Grasshof, K, Ehrhardt, M., Kremling, K. (1983) *Methods of seawater analysis*. Verlag Chemie, Weinheim, Alemania.
- Guerra-García, R.F., Rivas Rodríguez, L., Sosa Fernández, M., Peón Caso, C.M., Chávez, M.E., Legrá Terrero, G. (2005) *Geología de la plataforma marina cubana*. Instituto de Oceanología, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, La Habana, Cuba. 351 p.
- Hendler, G., Miller, J.E., Pawson, D.L., Kien, P.M. (1995) *Sea Stars, Sea Urchins, and Allies: Echinoderms of Florida and the Caribbean*. Smithsonian Institution Press, Washington D.C., EE.UU. 390p.

- Hernández-Fernández, L., de la Guardia, E., Brady, K.A. (2008) Comunidad de corales pétreos en la costa norte de Ciego de Ávila, Cuba. *Rev. Invest. Mar.*, **29**, 125-130.
- Humann, P. (2002) *Reef Creature Identification*. Jacksonville, Florida, EE.UU. pp. 140-163.
- Jones, R.S., Thompson, M.J. (1978) Comparison of Florida reef fish assemblages using a rapid visual technique. *Bull. Mar. Science.*, **28**, 159-172.
- Karydis, M., Ignatiades, L., Moschopoulou, N. (1983) An Index associated with Nutrient Eutrophication in the Marine Environment. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, **16**, 339-344.
- Kimmel, J.J. (1985). A new species-time method for visual assessment of fishes and its comparison with established methods. *Environ. Biol. Fish.*, **12**, 23-32.
- Kirkwood, D.S. (1994) *Sanplus segmented flow analyzer and its applications*. Seawater analysis. Skalar Amsterdam, Holanda.
- Littler, D.S., Littler, M.M. (2000) *Caribbean Reef Plants. An Identification Guide to the Reef Plants of the Caribbean, Bahamas, Florida and Gulf of Mexico*: Offshore Graphics, Washington D. C., EE.UU. 542 p.
- Lluis-Riera, M. (1977) *Estudio hidrológico de la plataforma suroriental de Cuba y aguas oceánicas adyacentes*. Editorial Academia de Ciencias de Cuba, La Habana, Cuba. **16**, 1-29.
- Martínez-Estalella, N. (1982) Sistemática del género *Millepora* (Hydrozoa: Milleporidae) y datos sobre algunos organismos asociados. *Poeyana*. **246**, 1-27.
- Mikkelsen, P.M., Bieler, R. (2008) *Seashells of southern Florida: living marine mollusks of the Florida Keys and adjacent regions, Bivalves*. Princeton University Press, Princeton, EE.UU. 503 p.
- Montalvo, J.F., Perigó, E., Martínez, M., García, I., Esponda, S., Cesar, M.E., García, R., López, D., García, N., Blanco, M. (2010) Compuestos de nitrógeno y fósforo en las aguas superficiales de tres zonas de la plataforma marina cubana. *Ser. Oceanol.*, **7**, 27-36.
- Nelson, J.S., Crossman, E.J., Espinosa-Pérez, H., Findley, L.T., Gilbert, C.R., Lea, R.N., Williams, J.D. (2004) Common and scientific names of fishes from the United States, Canada and Mexico. *Am. Fish. Soc. Special Publ.*, **29**, 1-386.
- Pina-Amargós, F., Hernández-Fernández, L., Clero, L., González-Sansón, G. (2008) Características de los hábitats coralinos en Jardines de la Reina, Cuba. *Rev. Invest. Mar.*, **29**, 225-237.
- Pina-Amargós, F., Salvat Torres, H., Angulo Valdés, J.A., Cabrera Páez, Y., García-Machado, E. (2012) Ictiofauna del golfo de Ana María, Cuba. *Rev. Invest. Mar.*, **32**, 45-53.
- Redfield, A.C. (1934) On the proportions of organic derivations in sea water and their relation to the composition of plankton. En R.J. Daniel, (Ed.), *James Johnstone Memorial Volume* (pp. 177-192). Liverpool, Reino Unido: Liverpool University Press.
- Reyes, T.T. (2008) *Niveles de eutrofización en las bahías de La Habana, Mariel, Matanzas, Cárdenas y Puerto Padre, Cuba*. Tesis de Diploma, Universidad de La Habana, Cuba, 35 pp.
- Robins, C.R., Ray, G.C., Douglass, J., Freund, R. (1986) *A field Guide to Atlantic Coast fishes North America*. Editorial Houghton Mifflin Harcourt, Nueva York, EE.UU. 354 p.
- Roff, G., Mumby, P.J. (2012) Global disparity in the resilience of coral reefs. *Trends Ecol. Evol.*, **27**, 404-413.
- Seisdedo, M., Moreira, A., Arencibia, G., Pérez, I. (2010) Análisis comparativo del estado trófico de las aguas en la costa oriental de la provincia de Cienfuegos, Cuba. *Rev. Invest. Mar.*, **31**, 124-130.
- van Oppen, M.J.H., Willis, B.L., Van Vugt, H.W.J.A., Miller, D.J. (2000) Examination of species boundaries in the *Acropora cervicornis* group (Scleractinia, Cnidaria) using DNA sequence analyses. *Mol. Ecol.*, **9**, 1363-1373.
- Vollmer, S.V., Palumbi, S.R. (2002) Hybridization and the evolution of reef coral diversity. *Science*, **296**, 2023-2025.
- Warmke, G.L., Abbott, R.T. (1962) *Caribbean Seashells*. Editorial Dover Publications, Nueva York, EE.UU. 346 p.
- Wright, R.C. (1983) A modified field version of the Winkler determination of dissolved oxygen for testing remote sources of water. *New Phytol.*, **95**, 37-40.
- Wynne, M.J. (inédito) A checklist of benthic marine algae of the tropical and subtropical western Atlantic: third revision. Nova Hedwigia, 161 p.
- Zlatarski, V.N. (2002) *The Reticulated Reefs in Golfo de Guacanayabo, Cuba and Bioconstructions in the "Urgonian", Bulgaria*. International Society for Reef Studies, European Meeting Cambridge, Reino Unido. Rev. noviembre 21, 2013. Distribuido en Internet, <http://habitatnews.nus.edu.sg/news/pulauhantu/2006/04/can-reefs-exist-in-murky-waters.html>.
- Zlatarski, V.N., Martínez-Estalella, N. (1980) *Escleractinios de Cuba con datos sobre sus organismos asociados* (en ruso). Editorial Academia de Bulgaria, Sofia, Bulgaria.

Recibido: 20/08/2013
Aceptado: 21/11/2013

Como citar este artículo:

Hernández-Fernández, L., Olivera, Y., González-De Zayas, R., Salvat Torres, H., Guimaraes Bermejo M., Ventura Díaz, Y., Pina-Amargós, F. (2013) Caracterización fisicoquímica e inventario de especies del Gran Banco de Buena Esperanza, golfo de Guacanayabo, Cuba. *Rev. Invest. Mar.* **33**(2), 43-57.