



Fuentes de arenas biogénicas de la playa Varadero, Matanzas, Cuba. II. Moluscos y foraminíferos

Sources of biogenic sands of Varadero beach, Matanzas, Cuba. II. Mollusks and foraminifera

Beatriz Martínez-Daranas^{1*}, José Espinosa², María Elena Chávez³, Raúl Martell⁴, Miguel Hernández² y Jorge L. Hernández².

¹ Centro de Investigaciones Marinas (UH/MES), Calle 16 N° 114, Playa, La Habana CP 11300, Cuba.

* Email: beatriz@cim.uh.cu

² Instituto de Oceanología (CITMA). Ave 1ª No. 18406, Reparto Flores, Playa, La Habana CP 12100, Cuba.

³ Instituto de Geología y Paleontología (MINBAS). Vía Blanca No.1002 y Carretera Central, San Miguel del Padrón, La Habana CP 11000, Cuba.

⁴ Instituto de Ecología y Sistemática (CITMA). Carretera de Varona, km 3½, Capdevila, Boyeros, La Habana CP 11900, Cuba.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se pudo realizar gracias al proyecto “Evaluación de las fuentes de arenas biogénicas de la Playa de Varadero” del Instituto de Oceanología. Nuestro reconocimiento a los buzos José Ignacio González Rodríguez y Benito García Salum, así como a las tripulaciones de los barcos “Proyecto” y “Poseidón” por su inestimable participación en las campañas de muestreos. También se desea agradecer a los árbitros anónimos que contribuyeron a mejorar el artículo.

RESUMEN

Se realizó un estudio de las comunidades de moluscos y foraminíferos bentónicos como posibles productores de bioclastos, en la playa de Varadero y zonas aledañas en abril del 2001. Se inventariaron 106 especies de moluscos y 12 de foraminíferos. La riqueza de especies según el índice de Margalef (5,7 - 9,3) y la densidad (190,9-1228,6 ind.m⁻²) de moluscos fueron altas, mientras que la biomasa fue baja (0,6 - 66,2 g.m⁻²), debido al pequeño tamaño que tiene la mayoría de las especies recolectadas. La riqueza de especies de foraminíferos fue baja (0,2-0,8), pero las densidades altas (412,1 -16630,5 NFv.m⁻²). No se observó ninguna tendencia espacial en cuanto a la distribución de ambos grupos en la zona de estudio. Se recomienda un estudio que integre las tasas de sedimentación, origen y la edad de los sedimentos para conocer si la tasa de producción actual de bioclastos en la playa Varadero es suficiente para equilibrar la pérdida de sedimento que se está produciendo.

ABSTRACT

A study about mollusk and foraminifera benthonic communities as possible bioclast producers in Varadero beach and surrounding areas was carried out in April 2001. One hundred and six species of mollusks and 12 of foraminifera were inventoried. Mollusk species richness according to Margalef index (5.7 – 9.3) and their density (190.9 – 1228.6 ind.m⁻²) were high, while their biomass was low (0.6 – 66.2 g.m⁻²), due to the small size of most collected species. Foraminifera species richness (0.2 – 0.8) was low, but their densities were high (412.1 -16630.5 NFv.m⁻²). No spatial tendency was found in the distribution of both groups in the study area. A study that integrates sedimentation rates, origin and age of sediments is recommended to determine if current bioclastic production rate in Varadero beach is sufficient to balance the sediment losses that are taking place.

Palabras clave: Moluscos, foraminíferos, bioclastos, playa Varadero, Matanzas, Cuba.

Keywords: *Mollusks, foraminifera, bioclasts, Varadero beach, Matanzas, Cuba.*

INTRODUCCIÓN

La playa de Varadero, ubicada al Oeste de la península de Hicacos, es el polo turístico más importante de Cuba con más de 15000 habitaciones (Alfonso Martínez & Cabrera Hernández,

2007), siendo la calidad de las aguas y de sus arenas los principales atractivos para el sostenimiento de esta industria en dicha localidad. La composición de sus arenas es biogénica, constituida mayormente por los esqueletos o las conchas de algas calcáreas (45,5%), moluscos (31%), foraminíferos (12,4%), un 8% de restos inorgánicos y un 3% de componentes de otros organismos (Juanes, 1996).

Los moluscos constituyen uno de los grupos de invertebrados con mayor radiación evolutiva (estimada en más de 150000 especies fósiles y recientes) y de gran extensión ecológica y geográfica, con representantes marinos, terrestres y dulceacuícolas en casi todas las regiones del mundo. Estos organismos hacen un gran aporte a la producción de los bioclastos que forman los sedimentos marinos (Flor, Llera, & Ortea, 1982; Harney, Grossman, Richmond, & Fletcher, 2000), fundamentalmente las especies de tallas pequeñas y ciclos de vida cortos, así como los juveniles de muchas otras de talla mayor, las que alcanzan su mayor diversidad y abundancia en las zonas litoral y nerítica, generalmente asociadas a la vegetación del fondo. Se ha observado que en algunos sitios de Cuba pueden llegar incluso a ser la principal fuente de bioclastos de los sedimentos marinos, dando lugar a arenas biodetríticas conocidas como conchales.

La fauna potencial de moluscos marinos recientes de Cuba debe sobrepasar las 1800 especies (datos propios inéditos), aunque hasta el presente sólo se han registrado formalmente para nuestras costas unos 1770 moluscos marinos; de ellos 1322 gasterópodos, 338 bivalvos, 43 escafópodos, 37 cefalópodos, 29 polioplacóforos y un aplacóforo (Espinosa, Ortea, Sánchez, & Gutiérrez, 2012). La gran mayoría de estas especies (75,2%) son bentónicas que se distribuyen por las zonas nerítica y litoral, mientras que para la zona circalitoral y el sistema afital o profundo se registran unas 323 (20,7%) especies. Otras 60 (3,8%) tienen hábitos de vida pelágicos (Espinosa, 2007).

Los foraminíferos constituyen uno de los grupos de organismos con conchas más abundantes de los ambientes marinos. Se estima que cerca de 6700 especies viven actualmente en todos los océanos del mundo (Hayward, Cedhagen, Kaminski, & Gross, 2011). Se pueden encontrar desde los trópicos hasta los polos, desde regiones someras hasta las grandes profundidades. En un centímetro cúbico es posible encontrar cientos de individuos vivos y muchas más conchas de individuos muertos. Las conchas de estos organismos unicelulares están comúnmente divididas en su interior por cámaras que van aumentando durante su crecimiento. En dependencia de la especie las conchas pueden estar formadas por componentes orgánicos, granos de arena u otras partículas unidas a la concha o cristales de CaCO_3 (en forma de calcita y aragonita) y su talla se encuentra entre los 100 micrómetros hasta más de 20 centímetros de longitud (Wetmore, 2001).

Se ha calculado la producción de carbonato global de los foraminíferos arrecifales a partir de 75 sitios alrededor del mundo. El primer estimado de la producción indica que generan aproximadamente 43 millones de toneladas de carbonato de calcio. Esta producción representa el 0,76% de la producción de CaCO_3 actual en los océanos y el 4,8% de los depósitos de carbonato arrecifal en el ámbito mundial. En Cuba se conocen alrededor de 750 especies de foraminíferos recientes, tanto bentónicos como planctónicos. De ellas hay 130 especies que son comunes en los fondos de la plataforma somera del Caribe (Culver & Buzas, 1982).

La acumulación de sedimentos y la formación de las playas arenosas son procesos que transcurren en largos periodos de tiempo. Con frecuencia se ignora la abundancia de comunidades actuales de organismos productores de bioclastos en la plataforma marina cubana. Por ello, se propuso como objetivo evaluar la abundancia y riqueza de especies de los principales organismos productores de bioclastos que se encuentran en los diferentes biotopos sublitorales de la península de Hicacos. Un primer trabajo tuvo como resultado la distribución de los biotopos marinos en el sublitoral de la península de Hicacos, donde las macroalgas

calcáreas fueron más abundantes en los fondos rocosos con una fina capa de sedimentos, desde la zona frente al Hotel Meliá las Américas hasta Punta Francés (Martínez-Daranas et al., en prensa). En este trabajo se propuso como objetivos, evaluar la densidad, riqueza de especies y biomasa de moluscos y foraminíferos bentónicos vivos de la zona sublitoral adyacente a la playa Varadero.

MATERIALES Y MÉTODOS

En abril del 2001 se realizó el muestreo de foraminíferos y moluscos en 14 estaciones con macrovegetación bentónica. La microlocalización de las estaciones se realizó con un GPS (Fig. 1). La profundidad entre 4 y 11 m, con una media de 8,4 m.

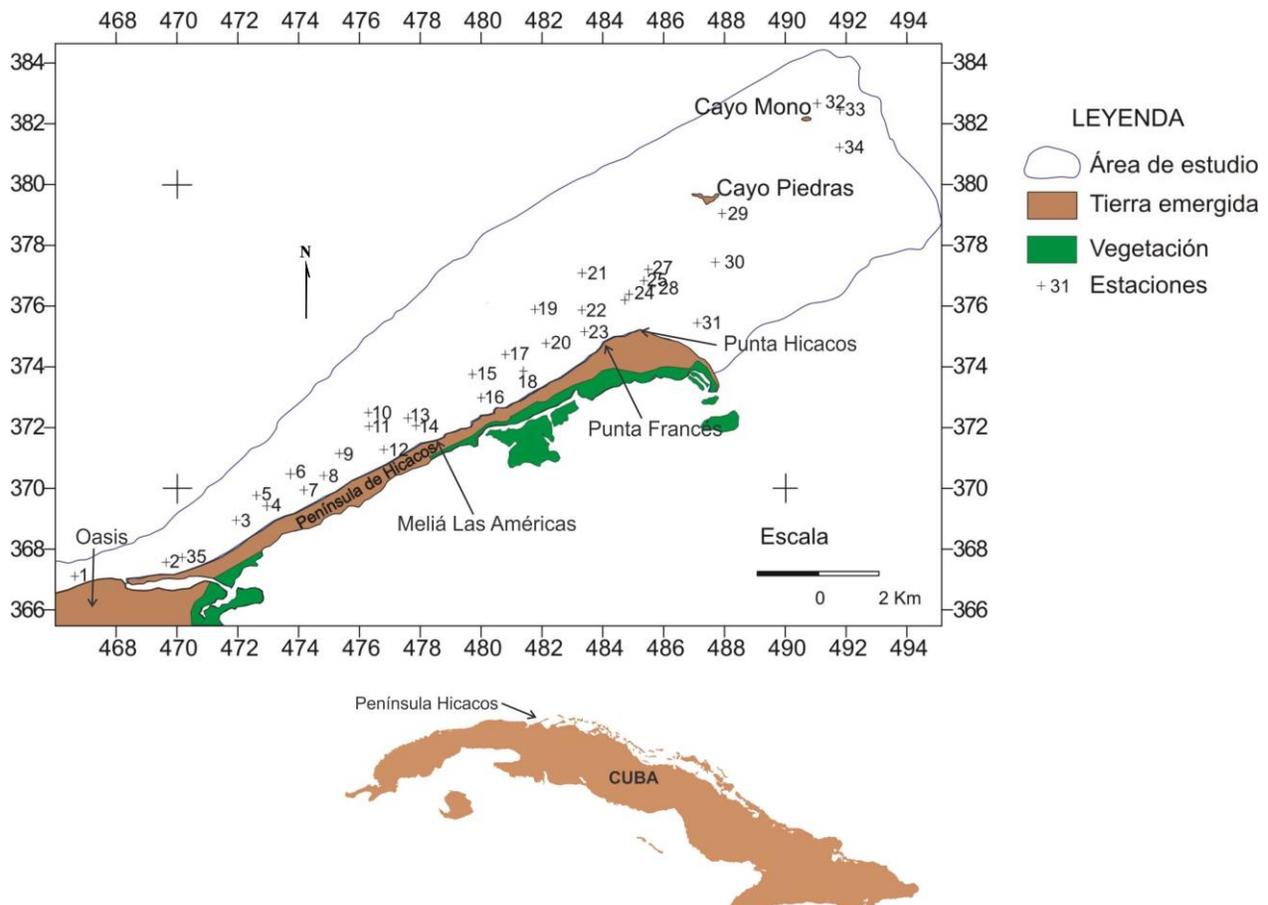


Figura 1. Área de estudio y las estaciones de muestreo en coordenadas planas.

Figure 1. Study area and sampling sites in plane coordinates.

Para el muestreo de los moluscos y los foraminíferos se empleó un tubo succionador de PVC, de 4,2 cm de diámetro interno y 72 cm de largo, provisto de un copo colector de malla de plancton de 0,3 mm de luz y un aro metálico de 20 cm de diámetro (área de muestreo). En cada estación se tomaron al azar cinco unidades de muestreo, para un área total muestreada de 0,157 m² por estación.

El tubo succionador utilizado en los muestreos de moluscos y foraminíferos fue diseñado y construido especialmente para satisfacer los objetivos de las especies en estudio. Este se diferencia del diseñado para organismos del megazoobentos (Ibarzábal, 1987), por su diámetro

reducido (4,2 cm), menor largo (72 cm) y en que es acoplado al tiro directo del regulador de buceo, lo cual permite un fácil uso y gran autonomía al colector.

Las cinco unidades de muestreo de cada estación se unieron y conservaron en formol neutralizado al 4%, posteriormente se lavaron con agua dulce y se secaron a temperatura ambiente.

Para separar los moluscos, cada réplica fue tamizada (en tamices de 2, 1 y 0,5 mm), y con la ayuda de un microscopio estereoscopio se extrajeron, identificaron y contaron los moluscos vivos. Para estimados de biomasa húmeda, el número total de individuos de cada estación fue pesado en una balanza digital de 0,5 g de precisión. Para la identificación específica de los moluscos se consultaron las obras de autoridades en la taxonomía del grupo (Abbott, 1974; De Jong & Coomans, 1988; Mikkelsen & Bieler, 2008; Redfern, 2001; Vokes & Vokes, 1983).

Posteriormente a la separación de los moluscos, el material recolectado se mezcló, pesó y cuarteó hasta obtener una cantidad suficiente para la extracción de entre 50 y 100 ejemplares de foraminíferos vivos, obteniéndose el número de foraminíferos vivos por unidad de área (NFv.m⁻²). En la identificación específica de este grupo se ha seguido el criterio de especialistas en el grupo (Loeblich & Tappan, 1988) y se actualizó la taxonomía siguiendo criterios más modernos (Hayward, et al., 2011). Se empleó el número de individuos por unidad de superficie para expresar la densidad de los foraminíferos vivos, por ser el más utilizado, generalmente (Boltorskoy, 1968).

Como índices de riqueza de especies para los moluscos y los foraminíferos se utilizaron el número total de especies (S) y el índice de riqueza de especies (R₁) (Margalef, 1951). Este último se calculó solamente cuando el número total de individuos (N) por estación fue igual o mayor a 50 individuos, siguiendo los criterios de Espinosa (1992).

Se calcularon los valores promedios e intervalos de confianza del número de especies, la densidad y la biomasa para la zona de estudio. Se realizaron mapas con la distribución de las densidades de moluscos y foraminíferos, con el programa MapInfo Professional 6.0.

RESULTADOS

Moluscos

Se identificaron un total de 106 especies de moluscos (72 gasterópodos, 28 bivalvos, tres polioplacóforos y tres escafópodos; Tabla 1). Las especies más frecuentes fueron el gasterópodo *Columbella mercatoria* (100% de frecuencia de aparición en las 14 estaciones), seguido por *Caecum cyclophorum*, *Gibberula* sp. y el bivalvo *Crassinella lunulata* (todos con el 78,5 % de frecuencia), el resto de las especies se encontraron entre una y nueve estaciones. Las especies más abundantes resultaron los gasterópodos *C. cyclophorum* (86 individuos), *Zebina browniana* (57 individuos) y el escafópodo *Antalis antillarum* (48 individuos). Las demás especies estuvieron representadas por uno hasta 38 individuos.

Tabla 1. Lista de moluscos bentónicos en la zona sublitoral de la playa Varadero.

Table 1. List of benthonic mollusks in the subtidal zone of Varadero beach.

Clase **POLYPLACOPHORA**

1. *Ischnochiton erythronotus* (C. B. Adams, 1845)
2. *Ischnochiton striolatus* (Gray, 1828)
3. *Lepidochitona liozonis* (Dall y Simpson, 1901)

Clase **GASTROPODA**

4. *Patelloida pustulata* (Helbling, 1779)
5. *Lucapinella limatula* (Reeve, 1850)
6. *Pseudostomatella coccinea* (A. Adams, 1850)
7. *Tegula fasciata* (Born, 1778)

8. *Calliostoma javanicum* (Lamarck, 1822)
9. *Astraliu phoebium* (Röding, 1798)
10. *Arene riisei* Dunker in Rehder, 1943
11. *Eulithidium adamsi* (Philippi, 1853)
12. *Eulithidium affine* (C. B. Adams, 1850)
13. *Eulithidium bellum* (M. Smith, 1937)
14. *Eulithidium thalassicolum* (Robertson, 1958)
15. *Smaragdia viridis* (Linnaeus, 1758)
16. *Cerithium atratum* (Born, 1778)
17. *Cerithium eburneum* Bruguière, 1792
18. *Cerithium litteratum* (Born, 1778)
19. *Bittilium varium* (Pfeiffer, 1840)
20. *Alaba incerta* (D'Orbigny, 1842)
21. *Modulus modulus* (Linnaeus, 1758)
22. *Finella dubia* (D'Orbigny, 1842)
23. *Vermicularia spirata* (Philippi, 1836)
24. *Crepidula depressa* Say, 1822
25. *Naticarius canrena* (Linné, 1758)
26. *Polinices lacteus* (Gülding, 1854)
27. *Alvania auberiana* (D'Orbigny, 1842)
28. *Alvania gradata* (D'Orbigny, 1842)
29. *Rissoina cancellina* Rolán y Fernández-Garcés, 2010
30. *Rissoina decussata* (Montagu, 1803)
31. *Rissoina elengatissima* D'Orbigny, 1842
32. *Zchwartziella bryerea* (Montagu, 1803)
33. *Zebina browniana* (D'Orbigny, 1842)
34. *Caecum cyclophorum* (Folin, 1867)
35. *Caecum plicatum* (Carpenter, 1858)
36. *Caecum pulchellum* Stimpson, 1851
37. *Meioceras nitidum* (Stimpson, 1851)
38. *Parviturboides interruptus* (C. B. Adams, 1850)
39. *Cymatium nicobaricum* (Röding, 1798)
40. *Cerithiopsis gemmulosum* (C. B. Adams, 1847)
41. *Cerithiopsis iontha* Bartch, 1911
42. *Retilaskeya emersoni* (C. B. Adams, 1838)
43. *Eulima auricineta* (Abbott, 1958)
44. *Melanella jamaicensis* (C. B. Adams, 1845)
45. *Chicoreus pomum* (Gmelin, 1791)
46. *Dermomurex pauperculus* (C. B. Adams, 1850)
47. *Columbella mercatoria* (Linnaeus, 1758)
48. *Columbellopsis nycteis* (Duclos, 1846)
49. *Zafrona pulchella* (Blainville, 1829)
50. *Nassarius albus* (Say, 1822)
51. *Polygona angulatus* (Röding, 1798)
52. *Morum oniscus* (Linnaeus, 1758)
53. *Gibberula* sp.
54. *Granulina* sp.
55. *Marginellopsis serrei* (Bavay, 1911)
56. *Persicula fluctuata* (C. B. Adams, 1850)
57. *Volvarina varaderoensis* Espinosa, Ortea y Morro, 2009
58. *Dentimargo* sp.
59. *Vexillum exiguum* (C. B. Adams, 1845)
60. *Vexillum gemmatum* (Sowerby, 1871)
61. *Vexillum sykesi* (Melvill, 1925)

62. *Splendrillia coccinata* (Reeve, 1850)
63. *Neodrillia cydia* Bartsch, 1943
64. *Agathoma candidissima* (C. B. Adams, 1845)
65. *Ithythythara parkeri* Abbott, 1958
66. *Conus jaspideus* Gmelin, 1791
67. *Odostomia laevigata* (D'Orbigny, 1842)
68. *Turbonilla pupoides* (D'Orbigny, 1842)
69. *Turbonilla ornata* (D'Orbigny, 1842)
70. *Turbonilla* sp.
71. *Triptychus niveus* Mörch, 1875
72. *Acteocina candei* (D'Orbigny, 1842)
73. *Bulla striata* Bruguière, 1792
74. *Atys caribaeus* (D'Orbigny, 1841)
75. *Ascobulla ulla* (Er. Marcus y Ev. Marcus, 1970)

Clase BIVALVIA

76. *Fugleria tenera* (C. B. Adams, 1845)
77. *Tucetona pectinata* (Gmelin, 1791)
78. *Brachidontes modilus* (Linnaeus, 1767)
79. *Crenella decussata* (Montagu, 1808)
80. *Musculus lateralis* (Say, 1822)
81. *Ctenoides scabra* (Born, 1778)
82. *Bractechlamys antillarum* (Récluz, 1853)
83. *Aequipecten muscosus* (Wood, 1828)
84. *Lucina pensylvanica* (Linnaeus, 1758)
85. *Ctena orbiculata* (Montagu, 1808)
86. *Ctena pectinella* (C. B. Adams, 1852)
87. *Condylocardia smithii* (Dall, 1896)
88. *Crassinella lunulata* (Conrad, 1834)
89. *Crassinella martinensis* (D'Orbigny, 1853)
90. *Dallocardia muricata* (Linnaeus, 1758)
91. *Papyridea semisulcata* (Gray, 1825)
92. *Ctenocardia guppyi* Thiele, 1910
93. *Ctenocardia media* (Linnaeus, 1758)
94. *Laevicardium serratum* (Linnaeus, 1758)
95. *Ervilia nitens* (Montagu, 1808)
96. *Merisca martinicensis* (d'Orbigny, 1853)
97. *Semele bellastrata* (Conrad, 1837)
98. *Chione cancellata* (Linnaeus, 1767)
99. *Timoclea pygmaea* (Lamarck, 1818)
100. *Gouldia cerina* (C. B. Adams, 1845)
101. *Pitar arestus* (Dall y Simpson, 1901)
102. *Petricola typica* (Jonas, 1844)
103. *Entodesma beana* (D'Orbigny, 1853)

Clase SCAPHOPODA

104. *Antalis antillaris* (D'Orbigny, 1842)
105. *Graptacme semistriolata* (Guilding, 1834)
106. *Polyschides teraschistus* (Watson, 1879)

El número de especies de moluscos por estación (S) varió desde seis (estación 4) hasta 50 (estación 8), con una media general de $24,4 \pm 7,1$ (intervalo de confianza) especies por estación. No se hallaron moluscos en los muestreos de las estaciones 21 y 22. En seis estaciones se pudo calcular el índice de Riqueza de especies de Margalef (1951), el cual fue alto en general ($R_1 = 5,7 - 9,3$); el mayor valor correspondió a la Estación 8 (Fig. 2), en la cual también se encontró el mayor número de individuos ($N = 193$).

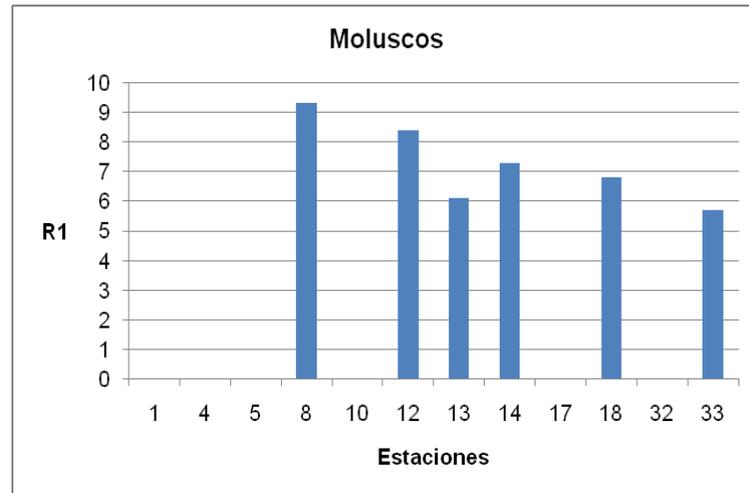


Figura 2. Riqueza de especies de moluscos en las estaciones con un número total de individuos igual o mayor a 50.

Figure 2. Mollusk species richness in stations with a total number of individuals equal or higher than 50.

Al extrapolar el número de individuos encontrados a la unidad de área, se encontró que los valores de densidad fueron altos en general. Solamente en dos estaciones no se hallaron moluscos (estaciones 21 y 22) y en otras dos (4 y 32) no sobrepasaron los 100 ind.m⁻² (76,3 y 57,2 ind.m⁻² respectivamente). En las restantes los valores estuvieron entre 190,9 y 1228,6 ind.m⁻², con una media de 376,6 ± 185,4 ind.m⁻². No se observó tendencia alguna en la distribución de las densidades de moluscos entre las estaciones (Fig. 3).

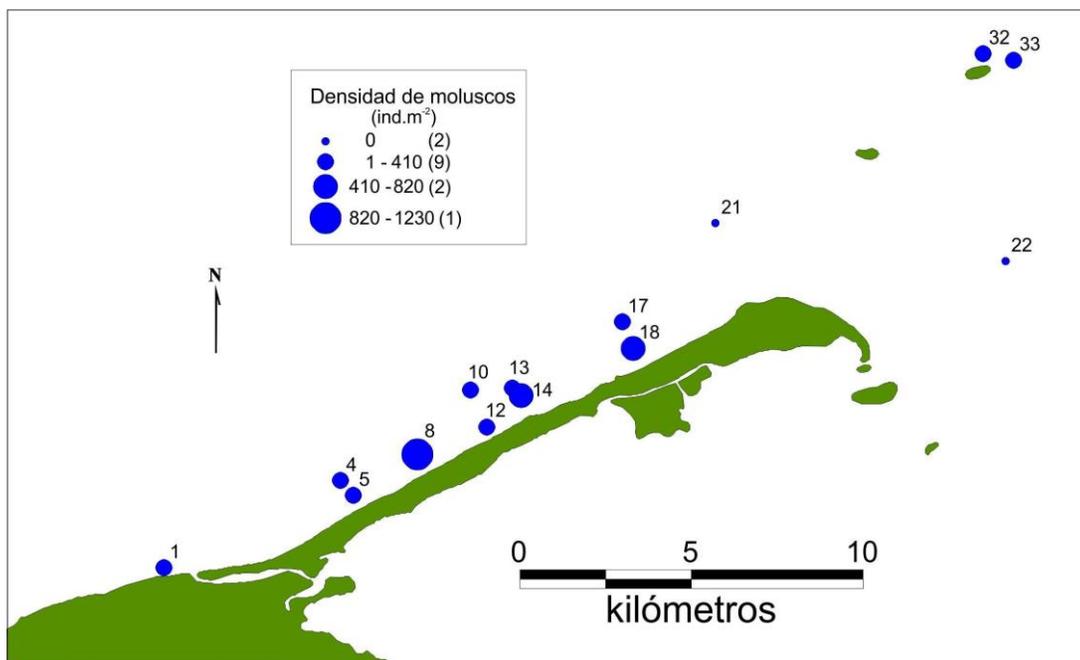


Figura 3. Densidad de moluscos en las estaciones estudiadas. Entre paréntesis el número de estaciones dentro de cada clase.

Figure 3. Mollusk density in the studied stations. Between brackets, the number of stations in each class.

La biomasa húmeda de moluscos fue muy baja (0,6 - 66,2 g.m⁻²), debido al pequeño tamaño que tiene la mayoría de las especies recolectadas. El mayor valor de biomasa se obtuvo en la estación 18 (Fig. 4) debido a dos ejemplares de una especie de tamaño grande (*Natica canrena*). La media para toda la zona fue de 10,6 ± 10,4 g.m⁻².

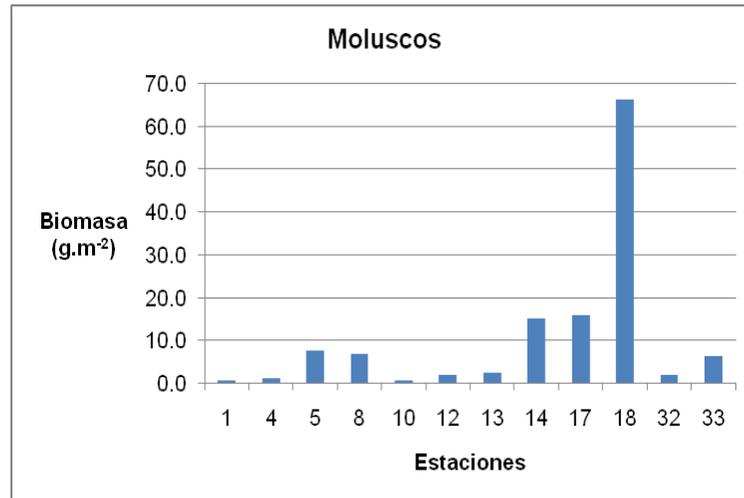


Figura 4. Biomasa húmeda de moluscos en las estaciones.

Figure 4. Mollusk wet biomass in stations.

Foraminíferos

El número de especies de foraminíferos entre todas las estaciones fue relativamente bajo (12 especies en total; Tabla 2). El número de especies por estación estuvo entre 2 y 7 (media = 4,0 ± 0,8), con valores de riqueza de especies por estación ($R_1 = 0,2 - 0,8$) mucho menores que en el caso de los moluscos (Fig. 5). Sin embargo, las especies que aparecieron mostraron una alta constancia de aparición en casi todas las estaciones de muestreo.

Tabla 2. Lista de foraminíferos bentónicos en los ecosistemas productores de bioclastos de la playa Varadero.

Table 2. List of benthonic foraminifera in bioclast-producing ecosystems of Varadero beach.

1. *Acervulina inhaerens* Schultze, 1854
2. *Amphistegina gibosa* D'Orbigny, 1839
3. *Archaias angulatus* (Fitchel y Moll, 1798)
4. *Asterigerina carinata* (D'Orbigny, 1839)
5. *Borelis* sp.
6. *Cyclorbiculina compressa* (D'Orbigny, 1839)
7. *Discorbis* sp.
8. *Heterostegina antillarum* (D'Orbigny, 1839)
9. *Peneroplis pertusus* D'Orbigny, 1839
10. *Planorbiculina* sp.
11. *Rosalina rosea* (D'Orbigny, 1839)
12. *Triloculina* sp.

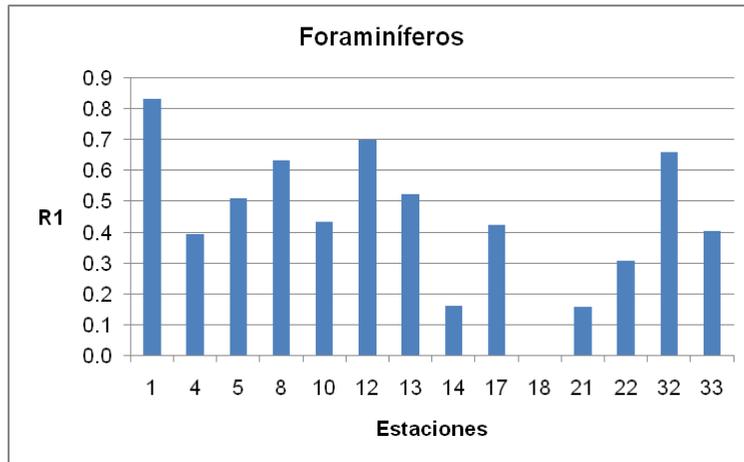


Figura 5. Riqueza de especies de foraminíferos en las estaciones con un número total de individuos igual o mayor a 50.

Figure 5. Foraminifera species richness in stations with a total number of individuals equal or higher than 50.

El número de foraminíferos vivos por unidad de área para cada estación osciló entre 412,1 (Estación 18) y 16630,5 NFv.m⁻² (Estación 5), con un valor promedio de 4561,4 ± 2512,1 NFv.m⁻². No se observó ninguna tendencia en cuanto a la distribución de la densidad de foraminíferos entre las estaciones (Fig. 6).

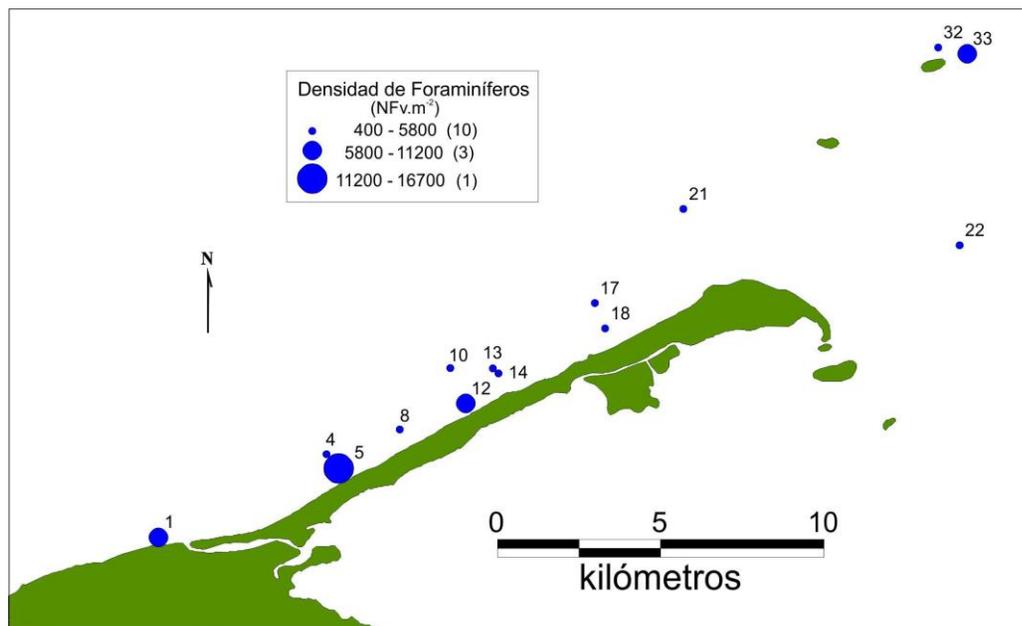


Figura 6. Densidad de foraminíferos en las estaciones estudiadas. Entre paréntesis el número de estaciones dentro de cada clase.

Figure 6. Foraminifera density in the studied sites. Between brackets, the number of stations in each class.

DISCUSIÓN

En la zona sublitoral de Varadero, hasta los 10-11 m de profundidad, predominan en extensión los fondos rocosos con una capa fina de sedimento, donde abundan las macroalgas; las áreas arenosas sin vegetación marina se hallaron paralelas y cercanas a la costa; hacia el Norte de la península se encontraron áreas de pastos marinos donde predomina *Thalassia testudinum* Banks ex König (Martínez-Daranas et al., en prensa).

La diversidad de especies de moluscos generalmente suele ser alta en los ecosistemas arrecifales y post arrecifales como son la zona trasera, los fondos rocosos y las lagunas provistas de seibadales. Los resultados aquí obtenidos al respecto están en el mismo orden de los de otros estudios similares realizados en Cuba (Alcolado et al., 1998; del Valle et al., 2000; Espinosa, et al., 2012). Para nuestro país se han reportado unas 1331 especies de moluscos para las zonas nerítica y litoral, y en este caso se encontraron 106 especies, que representan un 8% aproximadamente del total registrado, según los datos suministrados por Espinosa et al. (2012).

Las densidades encontradas en este estudio fueron, por lo general, más de 50 veces superiores a las registradas anteriormente para este grupo como integrante del megazoobentos, o sea, mayores de 4 mm de largo (Alcolado & Cortés, 1987; Espinosa, 1992; Herrera & Espinosa, 1988; Martínez-Estalella & Alcolado, 1990). Esto se debe a la inclusión en el presente estudio de los micromoluscos, los que por su abundancia, ciclos de vida cortos y pequeño tamaño, realizan un gran aporte a la producción de clastos finos. En particular, el mayor valor, correspondiente a la estación 8, es el más alto que se ha encontrado referido para las comunidades de moluscos en las costas cubanas.

En oposición a las densidades, las biomásas de moluscos encontradas fueron extremadamente bajas, en concordancia con el tamaño pequeño de la mayoría de las especies, lo cual imposibilitó además poder estimar la biomasa de ninguna especie en particular. La distribución de la biomasa entre las estaciones no sigue ninguna tendencia espacial definida y solo parece depender del peso de los individuos recolectados.

En los sustratos particulados (arena-fango) provistos de macrovegetación bentónica, fundamentalmente en praderas de *T. testudinum*, las mayores densidades y biomásas de moluscos corresponden a especies de gasterópodos herbívoros y detritófagos, principalmente de la familia Cerithiidae. Sin embargo, donde la macrovegetación está ausente, son los bivalvos los que presentan los valores más significativos, sobre todo el venérico *Chione cancellata*, cuyas densidades y biomasa pueden ser muy altas en algunos fondos de fango microaleurítico (Espinosa, 1998, 2007).

Los estudios dirigidos a determinar la riqueza de especies y las características estructurales de las poblaciones de foraminíferos no son frecuentes en zonas litorales, tal vez porque la mayor diversidad y abundancia de este grupo se alcanza en zonas profundas, entre 92 y 113 m de profundidad (Loeblich & Tappan, 1988). El presente trabajo es el primer intento que se realiza en Cuba para evaluar la abundancia de foraminíferos vivos y por lo tanto no existen otras referencias de comparación. Los resultados obtenidos hasta el presente demuestran la importancia de este grupo en la producción de bioclastos, debido a la alta densidad relativa con que se encuentran en los biotopos donde se originan las arenas biogénicas de las playas.

Las densidades de foraminíferos encontradas en este estudio son semejantes en magnitud a las reportadas en la literatura para las zonas poco profundas, como en algunas regiones del delta del Mississippi, en el Golfo de México. Se ha reportado que los foraminíferos de gran tamaño están entre los mayores productores de carbonato de calcio y abundan en los ecosistemas arrecifales (Hallock, 1999; Holtenegeger, Yordanova, Nakano, & Tatzreiter, 1999), lo cual fue corroborado en este caso, donde, a pesar de encontrar valores bajos de riqueza de

especies, la densidad fue elevada en todas las estaciones. Todas las especies encontradas en el presente estudio son consideradas como “grandes foraminíferos”.

En las tanatocenosis de moluscos y foraminíferos aparecieron numerosas especies que no fueron encontradas en la biocenosis analizada. Estas especies parecen tener poblaciones muy dispersas por lo que la probabilidad de recolectarlas vivas debe aumentar con el incremento de los muestreos. En ambos casos, de forma general, las tanatocenosis resultaron más diversas que las biocenosis lo que puede ser un reflejo de posibles arrastres de ejemplares muertos por las corrientes y el oleaje durante largos periodos de tiempo.

Uno de los intereses de las investigaciones que se están realizando en Varadero en la actualidad, radica en tratar de conocer si las comunidades de organismos calcáreos pueden, mediante su producción actual, equilibrar la pérdida de sedimento que se está produciendo en nuestras playas. Esto merece una atención más profunda por la complejidad que implica esta problemática, debido a la diversidad de organismos que pueden aportar bioclastos a los sedimentos (micro y macroalgas, moluscos, foraminíferos, corales, equinodermos, por citar los más importantes), sus diversos hábitats (bentónicos y planctónicos), sus diferentes tasas de crecimiento, reproducción y mortalidad, así como la escala de tiempo (miles a millones de años) a que ocurre la formación y acumulación de la arena, gracias a complejos procesos geomorfológicos, climáticos y oceanográficos.

Se ha podido comprobar la presencia de comunidades de organismos con esqueletos carbonatados en la playa de Varadero y zonas aledañas, como las macroalgas calcáreas (Martínez-Daranas *et al.*, en prensa) y en este estudio, moluscos y foraminíferos bentónicos. Otros grupos de potenciales generadores de bioclastos cuyo aporte pudiera ser importante, no han sido analizados en esta zona. Por ejemplo, se encontró como promedio entre 1635 y 4073 foraminíferos epifitos por hoja en la angiosperma marina *T. testudinum* en cayos de Belice (Richardson, 2006). Aunque en Varadero los pastos marinos no son dominantes como biotopo, sí abundan al NE de la península de Hicacos hacia los cayos Blancos y Cruz del Padre (Martínez-Daranas *et al.*, en prensa) y los bioclastos producidos en estas áreas pudieran ser arrastrados por las corrientes marinas hacia Varadero.

El relieve de la península de Hicacos es muy joven, con edades entre el Pleistoceno superior tardío y el Holoceno, lo cual advierte su reciente consolidación (Hernández Santana & Reyes González, 2002). Para poder analizar los aportes de organismos productores de bioclastos en tal escala de tiempo es necesario recurrir a otras técnicas. En la Bahía Kailua (Oahu, Hawaii) se logró identificar el lugar de origen, la edad y la composición de los sedimentos (Harney, et al., 2000). Se concluyó que los sedimentos superficiales de esta bahía son de origen bioclásticos en más de un 90% y observaron que el 25% de las dataciones tuvieron una edad de más de 2000 YBP (“years before present” o años antes del 1950), el 60% estuvieron entre 500 y 2000 YBP, el 1% entre 250 y 500 BPY, y solamente un 0,5% pertenecían a la denominada edad moderna (posterior a 1950). A partir de estos resultados, dichos autores sustentaron la hipótesis de que el tiempo de almacenamiento de bioclastos en la citada bahía es de escala milenaria, y que la mayor producción de los mismos ocurrió durante un incremento del nivel del mar en el Holoceno medio a tardío.

Por ello, independientemente de la presencia de comunidades vivas de organismos recientes con esqueletos carbonatados en la playa Varadero, se recomienda un estudio que integre las tasas de sedimentación, origen y datación de los sedimentos, para poder llegar a conocer si la tasa de producción de bioclastos se mantiene en la actualidad, o si ha disminuido.

REFERENCIAS

- Abbott, R. T. (1974). *American Seashells* (2nd ed.). New York: Van Nostrand Reinhold.
- Alcolado, P. M., & Cortés, R. (1987). Características de la fauna de gasterópodos de los biotopos de Punta del Este (Isla de la Juventud, Cuba). *Reporte de Investigación del Instituto de Oceanología* (57), 1-12.
- Alcolado, P. M., Espinosa, J., Martínez-Estalella, N., Ibarzábal, D., del Valle, R., Martínez-Iglesias, J. C., et al. (1998). Prospección del megazoobentos de los fondos blandos del Archipiélago Sabana-Camagüey, Cuba. *Avicennia*, 8/9, 87-104.
- Alfonso Martínez, A. A., & Cabrera Hernández, J. A. (2007). Casos de implementación del Manejo Integrado Costero en el Norte de la provincia de Matanzas. In P. M. Alcolado, E. E. García & M. E. Arellano-Acosta (Eds.), *Ecosistema Sabana-Camagüey. Estado actual, avances y desafíos en la protección y uso sostenible de la biodiversidad* (pp. 149-153). La Habana: Editorial Academia.
- Boltorsky, E. (1968). *Los foraminíferos recientes*. Buenos Aires: EUDEBA.
- Culver, S., & Buzas, M. (1982). Distribution of Recent Benthic Foraminifera in the Caribbean Region. *Smithsonian Contributions to the Marine Sciences*, 14, 1-280.
- De Jong, K. M., & Coomans, H. E. (1988). *Marine Gastropods from Curaçao, Aruba and Bonaire*. Leiden: E. J. Brill.
- del Valle, R., García-Parrado, P., Menéndez-Macía, G., Martínez-Daranas, B., Serpa, A., Abreu, M., et al. (2000). *Evaluación de los efectos ocasionados por vertimientos de aguas albañales en un arrecife costero de Ciudad de la Habana, Cuba*. Paper presented at the MARCUBA'2000, La Habana.
- Espinosa, J. (1992). *Sistemática y ecología de los moluscos bivalvos marinos de Cuba*. Tesis en opción al Grado de Doctor en Ciencias Biológicas, Universidad de La Habana.
- Espinosa, J. (1998). Moluscos marinos. In M. Vales, A. Álvarez, L. Montes & A. Ávila (Eds.), *Estudio nacional sobre la diversidad biológica en la república de Cuba*. La Habana: PNUMA/CENBIO/IES/AMA/CITMA.
- Espinosa, J. (2007). Filo Mollusca. In R. Claro (Ed.), *La biodiversidad marina de Cuba* (pp. 46-51). La Habana: Instituto de Oceanología, CD-ROM.
- Espinosa, J., Ortea, J., Sánchez, R., & Gutiérrez, J. (2012). *Moluscos marinos Reserva de la Biosfera de la Península de Guanahacabibes*. La Habana: Instituto de Oceanología.
- Flor, G., Llera, E. M., & Ortea, J. (1982). Los carbonatos biogénicos de los sedimentos de las playas arenosas de Asturias y Cantabria: su origen y significado dinámico. *Cuadernos del Crinas*, 2, 3-77.
- Hallock, P. (1999). Symbiont-bearing foraminifera. In B. K. Sen Gupta (Ed.), *Modern foraminifera* (pp. 123-139): Kluwer Academic/ Plenum Publishers.
- Harney, J. N., Grossman, E. E., Richmond, B. M., & Fletcher, C. H. I. (2000). Age and composition of carbonate shoreface sediments, Kailua Bay, Oahu, Hawaii. *Coral reefs*, 19, 141-154.
- Hayward, B. W., Cedhagen, T., Kaminski, M., & Gross, O. (2011). World Modern Foraminifera database. Retrieved 2013-01-02 <http://www.marinespecies.org/foraminifera>
- Hernández Santana, J. R., & Reyes González, R. (2002). Playa de Varadero, península de Hicacos, Cuba: formación y evolución de su relieve y experiencias ambientales de su regeneración artificial. *Investigaciones Geográficas*, 49, 43-56.



- Herrera, A., & Espinosa, J. (1988). Características de la fauna de bivalvos de la Bahía de Cárdenas, Cuba. *Reporte Investigación Instituto de Oceanología*, 12, 1-21.
- Holtenegger, J., Yordanova, E., Nakano, Y., & Tatzreiter, F. (1999). Habitats of larger foraminifera on the upper reef slope of Sesoko Island, Okinawa, Japan. *Marine Micropaleontology*, 36(2/3), 109-168.
- Ibarzábal, D. R. (1987). Mejoras en el muestreo de macrobentos con el equipo de succión. *Reporte de Investigación del Instituto de Oceanología*, 67, 1-4 + Anexos.
- Juanes, J. L. (1996). *La erosión de las playas de Cuba: Medidas para su control*. Tesis en Opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, La Habana.
- Loeblich, A. R., & Tappan, H. (1988). *Foraminiferal Genera and their Classification*. New York: Van Nostrand Reinhold Company.
- Margalef, R. (1951). Diversidad de especies en las comunidades actuales. *Publ. Invest. Biol. Apl. Barcelona*, 9, 5-27.
- Martínez-Daranas, B., Espinosa, J., Sosa, M., Guerra, R., Hernández, M., Esquivel, M., et al. (en prensa). Fuentes de arenas biogénicas de la playa Varadero, Matanzas, Cuba. I. Macroalgas. *Serie Oceanológica*.
- Martínez-Estalella, N., & Alcolado, P. M. (1990). Características generales de las comunidades de moluscos de la macrolaguna del Golfo de Batabanó. In P. M. Alcolado (Ed.), *El bentos de la macrolaguna del Golfo de Batabanó* (pp. 53-74). La Habana: Editorial Academia.
- Mikkelsen, P. M., & Bieler, R. (2008). *Seashells of Southern Florida. Living marine mollusks of the Florida Keys and adjacent regions: Bivalves*. Princeton: University Press.
- Redfern, C. (2001). *Bahamian seashells. A thousand species from Abaco, Bahamas*. Boca Raton, Florida: Com. Inc.
- Richardson, S. L. (2006). Response of epiphytic foraminiferal communities to natural eutrophication in seagrass habitats off Man O'War Cay, Belize. *Marine Ecology*, 27, 404-416.
- Vokes, E., & Vokes, H. (1983). *Distribution of Shallow Water Marine Mollusca, Yucatan Peninsula, Mexico*. Middle American Research Institute Publication (Vol. 54). New Orleans: Tulane University.
- Wetmore, K. (2001). Foram Facts: An introduction to foraminifera. <http://Foram/Facts/-/or/an/introduction/to/foraminifera.html>

Recibido: marzo de 2013.

Aceptado: diciembre de 2013.