

NOTA CIENTÍFICA

Exploración de la comunidad de foraminíferos bentónicos en sedimento de tres arrecifes mesofóticos de Cuba

Exploration of benthic foraminifera community in sediment of three cuban mesophotic reefs

Jazmín Yuriria Núñez-Luis^{1*}
Manuel Herrera Soto¹

¹Instituto de Ciencias del Mar,
Ministerio de Ciencia Tecnología
y Medio Ambiente, La Habana,
Cuba.

* Autor para correspondencia:
jazmin@icimar.cu

OPEN ACCESS

Distribuido bajo:
Creative Commons CC-BY 4.0

Editor:
Maickel Armenteros
Universidad Nacional
Autónoma de México

Recibido: 10.3.2021
Aceptado: 25.5.2021

Resumen

Los arrecifes coralinos están entre los ecosistemas marinos más amenazados por el hombre y el cambio climático sin embargo, los arrecifes mesofóticos han sido poco estudiados, debido a que las profundidades en las que se encuentran adicionan dificultades para su estudio, aunque en los últimos años han sido de mayor interés para la ciencia a partir de la teoría de que la profundidad los protege de los factores de estrés regionales y globales que afectan a los arrecifes “someros”. Por ello, se realizó una expedición conjunta Cuba-Estados Unidos en el año 2017, con el objetivo de mapear y documentar el alcance y la salud de los arrecifes de coral mesofóticos a lo largo de toda la costa de Cuba. En dicho viaje, se extrajeron 3 muestras de sedimentos de 3 arrecifes mesofóticos diferentes, con el objetivo de explorar la comunidad foraminíferos de bentónicos. Se identificaron 14 especies de foraminíferos como nuevos registros para la diversidad marina de Cuba. Esta información podría contribuir a una mejor comprensión de los mecanismos que regulan a estos ecosistemas marinos y pudiera sentar las bases para el empleo de estas comunidades, como indicadores de condiciones ambientales en los arrecifes mesofóticos pues ya se utilizan en arrecifes someros.

Palabras clave: Foraminíferos bentónicos, arrecifes coralinos, mesofóticos, expedición Cuba-EUA

Abstract

Coral reefs are among the marine ecosystems most threatened by man and climate change. However, mesophotic reefs have been little studied, because the depths at which they are found add difficulties to their research. Although in recent years they have been of greater interest to science, due to the theory that depth protects them from regional and global stressors affecting “shallow” reefs. For this reason, a joint Cuba-United States expedition was carried out in 2017, with the aim of mapping and documenting the scope and health of mesophotic coral reefs along the entire coast of

Cuba. During this journey, 3 sediment samples were extracted from 3 different mesophotic reefs in order to characterize the benthic foraminifera community. It was observed that foraminifera communities. Fourteen species from this group were identified as new records for Cuban marine diversity. This information could contribute to a better understanding of the mechanisms that regulate these marine ecosystems. It could also lay the foundations for the use of these communities as indicators of environmental conditions in mesophotic reefs, as they are already used in shallow reefs.

Keywords: Benthic foraminifera, coral reefs, mesophotic, Cuba-USA Expedition

Introducción

Los ecosistemas de arrecifes mesofóticos se encuentran entre los 30 y 150 m de profundidad, en ellos habitan comunidades de corales zooxantelados, octorales, esponjas y macroalgas (Hinderstein *et al.* 2010). Históricamente, estos ecosistemas han sido poco estudiados debido a las altas exigencias logísticas que requieren dichas investigaciones por las grandes profundidades a las que se encuentran (Pyle 2000; Hinderstein *et al.* 2010). Sin embargo, en los últimos años son de mucho interés para la ciencia, ya que pudieran estar protegidos por la profundidad de los factores de estrés regionales y globales que afectan a los arrecifes “someros” y, además, los recientes avances tecnológicos que permiten hacer investigaciones a dichas profundidades (Andradi-Brown *et al.* 2016; Reed *et al.*, 2018).

La teoría de que la profundidad protege a los arrecifes fue propuesta por Glynn (1996) y se basó en que la temperatura disminuye con la profundidad, pero ahora se puede extrapolar esta teoría a otros factores de estrés de los arrecifes, como por ejemplo: la contaminación que también disminuye con la profundidad (Andradi-Brown *et al.* 2016).

En el Mar Caribe se ha informado sobre la presencia de arrecifes mesofóticos en el Sistema Arrecifal

Mesoamericano (Bongaerts *et al.*, 2010). Estudios recientes han descrito estos ecosistemas en la península de Yucatán (Blanchon *et al.*, 2017), en Utila, Honduras (Andradi-Brown *et al.*, 2016), República Dominicana (Martínez-Battle *et al.*, 2003), entre otros.

En Cuba los arrecifes “someros” han sido muy estudiados, y se reportan datos sobre la distribución, ecología y salud de los mismos, a diferencia de los arrecifes profundos que siguen siendo desconocidos por la ciencia. Debido al incremento del interés sobre estos ecosistemas, entre mayo y junio del año 2017, se realizó una expedición conjunta Cuba-Estados Unidos, con el objetivo de mapear y documentar el alcance y la salud de los arrecifes de coral mesofóticos a lo largo de toda la costa de Cuba (David, *et al.*, 2018).

Los foraminíferos bentónicos de arrecifes someros que albergan simbiontes se han utilizado como indicadores de salud de estos ecosistemas, ya que tienen similares requerimientos de calidad del agua que los corales zooxantelados, y sus ciclos de vidas mucho más cortos facilitan la diferenciación entre el deterioro de la calidad del agua a largo plazo y los eventos de estrés episódicos (Hallock *et al.*, 2003). Por tales motivos, permiten discriminar si las afectaciones son causadas por la calidad del agua respecto a la nutrición, por daños mecánicos causados por oleaje, embarcaciones y ciclones, o por el aumento de las temperaturas del agua (Hallock *et al.* 2003; Uthicke y Nobes 2008; Hallock 2012). La distribución batimétrica de los foraminíferos bentónicos se debe fundamentalmente a la transparencia del agua que permita la llegada de la luz a grandes profundidades, el tipo de sustrato, la cantidad de nutrientes y el régimen hídrico (Renema, 2019). El estudio de este grupo en los arrecifes mesofóticos se basa fundamentalmente en el análisis de la comunidad de foraminíferos que albergan simbiontes, debido a que están restringidos a la capa fótica, al igual que los corales por sus hábitos mixotróficos (Renema *et al.*, 2013; Renema, 2019).

El presente trabajo es resultado de la oportunidad de evaluar el sedimento adjunto a las muestras tomadas

para la evaluación de la macrobiota bentónica. Aunque constituye solo un acercamiento a la factibilidad del estudio del grupo y a su taxonomía, estudios posteriores permitirán profundizar en la estructura de las comunidades de foraminíferos en diferentes profundidades y evaluar una posible conectividad con los arrecifes “someros”.

Materiales y métodos

La expedición conjunta Cuba-Estados Unidos en el buque R/V F.G.5 Walton Smith se realizó entre el 14 de mayo y el 13 de junio de 2017, y recorrió 2,778 km, en los que se realizaron 43 inmersiones de un vehículo operado a distancia (ROV), donde se confirmó la existencia de arrecifes de coral mesofóticos en 36 estaciones alrededor de toda la costa de Cuba.

El análisis de los sedimentos no fue un objetivo de esta expedición, sin embargo, se extrajeron 3 muestras de sedimentos que fueron succionadas por el ROV. La muestra 201705273004 (C-29) fue tomada de Cayo Largo del Sur, archipiélago Los Canarreos (21°34.8540'N y 81°33.1300'W) a 39m de profundidad la muestra 201706071011 (C-56) se recolectó en Cayo Sabinal (21°41.0960'N y 77°10.2410'W) a 40m, y la última muestra 201706083012 (C-58) se extrajo de Cayo Coco (22°35.2620'N y 78°23.6000'W) a 58m bajo el nivel del mar, estos dos sitios pertenecen al archipiélago de Sabana-Camagüey.

Estas muestras fueron lavadas y tamizadas entre 63-500 μm para observar e identificar los foraminíferos. Se observaron en el microscopio estereoscópico (Leica Modelo: MDG34/10450124 con un aumento de 40x). Se extrajeron los foraminíferos que quedaron entre los tamices de 63 y 500 μm y los mayores de 500 μm por separado y, posteriormente, se colocaron en portamicrofósiles por separado, para facilitar su identificación taxonómica (Boltovskoy, 1965). A la fracción mayor que 500 μm se le extrajeron, cuantificaron y clasificaron taxonómicamente todos los foraminíferos que se encontraron en las submuestras, debido al escaso

gramaje obtenido en esa fracción para las tres muestras analizadas. Al igual que para la fracción de 63 μm de las muestras 201706071011 y 201706083012, por presentar poca cantidad de sedimento (1,32 g y 0,057 g respectivamente), fueron extraídos todos los foraminíferos presentes en las mismas. Sin embargo, para la fracción mayor de 63 μm , en la muestra 201705273004, que presentó una masa de 15,63 g, se dividió mediante un cuarteador de muestras OTTO para facilitar su revisión y se cuantificaron alrededor de 300 individuos, por ser el número representativo de la comunidad (Boltovskoy, 1965).

Para la elaboración de este trabajo, solo se tomaron en cuenta los ejemplares de foraminíferos que presentaran las conchillas más conservadas sin signos de erosión, desgaste o fracturas, para que la tanatocenosis fuera representativa de la biocenosis, ya que las muestras no fueron sometidas a ningún proceso de tinción (Renema *et al.*, 2013). Los individuos fueron colocados en portamicrofósiles y se identificaron hasta el taxón más bajo posible, según Loeblich & Tappan (1987), Sen Gupta (1999) y el catálogo de especies propuesto por Hallock *et al.* (2003). Posteriormente, se actualizó la lista utilizando la base de datos WoRMS (por sus siglas en inglés World Register of Marine Species; Hayward *et al.*, 2020).

La lista de especies obtenida se confrontó con la lista de especies de foraminíferos del libro “La biodiversidad marina de Cuba” (Claro *et al.*, 2006), tomando en cuenta toda la sinonimia que presentó cada especie con el objetivo de evaluar si existían nuevas especies que registrar para Cuba. Las especies que resultaron ser nuevos reportes para Cuba fueron fotografiadas (fotos de elaboración propia) y descritas según los criterios más característicos para su identificación taxonómica (Anexo 1).

Resultados

Nuevos registros de especies y géneros de foraminíferos bentónicos para Cuba

Se clasificaron taxonómicamente un total de 1421 individuos pertenecientes a cuatro clases, ocho órdenes, 40 familias, 60 géneros y 91 especies (Tabla 1).

La escasa información sobre arrecifes mesofóticos en el país permite que sea una zona propensa a encontrar especies de foraminíferos bentónicos que no han sido reportadas para la diversidad microbiana

de Cuba. Al comparar los resultados de esta investigación con la lista de especies de foraminíferos del libro “*La biodiversidad marina de Cuba*” (Claro *et al.*, 2006), se identificaron ocho géneros y 14 especies de foraminíferos bentónicos como nuevos registros para la diversidad marina de Cuba (Tabla 1), cuyas fotos y descripciones se observan en el Anexo 1.

Tabla 1. Especies presentes por sitio y nuevos registros (NR) de especies (**) y géneros (*): Cayo Largo del Sur 201705273004, archipiélago Los Canarreos, Cayo Sabinal, 201706071011 y Cayo Coco 201706083012, archipiélago de Sabana-Camagüey.

Especies	201705273004	201706071011	201706083012	NR
<i>Ammonia beccarii</i> (Linnaeus, 1758)	X	X		
<i>Amphistegina gibbosa</i> d'Orbigny, 1839	X	X	X	
<i>Anomalinoidea io</i> Cushman, 1931			X	*
<i>Archaias angulatus</i> (Fichtel & Moll, 1798)	X	X	X	
<i>Articulina mucronata</i> (d'Orbigny, 1839)	X	X	X	
<i>Articulina pacifica</i> Cushman, 1944	X	X	X	
<i>Asterigerina carinata</i> d'Orbigny, 1839	X	X	X	
<i>Asterigerinata mamilla</i> Williamson, 1848	X	X	X	*
<i>Bigenerina irregularis</i> Phleger & Parker, 1951	X	X		
<i>Bolivina ordinaria</i> Phleger & Parker, 1952			X	**
<i>Bolivina spissa</i> Cushman, 1926			X	**
<i>Bolivinellina translucens</i> Phleger & Parker, 1951			X	*
<i>Bolivina</i> sp. d'Orbigny, 1839	X	X	X	
<i>Borelis pulchra</i> (d'Orbigny, 1839)	X	X		
<i>Buccella</i> sp. Andersen, 1952	X			
<i>Bulimina marginata</i> d'Orbigny, 1826			X	
<i>Buliminella elegantissima</i> d'Orbigny, 1839			X	
<i>Cibicidoides</i> sp. Thalmann, 1939		X	X	
<i>Comuspira involvens</i> Reuss, 1850	X	X		
<i>Comuspira planorbis</i> Schultze, 1853	X			
<i>Cribrostomoides</i> sp. Cushman, 1910	X		X	*
<i>Cycloforina sidebottomi</i> (Rasheed, 1971)			X	
<i>Cycloforina</i> sp. Łuczowska, 1972			X	
<i>Cymbaloporetta squamosa</i> (d'Orbigny, 1839)	X			
<i>Discogypsina vesicularis</i> Silvestri, 1937	X	X		
<i>Discorbis</i> sp1. Lamarck, 1804	X	X		
<i>Discorbis</i> sp2. Lamarck, 1804	X	X		
<i>Elphidium crispum</i> (Linnaeus, 1758)	X			
<i>Elphidium discoideale</i> d'Orbigny, 1839	X			

Especies	201705273004	201706071011	201706083012	NR
<i>Elphidium</i> sp. Montfort, 1808	X	X		
<i>Fissurina</i> sp. Reuss, 1850		X		
<i>Gyroidina</i> sp. d'Orbigny, 1826	X	X	X	
<i>Gyroidinoides</i> sp. Brotzen, 1942			X	
<i>Hauerina</i> sp. d'Orbigny, 1839	X			
<i>Haynesina germanica</i> Ehrenberg, 1840			X	*
<i>Helenina</i> sp. Saunders, 1961			X	
<i>Heterostegina antillarum</i> d'Orbigny, 1839	X			
<i>Hoeglundina</i> sp. Brotzen, 1948	X			
<i>Lachlanella cooki</i> (Vella, 1957)	X		X	
<i>Laevipeneroplis bradyi</i> (Cushman, 1930)	X	X		
<i>Laevipeneroplis proteus</i> (d'Orbigny, 1839)	X	X	X	
<i>Laevipeneroplis</i> sp. Šulc, 1936	X	X		
<i>Nodobaculariella cassis</i> d'Orbigny, 1839	X	X		
<i>Nodobaculariella sulcata</i> Reuss, 1850	X	X		**
<i>Nodosaria</i> sp. Lamarck, 1816	X			
<i>Nonion</i> sp. Montfort, 1808	X			
<i>Nonionella basiloba</i> Cushman & McCulloch, 1940	X			
<i>Nonionoides grateloupii</i> (d'Orbigny, 1839)	X			
<i>Nuttallides</i> sp. Finlay, 1939			X	
<i>Oolina globosa</i> (Montagu, 1803)			X	
<i>Oolina</i> sp. d'Orbigny, 1839	X			
<i>Parafissurina botelliformis</i> Brady, 1881			X	
<i>Patellina corrugata</i> Williamson, 1858	X	X		*
<i>Peneroplis carinatus</i> d'Orbigny, 1839	X	X		
<i>Peneroplis pertusus</i> (Forsskål in Niebuhr, 1775)	X			
<i>Peneroplis</i> sp. Montfort, 1808	X			
<i>Planorbulina</i> sp. d'Orbigny, 1826	X			
<i>Pseudohauerinella occidentalis</i> (Cushman, 1946)	X		X	
<i>Pseudotriloculina linneiana</i> (d'Orbigny, 1839)	X			
<i>Pyrgo denticulata</i> (Brady, 1884)	X	X		
<i>Pyrgo peruviana</i> d'Orbigny, 1839	X	X		**
<i>Pyrgo</i> sp. Defrance, 1824	X	X		
<i>Quinqueloculina agglutinans</i> d'Orbigny, 1839	X	X		
<i>Quinqueloculina bicarinata</i> d'Orbigny in Terquem, 1878	X			
<i>Quinqueloculina bicostata</i> d'Orbigny, 1839	X	X		
<i>Quinqueloculina bosciana</i> d'Orbigny, 1839	X	X	X	
<i>Quinqueloculina laevigata</i> d'Orbigny, 1839	X	X	X	
<i>Quinqueloculina lamarckiana</i> d'Orbigny, 1839	X	X		

Especies	201705273004	201706071011	201706083012	NR
<i>Quinqueloculina seminula</i> (Linnaeus, 1758)	X	X	X	
<i>Quinqueloculina subpoezana</i> Cushman, 1922			X	
<i>Quinqueloculina tricarinata</i> d'Orbigny, 1839	X			
<i>Quinqueloculina variolata</i> d'Orbigny in Terquem, 1878	X	X		
<i>Quinqueloculina</i> sp. d'Orbigny, 1826	X	X		
<i>Reophax excentricus</i> Cushman, 1910	X	X		
<i>Reussella spinulosa</i> (Reuss, 1850)	X			
<i>Rosalina bradyi</i> (Cushman, 1915)	X			**
<i>Rosalina floridana</i> (Cushman, 1922)	X	X	X	
<i>Rotorbinella rosea</i> (d'Orbigny in Guérin-Méneville, 1832)	X	X	X	
<i>Rotorbis auberii</i> (d'Orbigny, 1839)	X	X	X	*
<i>Siphonaperta</i> sp. Vella, 1957			X	*
<i>Sorites</i> sp. Ehrenberg, 1839	X	X		
<i>Spiroloculina antillarum</i> d'Orbigny, 1839	X			
<i>Spirosigmoilina</i> sp. Parr, 1942	X			
<i>Textularia agglutinans</i> d'Orbigny, 1839	X	X	X	**
<i>Textularia mexicana</i> Cushman, 1922	X	X		
<i>Textularia</i> sp. Defrance, 1824	X	X		
<i>Triloculina trigonula</i> (Lamarck, 1804)	X	X		
<i>Triloculina</i> sp. d'Orbigny, 1826	X	X		
<i>Trochammina</i> sp. Parker & Jones, 1859	X			
<i>Vertebralina</i> sp. d'Orbigny, 1826	X	X		
<i>Vertebrasigmoilina mexicana</i> (Cushman, 1922)		X		

También se observaron algunas especies que han cambiado de nombre (ejemplo: *Rotorbinella rosea* antiguamente conocida como *Discorbis rosea*, presentándose con este nombre en Claro *et al.*, 2006), por lo que se tuvieron en cuenta todas las sinonimias que pudieron presentar estas especies para poder confirmar que son nuevos registros.

Discusión

Los arrecifes coralinos son muy ricos en número de especies de foraminíferos bentónicos. Murray (1973) sugiere que cuando el número de especies de este grupo es mayor de 30 las comunidades tienen una alta diversidad. Es por ello que podemos decir que la comunidad de las tres muestras estudiadas en este trabajo son

diversas, ya que, para un total de 91 especies pertenecientes a 60 géneros, las tres muestras presentaron más de 30 especies cada una. Lidz y Rose (1989) reportaron aproximadamente 50 especies de foraminíferos pertenecientes a 32 géneros en sedimentos de los arrecifes de la Florida. Mientras que Wright y Hay (1971) encontraron 117 especies pertenecientes a 60 géneros en un área de los cayos de la Florida.

La presente investigación es un primer acercamiento al conocimiento sobre la diversidad de los foraminíferos bentónicos en arrecifes mesofóticos de Cuba. Esta información permitiría una mejor comprensión de los mecanismos que regulan estos ecosistemas marinos y pudiera sentar las bases para el empleo de estas comunidades, como indicadores de condiciones ambientales en

los arrecifes mesofóticos, pues ya se utilizan en arrecifes someros.

Conclusiones

Se identificaron un total de 91 especies pertenecientes a 60 géneros de 40 familias, para ocho órdenes y cuatro clases en las tres muestras de arrecifes mesofóticos de Cuba. De las cuales se encontraron 14 especies y ocho géneros como nuevos reportes para la diversidad microbiana marina de Cuba.

Agradecimientos

Se agradece a todos los investigadores y personal que hizo posible esta expedición científica conjunta Cuba-Estados Unidos, realizada a bordo del buque R/V F.G.5 Walton Smith. En especial a la investigadora Linnet Busutil, que trajo las muestras de sedimento con las cuales fue posible hacer este trabajo.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses.

Referencias bibliográficas

- Andradi-Brown, D. A., Gress, E., Wright, G., Exton, D.A. y Rogers, A. D. (2016). Reef fish community biomass and trophic structure changes across shallow to upper-mesophotic reefs in the Mesoamerican Barrier Reef, Caribbean. *PLoS ONE*, 11(6), e0156641
- Blanchon, P., Estrada, J., Richards, S., Bernal, J., Cerdeira-Estrada, S. y Martell-Dubois, R., (2017). *Caribbean Reef Drowning During Slow Mid-Holocene Sea-Level Rise*. <https://dx.doi.org/10.17605/OSF.IO/TFZ8G>
- Boltovskoy, E. (1965): Los foraminíferos recientes. Biología, métodos de estudio, aplicación oceanográfica. Manuales de Eudeba.
- Bongaerts, P., Ridgway, T., Sampayo, E. M. y Hoegh-Guldberg, O. (2010). Assessing the 'Deep Reef Refugia' hypothesis: focus on Caribbean reefs. *Coral Reefs*, 29, 309-327.
- Claro, R. (ed.). (2006). *La Biodiversidad marina de Cuba*. Instituto de Oceanología, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, La Habana, Cuba.
- David, A., Cobián, D., Drummond, F. y García, A. (2018). *Cuba's Mesophotic Reefs-Fish Photo Identification Guide*. Harbor Branch Oceanographic Institute-Florida Atlantic University, Florida, EE.UU.
- Glynn, P. W., Veron, J. E. N. y Wellington, G. M. (1996). Clipperton Atoll (Eastern Pacific): oceanography, geomorphology, reef-building coral ecology and biogeography. *Coral Reefs*, 15, 71-99.
- Hallock, P. (2012). The FoRAM index revisited: uses, challenges, and limitations. En *Proceedings of the 12th International Coral Reef Symposium* (pp. 9-13). Cairns, Australia.
- Hallock, P., Lidz, B. H., Cockey-Burkhard, E. M. y Donnelly, K. B. (2003). Foraminifera as bioindicators in coral reef assessment and monitoring: the FORAM index. En *Coastal monitoring through partnerships* (pp. 221-238). Springer, Netherlands.
- Hayward, B. W., Cedhagen, T., Kaminski, M. y Gross, O. (2020). *World Foraminifera database*. <http://www.marinespecies.org/foraminifera>, consultado en noviembre 2019.
- Hinderstein, L., Marr, J. C. A., Martínez, F. A., Dowgiallo, M. J., Puglise, K. A., Pyle, R. L., ... Appeldoorn, R. (2010). Theme section on "Mesophotic coral ecosystems: characterization, ecology, and management." *Coral Reefs*, 29(2), 247-251.
- Lidz, B. H. y Rose, P. R., (1989). Diagnostic Foraminiferal Assemblages of Florida Bay and Adjacent Shallow Waters: A Comparison. *Bull. Mar. Sci.*, (44), 399-418.
- Loeblich, A. R. y Tappan, H. (1987). *Foraminiferal genera and their classifications* (Vol. 2). Van Nostrand Reinhold, New York.
- Martínez-Battle, J. R., Gómez-Ponce, C., Cámara, R. y Díaz del Olmo, F. (2003). *Submerged fringing reefs in Catuano Passage (East National Park, Dominican Republic): biosedimentary characterization and application to*

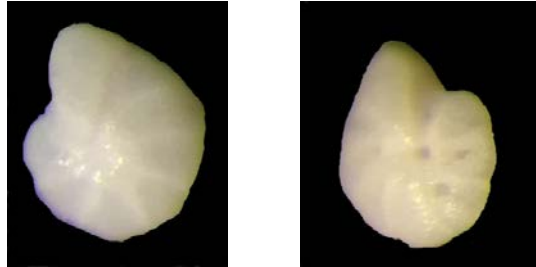
- planning of environmental units*. XI Reunión Nacional de Cuaternario, Oviedo, Asturias.
- Murray, J. W. (1973). *Distribution and Ecology of Living Foraminifera*. Baltimore, The John Hopkins Press.
- Pyle, R. L. (2000). Assessing undiscovered fish biodiversity on deep coral reefs using advanced self-contained diving technology. *Mar. Technol. Soc. J.*, 34 (4), 82–91.
- Reed, J. K., González-Díaz, P., Busutil, L., Farrington, S., Martínez-Daranas, B., Cobián, D., ... Pomponi, S. A. (2018). Cuba's mesophotic reefs and associated fish communities. *Rev. Invest. Mar.*, 38 (1), 56-125.
- Renema, W. (2019). Large benthic foraminifera in low-light environments. En Y. Loya, K. A. Puglise y T.C.L. Bridge (eds.) *Mesophotic coral ecosystems* (pp. 553-561). Springer, New York.
- Renema, W., Beaman, R. J. y Webster, J. M. (2013). Mixing of relict and modern tests of larger benthic foraminifera on the Great Barrier Reef shelf margin. *Mar. Micropaleontol.*, 101, 68-75.
- Sen Gupta, B. K. (ed.) (1999). *Modern foraminifera*. Kluwer Academic Publ.
- Uthicke, S. y Nobes, K. (2008). Benthic foraminifera as ecological indicators for water quality on the Great Barrier Reef. *Estuar. Coast. Shelf. Sci.*, 78, 763-773.
- Wright, R. C. y Hay, W. W. (1971). The Abundance and Distribution of Foraminifers in a Back-Reef Environment, Molasses Reef, Florida, En J. I. Jones y W.D.A Bock (Eds.). *Symposium of Recent South Florida Foraminifera* (pp. 121-174). Miami Geological Society Memoir, Florida, EE.UU.

Como citar este artículo

Núñez-Luis, J. Y. y Herrera Soto, M. (2021). Exploración de la comunidad de foraminíferos bentónicos en sedimento de tres arrecifes mesofóticos de Cuba. *Rev. Invest. Mar.*, 41(1), 106-120.

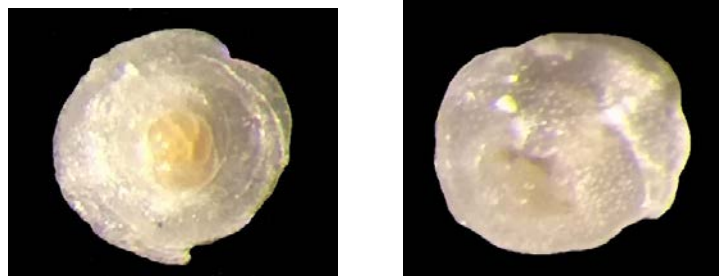
Anexo 1

Descripción de los nuevos registros de especies de foraminíferos bentónicos recientes para Cuba.



Anomalinoidea sp. (Cushman, 1931)

Descripción: Pared calcárea densa y gruesamente perforada. Conchilla de trocoespira baja, biconvexa, involuta en ambos lados o evoluta en lado espiral con cámaras infladas crecientes en tamaño, periferia redondeada. Suturas curvadas hacia detrás gruesas y elevadas inicialmente y luego deprimidas en lado espiral. Lado umbilical con botón. Periferia lobulada. Abertura interiomarginal en forma de arco bordeado por un labio. Superficie lisa.



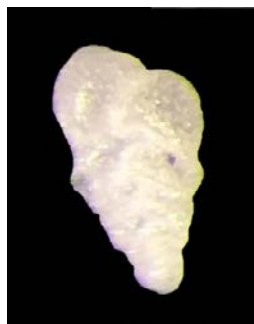
Asterigerinata mamilla (Williamson, 1848)

Descripción: Pared calcárea y perforada con mayores poros en lado espiral, superficie lisa. Conchilla cónica en vista periférica con enrollamiento trocospiral bajo. Lado espiral convexo y evoluto, lado umbilical involuto. Cámaras con crecimiento rápido en tamaño. La cámara final ocupa la tercera parte de la periferia. Suturas curvadas, oblicuas, gruesas, imperforadas y limbadas en el lado espiral. Suturas ligeramente deprimidas en lado umbilical. Periferia carinada. Abertura interiomarginal en arco bajo en la base de la última cámara.



Bolivina ordinaria Phleger & Parker 1952

Descripción: Pared calcárea, testa pequeña, comprimida, de afilada a subaguda en el extremo inicial, ligeramente ovada en el extremo de la apertura, cámaras crecientes en tamaño, estrechas y de 7 a 10 pares. Suturas deprimidas, curvas y anchas. Pared lisa, perforada. Abertura como un lazo estrecho en la base de la cara de la apertura, bordeada en un margen por un anillo grueso e imperforado.



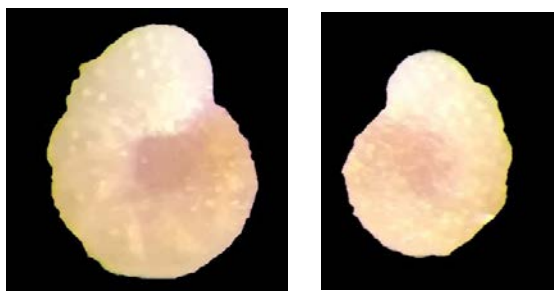
Bolivina spissa Cushman, 1926.

Descripción: Difiere de la *Bolivina subadvena* típica en tener suturas limbadas y engrosadas a lo largo de la porción media. Periferia aguda y ligeramente carinada. El extremo inicial ocasionalmente con una leve espina apical y en la forma megalosférica presenta trazas de costilla en el prolóculo.



Bolivinellina translucens (Phleger & Parker, 1951)

Descripción: Conchilla elongada, biserial, lateralmente comprimida, con periferia redondeada. Pared translúcida, lisa, y brillante, perforada en la cámara final o inferior. Suturas ligeramente deprimidas. Abertura estrecha rodeada por un labio.



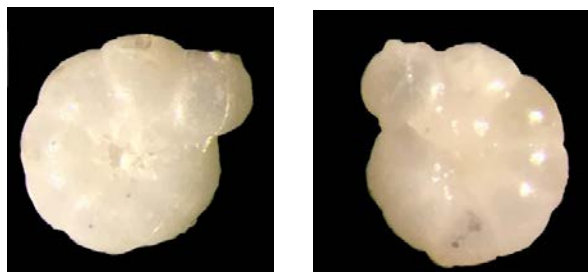
Cribrostomoides sp. Cushman, 1910

Descripción: Conchilla casi planispiral, grande, de 7 a 9 cámaras anchas en última vuelta, umbilicada en ambos lados. Pared compuesta por material arenáceo muy fino con mucho cemento, superficie lisa. Abertura múltiple en estado adulto, inicialmente como una rajadura curva elongada, posteriormente con dientes, en series lineales de aberturas redondeadas.



Rotorbis auberii d'Orbigny, 1839

Descripción: Conchilla planoconvexa, lado espiral en forma de cono bajo, lado umbilical aplanado levemente convexo. Enrollamiento trocospiral, alrededor de 6 cámaras en su última vuelta, suturas oblicuas ligeramente curvadas, deprimidas en ambos lados, ligeramente limbadas en lado espiral. Periferia levemente lobulada. Pared gruesamente perforada. Abertura interiomarginal y extraumbilical en forma de rajadura elongada ligeramente en arco.



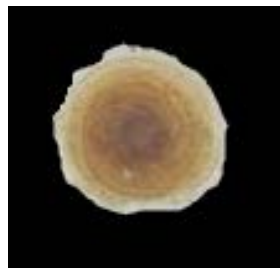
Haynesina germanica (Ehrenberg, 1841)

Descripción: Conchilla calcárea, perforada, radial, planispiral, por lo menos en las vueltas que siguen a la primera. Multicameral, calcítica, perforada. Simétrica, con entre siete y diez cámaras en la última vuelta, usualmente siete. Margen periférico redondeado. Área umbilical poco extendida, con desarrollo de un ombligo angosto y deprimido que puede reducirse a una hendidura en forma de media luna. Sutures levemente deprimidas y limbadas. Pared hialina finamente perforada. Abertura interiomarginal en forma de arco, que puede estar oscurecida por la presencia de pustulaciones.



Nodobacularella sulcata (Reuss, 1850)

Descripción: Conchilla calcárea, porcelanácea, imperforada, elongada. Las primeras cámaras son alargadas y se enrollan sobre el prolóculo ligeramente supuestas, cámara final desenrollada en adultos. Apertura longitudinal, terminal en la última cámara, exhibe un borde en forma de labio. Presenta costillas longitudinales reducidas a lo largo de la cámara final.



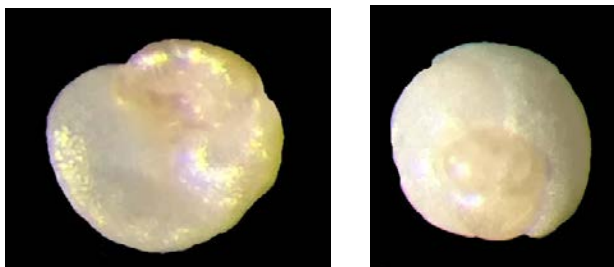
Patellina corrugata Williamson, 1858

Descripción: Conchilla con lado espiral cónico y lado umbilical cóncavo, compuesta de numerosas cámaras estrechas alternas. Cámaras acrescentes o semicirculares con una pequeña porción visible. Lado umbilical con láminas centrales elevadas y giradas. Cámaras espirales con numerosas elevaciones radiales y depresiones. Textura hialina cuando son jóvenes siendo más blanca y escarhada con la edad. Abertura septal no visible.



Pyrgo peruviana d'Orbigny, 1839

Descripción: Conchilla calcárea imperforada, de contorno oval, globoso. Cámaras redondeadas, con suturas nítidas. Pared porcelanacea, lisa, blanca. Suturas deprimidas. Abertura oval, provista de un diente corto y ancho en el extremo distal.



Rosalina bradyi (Cushman, 1915)

Descripción: Pared calcárea. Testa trocospiral baja con periferia redondeada. Lado espiral evolutivo y débilmente convexo con cámaras acrescentes de numerosas perforaciones burdas. Los poros pueden rodearse con crestas poligonales débiles en las que se presentan pseudoespinas en estado adulto. Suturas deprimidas y curvadas hacia atrás. Lado umbilical evolutivo con cámaras triangulares e imperforadas fuertemente incrementadas en tamaño y solapadas entre ellas. Ombligo abierto. Abertura primaria interiomarginal, rajadura extraumbilical arqueada, desde la periferia hasta el ombligo y presenta un labio grueso.



Siphonaperta sp. Vella, 1957

Descripción: Pared aporcelanada e imperforada. Disposición cameral quinqueloculínida. Testa de oval a fusiforme en vista lateral. Abertura terminal de oval a redondeada a veces con cuello pequeño, bordeada por un aro no aglutinado con pequeño diente bífido. Cubierto externamente con partículas con diferentes tamaños y origen.



Textularia agglutinans d'Orbigny, 1839

Descripción: Pared aglutinada. Conchilla biserial, elongada y subredondeada en estado adulto. Cámaras crecientes en tamaño. Suturas ligeramente deprimidas. Abertura en arco bajo en la base de la cámara final.