

AUTORES

Osmany Pérez

Machado Milán

Sylvia T. Blanco Bustamante

, Lourdes M. Pérez Estrada

Carlos Perera Falcón

Centro de Investigaciones del Petróleo.

Churrucá No 481, Cerro, La Habana,

Cuba, CP 12000.

milan@ceinpet.cupet.cu

RECIBIDO: ABRIL, 2019

ACEPTADO: MAYO, 2019

INTRODUCCIÓN AL CATÁLOGO DE FORAMINÍFEROS BENTÓNICOS (MACROFORAMINÍFEROS) DEL CRETÁCICO DE CUBA

INTRODUCTION TO BENTHIC FORAMINIFERA (MACROFORAMINIFERA) CATALOG OF CRETACEOUS FROM CUBA

RESUMEN

Los foraminíferos bentónicos grandes (macroforaminíferos) de Cuba han sido estudiados estrechamente por muchos especialistas, pero no existe ninguna publicación que reúna todos los géneros y especies identificados hasta la fecha. Este trabajo representa la introducción a un Catálogo de macroforaminíferos elaborado para servir como herramienta de identificación en estudios micropaleontológicos. Para su realización, los autores contaron con la información bibliográfica existente y documentación inédita considerablemente valiosa, como resultado de determinaciones micropaleontológicas de los especialistas que trabajan en las compañías petroleras que operan en Cuba. Como resultado, la sistemática de las especies de foraminíferos bentónicos grandes fue actualizada según los patrones actuales de clasificación; se identificaron géneros y asociaciones genéricas útiles para la interpretación de varias zonas de distribución paleoambiental; y se analizaron las características de 20 géneros, con 54 especies en total reportadas para Cuba, que fueron incluidas en este Catálogo. Las fichas específicas presentes en el Catálogo de Foraminíferos Bentónicos Grandes (Macroforaminíferos) del Cretácico de Cuba representan la unificación de la información con que cuentan los micropaleontólogos del Centro de Investigaciones del Petróleo sobre el grupo y contribuyen al mejor desarrollo del estudio bioestratigráfico de los foraminíferos grandes del Cretácico de Cuba.

Palabras clave: Foraminíferos bentónicos grandes, macroforaminíferos, Cretácico, Cuba.

ABSTRACT

The large benthic foraminifera (macroforaminifera) of Cuba have been closely studied by many specialists, but there is no publication that brings together all the genera and species identified to date. This work represents the introduction to a Catalog of Macroforaminifera developed to serve as an identification tool in micropaleontological studies. For its realization, the authors had available the existing bibliographic information and valuable unpublished documentation, as a result of micropaleontological determinations of the specialists working in the oil companies operating in Cuba. As a result, the systematics of the large benthic foraminifera species was updated according to the current classification patterns; genera and generic associations useful for the interpretation of several paleoenvironmental distribution zones were identified; and the characteristics of 20 genera were analyzed, with 54 species in total registered for Cuba, which were included in this Catalog. The specific files contained in the Catalog of Larger Benthic Foraminifera (Macroforaminifera) of the Cretaceous of Cuba represent the unification of the information available to the micropaleontologists of the Petroleum Research Center (CEINPET) about this group and contribute to the better development of biostratigraphic studies of larger foraminifera for the Cretaceous of Cuba.

Keywords: Larger benthic foraminifera, Macroforaminifera, Cretaceous, Cuba.

Los foraminíferos bentónicos grandes (macroforaminíferos) han sido estudiados estrechamente por muchos especialistas (e.g. Palmer, 1934; Maync, 1952; Brönnimann, 1954 a, b, 1958 a, b; Seiglie y Ayala Castañares, 1963; Banner, 1970; Bergquist, 1971; Decrouez & Moullade, 1974; van Gorsel, 1975, 1978; Caus et al., 1988; Hottinger & Drobne, 1989; Matsumaru, 1991; Aguilar Piña, 1996; Hottinger, 2006; Petrizzo et al., 2008; Boudagher - Fadel, 2008; Boudagher - Fadel & Price, 2010), pero no existe ninguna publicación que reúna todos los géneros y especies identificados hasta la fecha. Esta es la razón por la cual los autores realizaron este estudio contando con la información bibliográfica existente y documentación inédita considerablemente valiosa, como resultado de determinaciones micropaleontológicas de los especialistas que trabajan en las compañías petroleras que operan en Cuba.

La micropaleontología en Cuba se ha encargado fundamentalmente de la descripción de los microfósiles y su distribución temporal y geográfica. Importantes estudios de carácter global se enmarcan principalmente en las décadas de 1950 a 1970. Paralelos a estos trabajos, los esfuerzos de los especialistas en bioestratigrafía se concentraron en el establecimiento de zonaciones bioestratigráficas cubanas. Desde el punto de vista económico, esta ciencia permite determinar la edad de las rocas sedimentarias y, de este modo, la búsqueda de distintos yacimientos minerales (sobre todo petróleo), mediante la elaboración de distintas columnas estratigráficas que se utilizan en las correlaciones de diferentes zonas petrolíferas.

Debido a las condiciones de sedimentación que imperaron durante el Cretácico Superior en Cuba y la abundancia de arrecifes a lo

largo de la isla, las rocas de esas edades constituyen una fuente extraordinaria para el estudio de los foraminíferos grandes, grupo que ha llamado poderosamente la atención de los micropaleontólogos durante muchos años, hasta el punto de haberse descrito numerosos géneros y especies nuevos con localidades tipos en Cuba (Seiglie, 1963).

Los macroforaminíferos son además buenos indicadores paleoambientales, paleoceanográficos y paleogeográficos. Por tanto, contar con materiales de consulta que contribuyan a una mejor caracterización e identificación de los microfósiles reconocidos para estas edades en Cuba de una forma resumida, permite agilizar la calidad y la productividad del trabajo del especialista en secciones delgadas.

El objetivo principal del presente estudio es sentar las bases para la confección de un catálogo de estos microfósiles cubanos en los depósitos del Cretácico, la actualización de su sistemática y el estudio bioestratigráfico de los foraminíferos grandes del Cretácico de Cuba.

Para la confección del Catálogo, se realizó un levantamiento de la información micropaleontológica sobre la oritocenosis reportada en las edades en estudio. A partir de estos datos, fue seleccionado el material que aparecería en el texto.

La sistemática de las especies de foraminíferos bentónicos grandes fue actualizada según los patrones actuales de clasificación. Además, para ser incluidas en el catálogo fueron seleccionadas fotomicrografías de láminas delgadas tomadas por algunos autores, y se realizó una breve caracterización paleoecológica en el intervalo.

1. PALEOECOLOGÍA DE LOS FORAMINÍFEROS BENTÓNICOS

La paleoecología es la rama de la ciencia que trata de reconstruir la ecología del pasado, aplicando los principios ecológicos y geológicos del registro fósil. Se solapa inevitablemente con otras disciplinas como la Tafonomía y la Sedimentología. Previo a cualquier análisis paleoecológico, es necesario realizar primero un estudio tafonómico, para distinguir si la asociación registrada es consecuencia de factores ecológicos o tafonómicos (Alegret en Molina, 2004).

Los microfósiles han sido considerados como excelentes marcadores de las condiciones paleoambientales del medio en que habitan. Determinados grupos de microfósiles, como los foraminíferos bentónicos, se han empleado tradicionalmente para realizar reconstrucciones paleobatimétricas, dado que su distribución está controlada en gran medida por la profundidad, además de otra serie de parámetros ambientales (sustrato, temperatura del agua, tamaño del grano, luminosidad, salinidad, oxígeno disuelto, nutrientes, turbulencia, turbidez o transparencia, profundidad, entre otros).

La interacción de estos factores condiciona la distribución biogeográfica y batimétrica de dichos organismos. A continuación, se destacan algunos de estos elementos ambientales.

Componentes

Los constituyentes mayoritarios del mar son Cl^- , Na^+ , SO_4^{2-} , Mg^{2+} , Ca^{2+} y K^+ . Estos iones representan el 99% del material disuelto en el agua del mar.

Salinidad

La salinidad del medio también determina la composición de las asociaciones de microfósiles. A su vez, varía notablemente en función de factores como temperatura, grado de evaporación, aportes de aguas

continentales y precipitación atmosférica. Estos factores afectan sobre todo a las aguas marinas superficiales, generalmente menos salinas y densas, razón por la cual suele existir una zona dentro de la columna de agua donde la salinidad aumenta rápidamente con la profundidad.

En aguas superficiales (Molina, 2004), la salinidad del medio oceánico varía en función de la evaporación, la precipitación y la cercanía a la costa. En función de la salinidad del agua, los ambientes pueden clasificarse en:

- Ultrahalinos (salinidad normal en mar abierto 30-35‰).
- Polihalinos (16-30‰, típicos de zonas intermareales).
- Mesohalinos (3-16,5‰, típicos de albuferas, estuarios).
- Oligohalinos (0,5-3‰, típicos de aguas continentales: ríos, lagos).
- Infrahalinos (<0,5‰, que son las aguas de fusión de hielo).

En áreas marinas semicerradas (albufera, sistema de isla barrera en lagunas costeras, mares epicontinentales, etc.) y otras zonas de alta evaporación pueden crearse ambientes de aguas hipersalinas (> 35‰). Según Bignot (1982), la mayor diversidad específica y riqueza de individuos se localiza en medios lacustres o aguas marinas de salinidad normal.

La salinidad del medio también determina la composición de las asociaciones de microfósiles. En el caso de los foraminíferos bentónicos, se emplean diagramas ternarios en los que se representan los porcentajes de foraminíferos de conchas calcíticas hialinas, aporcelanadas y aglutinadas que contienen una asociación determinada. Estos tres extremos corresponden a los porcentajes de los subórdenes Rotaliina (conchas calcíticas hialinas), Miliolina (aporcelanadas) y Textulariina (aglutinadas). La representación de una asociación de foraminíferos bentónicos en este diagrama es indicativa de la salinidad del medio (Figura 1).

RESULTADOS

RESULTADOS



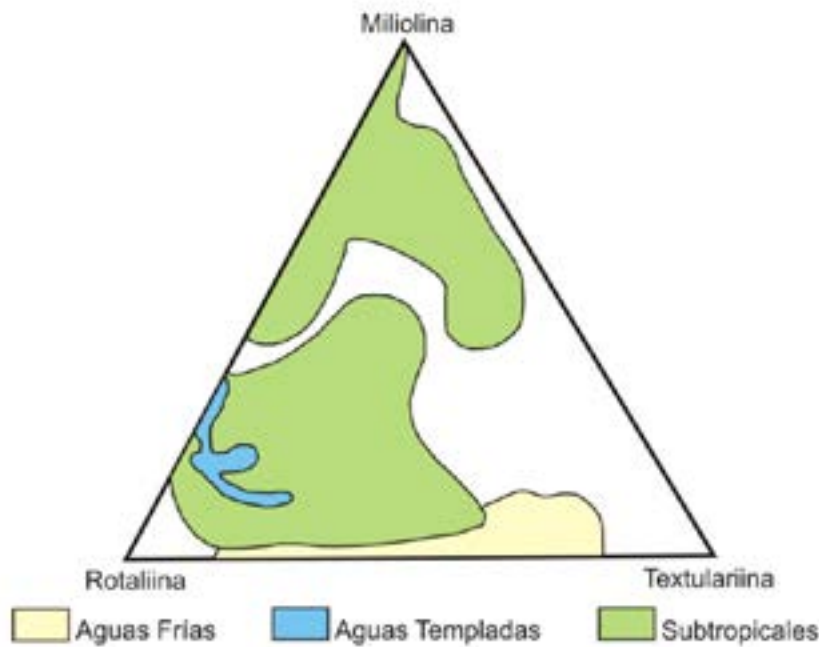
01. FIGURA

Representación de una asociación de foraminíferos bentónicos en función del porcentaje de organismos con conchas calcíticas hialinas, aporcelanadas y aglutinadas en distintos medios de salinidad. Modificado de Brasier (1980) y Murray (1991).

TABLA 01.

Características de la superficie del océano, según latitudes (modificado de Charnock (1971), tomado de Alegret en Molina, 2004).

Características	Aguas Oceánicas Tropicales	Aguas Oceánicas Templadas	Aguas Oceánicas Polares
Temperatura de invierno	20-25°C	5-20°C	Unos -2°C
Variación anual de temperatura	Menos de 5°C	Unos 10°C	Menos de 5°C
Salinidad media	35‰-37‰	Alrededor de 35‰	28‰-32‰
Variación anual de la temperatura del aire	Menos de 5°C	Unos 10°C	Hasta 40°C
Balance Precipitación-Evaporación	E excede P	P excede E	P excede E



02. FIGURA

Abundancia de diversos subórdenes de foraminíferos bentónicos en función de la temperatura de las aguas. Modificado de Murray en Hart (1987); tomado de Alegret en Molina, 2004.

RESULTADOS

Temperatura

Los organismos pueden clasificarse en función de su tolerancia a los cambios de temperatura. La temperatura del océano varía entre -2 y +27°C, y puede alcanzar los 35°C en algunos mares interiores (Tabla I).

Los factores que provocan variaciones en la temperatura, especialmente las corrientes marinas y la latitud, son responsables en gran medida del reparto geográfico de las especies estenotermas, es decir, las que se ven intensamente afectadas por mínimos cambios en la temperatura del agua (Figura 2).

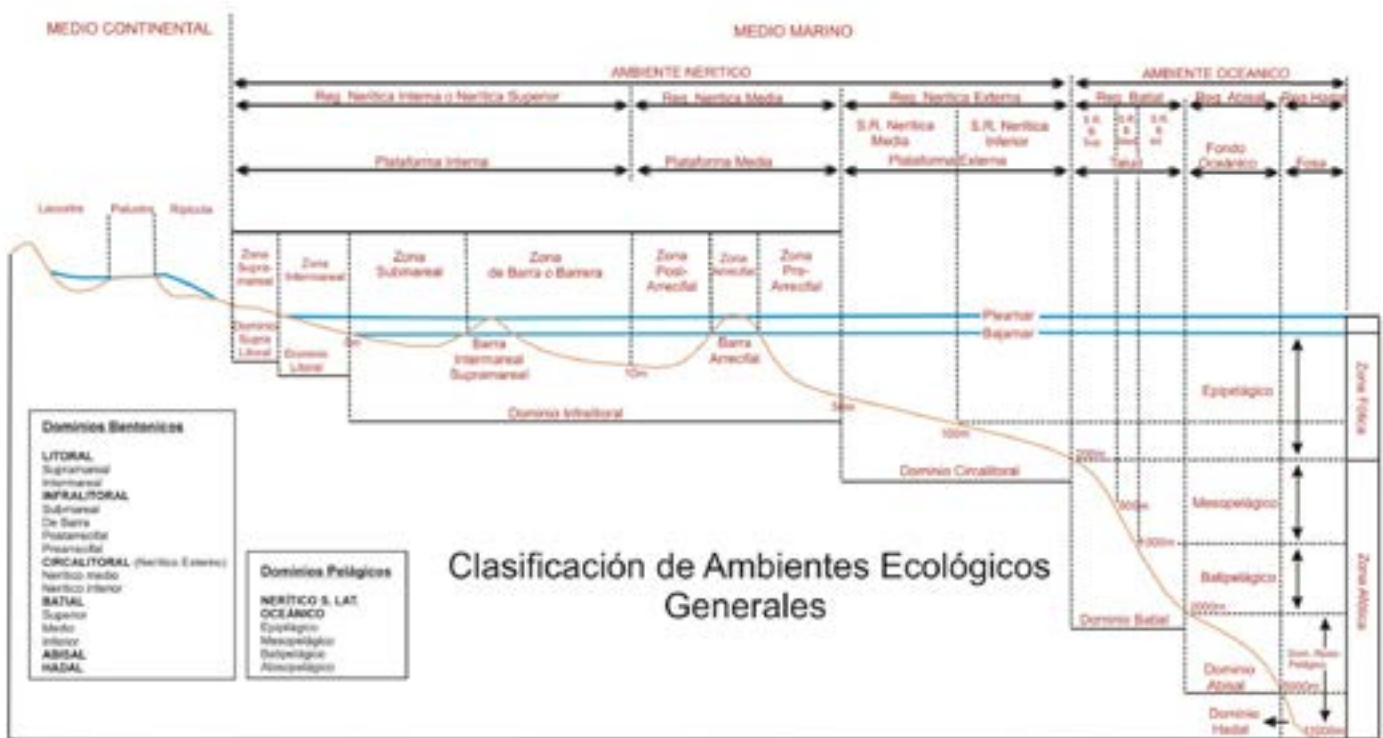
Luminosidad

La luz solar pierde intensidad a medida que va atravesando las capas de agua, de manera que a partir de los 200 m de profundidad se separa la zona fótica donde se desarrolla tanto la vida animal como vegetal, de la zona fótica en la cual solo hay vida animal.

2. CLASIFICACIÓN DE AMBIENTES MARINOS

Las características físicas de los océanos (batimetría, topografía del fondo marino y de las costas) y las características físicoquímicas del agua de mar (temperatura, salinidad, contenido de oxígeno, contenido de nutrientes) determinan los ambientes en los que se van a desarrollar los organismos (Figura 3).

RESULTADOS



03 FIGURA

Divisiones principales del medio ambiente marino.

Los términos *pelágico* y *nerítico* se emplean para denominar tanto a organismos como a medios y sedimentos.

Los foraminíferos bentónicos aporcelanados son en su conjunto un grupo cosmopolita, tanto batimétrica como latitudinalmente. Sin embargo, a nivel específico son más restringidos. La mayoría se concentran en los medios someros de la zona nerítica, entre 7 y 150 m.

Los aporcelanados más simples, los milioloideos, viven en unas condiciones de temperatura y profundidad más amplias que los grupos más complejos, y su máxima diversidad se encuentra en facies carbonatadas tropicales. Los milioloideos viven generalmente en aguas poco profundas y agitadas, en condiciones hipersalinas, asociados a algas y foraminíferos aglutinados en rocas calcáreas detríticas. Por ejemplo, en la actualidad, los aporcelanados dominan los medios someros, aunque hay algunas excepciones, que pueden aparecer también a profundidades batiales, e incluso abisales (Arenillas en Molina, 2004).

Los aporcelanados complejos actuales ocupan fundamentalmente medios muy poco profundos pero de aguas tranquilas y con una sedimentación lenta sin aporte de terrígenos. Viven a una profundidad de 0 a 45 m, ricas en carbonato cálcico, y a una temperatura entre 25 y 30°C, en medios ligeramente hipersalinos. Pertenecen a plataformas someras protegidas por arrecifes o barreras, de aguas cálidas, claras y con alta concentración de carbonato cálcico. Viven confinados a latitudes tropicales - subtropicales, donde encuentran suficiente temperatura. Presentan algas simbioses que viven en la parte interna o externa de la concha. Precisan de medios con gran luminosidad, por lo que están confinados a la zona fótica. Algunos géneros, como los sorítidos, viven como formas epifaunales fijas

en aguas cálidas de medios de laguna costera, litorales y de plataforma interna, a 0 - 60 m de profundidad.

De acuerdo con los datos neontológicos descritos y presentes en el registro fósil, se interpreta que *Orbitolites*, *Meandropsina* y géneros afines vivieron en plataforma interna protegida de aguas tropicales - subtropicales. La distribución de los grandes aporcelanados coincide aproximadamente con el cinturón tropical, por lo que son muy importantes desde el punto de vista paleoecológico y paleobioestratigráfico. Alcanzaron su máxima abundancia en los bordes Este y Oeste del Thetis (Arenillas en Molina, 2004).

De acuerdo con Molina (2004), se han establecido diversos esquemas de distribución paleoambiental de macroforaminíferos de Miliolina, Rotaliina, Textulariina y otros grupos similares a los de Arni (1963), pero más detallados. Entre ellos es posible destacar los establecidos por Caus y Serra - Kiel (1984, 1992) para el Cretácico Superior y el Paleógeno.

En este trabajo se pudieron establecer varias zonas identificables a partir de la presencia de algunos géneros o asociaciones de géneros (Ver Figura 3). Estas son:

Zona arrecifal - Nerítica externa (media)

Género *Orbitoides*

Género *Orbitocyclina*

Región Nerítica Externa (inferior) - Región Batial

Género *Omphalocyclus*

Zona Prearrecifal

Género *Sulcorbitoides*

Género *Vaughanina*

Zona Postarrecifal - Nerítica Externa

Género *Sulcoperculina*

Zona Intermareal - Nerítica Externa

Suborden Miliolina en general

Zona Prearrecifal - Nerítica Externa

Género *Chubbina*

Zona Intermareal - Zona Postarrecifal

Género *Rhapydionina*

3. CLASIFICACIÓN SISTEMÁTICA

Para la clasificación sistemática de las especies de macroforaminíferos del Catálogo, se tuvieron en cuenta los criterios de Boudagher - Fadel (2008), debido a que este especialista consultó materiales de referencia confiables y bases de datos actualizadas. Las fichas de descripción por especies se elaboraron en base al formato del Atlas de Microfósiles de Cuba de Díaz Otero et al. (1998), en el que se incluyen los siguientes aspectos:

- Aspectos distintivos (AD)
- Distribución estratigráfica (DE)
- Localidades donde se ha identificado (LI)
- Formaciones geológicas donde ha sido reportada (FmR)
- Distribución mundial (DM)
- Microfósiles Asociados (MA)
- Referencias (Rf).

Orden FORAMINIFERIDA Eichwald, 1830

Suborden Rotaliina Delage & Hérouard, 1896

Testa multilocular de pared calcárea constituida de calcita hialina lamelar perforada. Abertura simple o con un diente interno. Rango estratigráfico: Triásico - Holoceno.

Superfamilia Orbitoidoidea Schwager, 1876

Testa discoidal a lenticular con prominente dimorfismo. Ambas generaciones (megalosférica y microesférica) están presente en la mayoría de las especies orbitoidales. Los especímenes microesféricos se presentan con una distintiva pequeña protoconcha (generalmente sobre los 20 µm), pero las formas megalosféricas presentan un estado embrionario distintivo encerrado en una pared gruesa. Las cámaras laterales o ecuatoriales pueden diferenciarse o ser indistinguibles. Rango estratigráfico: Cretácico Superior Santoniano - Oligoceno.

Familia ORBITOIDIDAE Schwager, 1876

Testa grande lenticular, no canaliculada compuesta por una capa media que comprende el estadio inicial rodeado por cámaras ecuatoriales flanqueadas por capas de camarillas laterales. El sistema embrionario usualmente consiste en dos cámaras (una primera cámara globular o protoconcha y una segunda cámara reniforme o deuteroconcha) con una pared gruesa rodeada inmediatamente por cámaras ecuatoriales, llamadas cámaras periembrionarias. La tercera cámara es llamada cámara auxiliar, y en especies desarrolladas puede haber dos cámaras auxiliares. Están presentes los estolones (aberturas) que conectan las cámaras ecuatoriales. La mayoría de los géneros orbitoidales del Cretácico están ornamentados por pústulas redondeadas. Rango estratigráfico: Cretácico Superior Santoniano - Maastrichtiano (para un estudio más detallado de este grupo, ver Van Gorsel, 1978).

Subfamilia Orbitoidinae Schwager, 1876

Las cámaras laterales pueden estar presentes y diferenciadas de las cámaras ecuatoriales en el estado post embrionario. Rango estratigráfico: Cretácico Superior Santoniano - Maastrichtiano.

RESULTADOS

RESULTADOS

Género *Orbitoides* d'Orbigny, 1848

Forma lenticular o discoidal de la testa, constituida de una sola capa generalmente plana de grandes cámaras (la capa mediana), con muchas cámaras laterales más pequeñas a ambos lados de éstas. En vista de plano, la testa es ligeramente asimétrica, usualmente con un bulto central en un lado y arrugas radiales. En la parte central de la capa ecuatorial hay un grupo de dos o cuatro cámaras con pared común fina y recta, todas encerradas dentro una pared externa gruesa conspicua y porosa. Están presentes cámaras epiauxiliares (cámaras que se originan desde los estolones en la pared embrionaria y envuelven en la protoconcha, la deuterconcha y las cámaras auxiliares. Estas son seguidas por anillos concéntricos de pequeñas cámaras formadas simultáneamente. Los estolones son grandes y pueden verse en secciones verticales (Boudagher - Fadel, 2008). Rango estratigráfico: Cretácico Superior Santoniano - Maastrichtiano.

Especies incluidas en el Catálogo de Macroforaminíferos del Cretácico de Cuba:

Orbitoides tissoti

Orbitoides media

Orbitoides apiculata apiculata

Orbitoides apiculata jaegeri

Orbitoides browni

Orbitoides villasensis

Orbitoides palmeri

Género *Monolepidorbis* Astre, 1927

Este género difiere de *Orbitoides* por la ausencia de camarillas laterales, sin embargo pueden estar presente de forma incipiente. Muchos autores han argumentado en favor de incluirlo dentro del género

Orbitoides (Boudagher - Fadel, 2008). Rango estratigráfico: Cretácico Superior Santoniano - Maastrichtiano.

Especies incluidas en el Catálogo de Macroforaminíferos del Cretácico de Cuba:

Monolepidorbis sp.

Subfamilia *Omphalocyclinae* Vaughan, 1928

Las cámaras laterales no están diferenciadas de las cámaras ecuatoriales en el estado postembrionario. Rango estratigráfico: Cretácico Superior Maastrichtiano.

Género *Omphalocyclus* Bronn, 1853

Testa discoidal, bicóncava. La parte central de la testa puede consistir de una o dos capas de cámaras. Capas adicionales de cámaras arqueadas son añadidas en estados alternos, en vez de una espiral orbitoidal. El estadio embrionario tiene dos o cuatro cámaras. Las cámaras ecuatoriales se comunican a través de grandes estolones marginales (Boudagher - Fadel, 2008). Rango estratigráfico: Cretácico Superior Maastrichtiano.

Especies incluidas en el Catálogo de Macroforaminíferos del Cretácico de Cuba:

Omphalocyclus macroporus

Género *Torreina* Palmer, 1934

Testa globular con un embrión centralmente localizado. El estadio embrionario tiene de 4 a 5 cámaras rodeadas por una pared. Desde el embrión, las cámaras laterales son bajas y arqueadas y se añaden uniformemente en todas direcciones. El patrón de crecimiento es el característico de los orbitoidales cretácicos, pero también se encuentra en el género *Sphaerogypsina* del Terciario (Boudagher - Fadel, 2008). Rango estratigráfico: Cretácico Superior Maastrichtiano.

Especies incluidas en el Catálogo de Macroforaminíferos del Cretácico de Cuba:

Torreina torrei

Superfamilia Rotalioidea Ehrenberg, 1839

Testa involuta a evoluta, inicialmente trocospiral, comúnmente con muchas cámaras en numerosas vueltas. Se añaden nuevas cámaras y rebordes septales sujetos a las caras aperturales previas y rodeando los canales radiales, fisuras, cavidades umbilicales y canales intraseptales y subsuturales. Pared perforada de calcita hialina y generalmente en estructura ópticamente radial. Las aberturas primarias pueden simples o múltiples. Pequeñas aberturas pueden ocurrir en el sistema de canal a lo largo de las suturas. Rango estratigráfico: Cretácico Superior Coniaciano - Holoceno.

Familia PSEUDORBITOIDIDAE Rutten, 1935

Testa lenticular, canaliculada, con un embrión de 2 cámaras, seguidos por una espira de cámaras nepiónicas. Este grupo se caracteriza por la presencia de una estructura de elementos calcáreos ordenados radialmente en la capa ecuatorial. Rango estratigráfico: Cretácico Superior Campaniano - Maastrichtiano.

Subfamilia Pseudorbitoidinae Rutten, 1935

La capa ecuatorial (media) esta subdividida verticalmente por láminas o varillas ordenadas radialmente. Rango estratigráfico: Cretácico Superior Campaniano - Maastrichtiano.

Género *Conorbitoides* Brönnimann, 1958

Testa cónica, con un ápice puntiagudo y un estadio similar a *Sulcoperculina* (Bouterlin, 1981; Boudagher - Fadel, 2008). Rango estratigráfico: Cretácico Superior Campaniano Superior - Maastrichtiano Inferior.

Especies incluidas en el Catálogo de Macroforaminíferos del Cretácico de Cuba:

Conorbitoides cristalensis

Género *Historbitoides* Brönnimann, 1956

Similar a *Pseudorbitoides*, pero con un solo set de varillas radiales que están irregularmente interconectadas lateralmente y con incipientes radios e interradios (Butterlin, 1981). Rango estratigráfico: Cretácico Superior Campaniano Superior - Maastrichtiano Inferior.

Especies incluidas en el Catálogo de Macroforaminíferos del Cretácico de Cuba:

Historbitoides kozaryi

Género *Pseudorbitoides* Douvillé, 1922

Foraminíferos orbitoidales de contorno circular y capas de cámaras laterales y ecuatoriales, pero la capa ecuatorial es doble o triple hacia la periferia, como en *Omphalocyclus*. La capa radial ecuatorial carece de paredes anulares. La capa de cámaras laterales es de forma irregular y relativamente de pared fina, y están conectadas por numerosos poros en las paredes de las cámaras. El estadio neánico tiene un solo set de varillas radiales que no están interconectadas radialmente (Boudagher - Fadel, 2008). Rango estratigráfico: Cretácico Superior Campaniano Superior - Maastrichtiano.

Especies incluidas en el Catálogo de Macroforaminíferos del Cretácico de Cuba:

Pseudorbitoides israelskyi

Pseudorbitoides rutteni

Pseudorbitoides trechmanni

Género *Sulcorbitoides* Brönnimann, 1955

Las cámaras ecuatoriales están ordenadas trocospiralmente en tres vueltas. Difiere de *Pseudorbitoides* en que tiene dos grupos de sistemas alternantes de láminas radiales verticales, las cuales Brönnimann las refiere

RESULTADOS

RESULTADOS

como “varillas radiales” separadas por un espacio medio, que se originan desde el surco periférico (Boudagher - Fadel, 2008). Esta forma difiere de *Sulcoperculina* en que tiene cámaras laterales y las varillas radiales son más largas. Rango estratigráfico: Cretácico Superior Campaniano.

Especies incluidas en el Catálogo de Macroforaminíferos del Cretácico de Cuba:

Sulcorbitoides pardoii

Género *Rhadorbitoides* Brönnimann, 1955

Testa con varillas dispuestas como en *Sulcorbitoides*, pero sólo en la región interna que rodea al juvenarium. En la región externa, las varillas se multiplican y se unen por conexiones verticales y diagonales que dan, en corte ecuatorial, una apariencia de enrejado muy fino. El juvenarium es de tamaño mediano, simétrico, en sección axial. Rango estratigráfico: Cretácico Superior Campaniano Superior - Maastrichtiano.

De este género solo existe una especie, que está incluida en el Catálogo:

Rhadorbitoides hedbergi

Subfamilia *Vaughaninae* MacGillavry, 1963

Los miembros de esta familia presentan un estadio juvenil similar a *Sulcoperculina*, pero desarrollan cámaras laterales. La capa ecuatorial es similar a los “pseudorbitoides”. Rango estratigráfico: Cretácico Superior Campaniano - Maastrichtiano.

Género *Aktinorbitoides* Brönnimann, 1958

Testa lenticular de contorno estrellado. El juvenarium consiste en dos o tres vueltas de cámaras en ordenamiento trocospiral, seguido por una capa ecuatorial que comprende 7 o 10 radios, consistentes en cámaras anulares atravesadas por dos sistemas alternantes de láminas radiales separadas por un espacio intermedio, como

en *Vaughanina* (Boudagher - Fadel, 2008). Rango estratigráfico: Cretácico Superior Campaniano Superior - Maastrichtiano Inferior.

Especies incluidas en el Catálogo de Macroforaminíferos del Cretácico de Cuba:

Aktinorbitoides browni

Género *Ctenorbitoides* Brönnimann, 1958

Testa cónica con un vértice en forma de peine y un estadio similar a *Vaughanina* (Boudagher - Fadel, 2008). Rango estratigráfico: Cretácico Superior Campaniano Superior - Maastrichtiano Inferior.

Especies incluidas en el Catálogo de Macroforaminíferos del Cretácico de Cuba:

Ctenorbitoides cardwelli

Género *Vaughanina* Palmer, 1934

Testa lenticular y circular con un flanco conspicuo donde protruyen las láminas radiales, que son usualmente visibles. Difere de *Pseudorbitoides* en que tiene las cámaras ecuatoriales anulares cruzadas por dos sistemas alternantes de láminas radiales verticales, que se extienden desde el piso al techo dentro de la capa ecuatorial (Boudagher - Fadel, 2008). Rango estratigráfico: Cretácico Superior Campaniano Superior - Maastrichtiano.

Especies incluidas en el Catálogo de Macroforaminíferos del Cretácico de Cuba:

Vaughanina cubensis cubensis

Vaughanina cubensis minor

Vaughanina cubensis globosa

Vaughanina barkeri

Vaughanina guatemalensis

Subfamilia *Pseudorbitellinae* Hanzawa, 1962

RESULTADOS

RESULTADOS

Esta subfamilia tiene una estructura de tipo pseudorbitoidal, pero carece de láminas o varillas. Rango estratigráfico: Cretácico Superior Campaniano - Maastrichtiano.

Género *Asterorbis* Vaughan & Cole, 1932

Testa estrellada de 4 a 8 rayos con grandes pústulas en el umbo. El embrión bilocular está rodeado por una capa gruesa y dos cámaras grandes. Vista en plano, las cámaras ecuatoriales tienen forma de diamante u ojivales y aumentan en altura desde el centro hacia la periferia de la testa. Las capas decrecen en número desde el umbo hacia la periferia, donde las capas laterales están menos expuestas y sin cámaras laterales, pero presentan pilares bien desarrollados (Boudagher - Fadel, 2008). Rango estratigráfico: Cretácico Superior Campaniano - Maastrichtiano.

Especies incluidas en el Catálogo de Macroforaminíferos del Cretácico de Cuba:

Asterorbis rooki

Asterorbis aguayoi

Asterorbis cubensis

Asterorbis macei

Asterorbis havanensis

Género *Orbitocyclina* Vaughan, 1929

Testa circular con un embrión bilocular encerrado por una pared gruesa y seguido por cámaras espirales. La capa ecuatorial está constituida por cámaras arqueadas o en forma de diamantes, interconectadas por estolones y rodeadas por cámaras laterales a ambos lados. (Boudagher - Fadel, 2008). Rango estratigráfico: Cretácico Superior Campaniano - Maastrichtiano.

Especies incluidas en el Catálogo de Macroforaminíferos del Cretácico de Cuba:

Orbitocyclina floridensis

Orbitocyclina estrellae

Orbitocyclina minima

Orbitocyclina minor

Orbitocyclina nortoni

Orbitocyclina palmeri

Orbitocyclina tschoppi

Orbitocyclina planasi

Orbitocyclina macgillavryi

Orbitocyclina ruttenei

Orbitocyclina armata

Género *Sulcoperculina* Thalman, 1939

Rotárido sin cámaras laterales, pero con un surco periférico en donde se observan pequeñas laminas radiales o varillas (Boudagher - Fadel, 2008). Rango estratigráfico: Cretácico Superior Campaniano - Maastrichtiano.

Especies incluidas en el Catálogo de Macroforaminíferos del Cretácico de Cuba:

Sulcoperculina globosa

Sulcoperculina dickersoni

Sulcoperculina cubensis

Sulcoperculina vermunti

Sulcoperculina diazi

Sulcoperculina minima

Sulcoperculina angulata

Familia ROTALIIDAE Ehrenberg, 1839

Testa trocospiral con tapones umbilicales y canales radiales en todos ellos o con fisuras y canales intraseptales y suturales. Abertura basal sencilla o múltiple. Rango estratigráfico: Cretácico Superior (Maastrichtiano) - Mioceno.

Género *Smoutina* Drooger, 1960

Concha con canales espirales ramificados. Rango estratigráfico: Cretácico Superior Senoniano Superior - Eoceno Medio.

Especies incluidas en el Catálogo de Macroforaminíferos del Cretácico de Cuba:

Smoutina bermudezi

Familia *CALCARINIDAE* Schwager, 1876

Testa envuelta por grandes espinas infladas. Rango estratigráfico: Cretácico Superior (Maastrichtiano) - Holoceno.

Género *Siderolites* Lamarck, 1801

Testa grande con un prolóculo globular seguido por un enrollamiento involuto de aproximadamente cuatro vueltas. En la vuelta final están presentes de dos a siete grandes espinas. Aparecen canales espirales en la región umbilical a ambos lados de la testa. Pueden presentar además pilares en la región umbilical como pústulas (Boudagher - Fadel, 2008). Rango estratigráfico: Cretácico Superior (Maastrichtiano).

Especies incluidas en el Catálogo de Macroforaminíferos del Cretácico de Cuba:

Siderolites vanbellei

Siderolites skourensis

Suborden *Miliolina* Delage and Hérouard, 1896

Testa aporcelanada, imperforada y constituida por alto contenido de magnesio con cristales orientados caóticamente. Rango estratigráfico: Carbonífero - Holoceno.

Superfamilia *Alveolinoidea* Ehrenberg, 1839

Testa enrollada a lo largo de un eje axial alargado, inicialmente planispiral o estreptospiral, o milioliniforme con cámaras añadidas en varios planos. Rango estratigráfico: Cretácico - Holoceno.

Familia *RHAPYDIONINIDAE* Keijzer, 1945

Testa planispiral a estreptospiral, en los primeros estadios a comprimida, no enrollada en abanico de tipo peneropliforme o cilíndrica en estadios posteriores. Aparato embrionario simple o milioliniforme. Zona central con engrosamiento canaliculado, excepto en el espacio pre septal con reforzamientos (pilares residuales). Apertura múltiple en la última cámara. Rango estratigráfico: Cretácico Superior Cenomaniano - Maastrichtiano.

Género *Chubbina* Robinson, 1968

Testa grande globular y estreptospiral, después planispiral aplanada y peneropliforme. El interior de las cámaras subdividido por numerosos séptulos (Boudagher - Fadel, 2008). Rango estratigráfico: Cretácico Superior Campaniano - Maastrichtiano.

Especies incluidas en el Catálogo de Macroforaminíferos del Cretácico de Cuba:

Chubbina cardenasensis

Chubbina jamaicensis

Chubbina macgillavryi

Género *Rhapydionina* Stache, 1913

Testa involuta, lenticular, con pronunciado dimorfismo. Forma megalosférica cilíndrica con un flexostylo enrollado, seguido por 3 a 4 cámaras en una espira simple, con estadio adulto rectilíneo. Forma microsférica planispiral a desenrollada con un pequeño prolóculo, seguido por un estadio uniserial flabelliforme y aplanado con cámaras arqueadas bajas. Región periférica subdivida por séptulos verticales (Boudagher - Fadel, 2008). Rango estratigráfico: Cretácico Superior Cenomaniano - Maastrichtiano.

Especies incluidas en el Catálogo de Macroforaminíferos del Cretácico de Cuba:

Rhapydionina sp.

Superfamilia Soritoidea Ehrenberg, 1839

Cámaras planispirales, desenrolladas, flabeliforme o cíclica, que pueden estar subdivididas por tabiques o pilares. Rango estratigráfico: Pérmico Superior - Holoceno.

Familia MEANDROPSINIDAE Henson, 1948

Testaplanispiraladiscoideaanular, lateralmente comprimida, involuta, con desarrollo parcial de tabiques. Numerosos séptulos dividen el interior de las cámaras. Abertura múltiple. Rango estratigráfico: Cretácico Superior Campaniano - Paleoceno Medio.

Género *Ayalaina* Seiglie, 1961

Testa acampanada con numerosas cámaras que aumentan en altura rápidamente. Rango estratigráfico: Cretácico Superior Campaniano - Maastrichtiano.

Especies incluidas en el Catálogo de Macroforaminíferos del Cretácico de Cuba:

Ayalaina rutteni

CONSIDERACIONES FINALES

Este sencillo artículo representa la introducción al Catálogo de Foraminíferos Bentónicos Grandes (Macroforaminíferos) del Cretácico de Cuba, una publicación aún inédita pero que ya es utilizada como material de determinación por los micropaleontólogos cubanos, tanto del CEINPET como del Instituto de Geología y Paleontología / Servicio Geológico de Cuba. Los estudios que contribuyeron al Catálogo reportaron para el país la presencia de 20 géneros y 54 especies para la edad en estudio; cada una de ellas cuenta con una ficha específica en la publicación.

Las fichas presentes en el Catálogo de Foraminíferos Bentónicos Grandes (Macroforaminíferos) del Cretácico de Cuba representan la unificación de la información con que cuentan los micropaleontólogos del Centro de Investigaciones del Petróleo sobre el grupo y contribuyen al mejor desarrollo del estudio bioestratigráfico de los foraminíferos grandes del Cretácico de Cuba.

REFERENCIAS

- Aguilar Piña, M. (1996): *Los foraminíferos "orbitoidiformes" del Cretácico Superior de Chiapas (SE de México): Estudio preliminar*. Tesis de Doctorado. Bellaterra: Universidad Autónoma de Barcelona. P. 207.
- Arni, P. (1963): L'évolution des Nummulininae en tant que facteur de modification des dépôts littoraux. *Colloque International de Micropaléontologie*, Dakar. 7 - 20 p.
- Banner, F. T. (1970): A synopsis of the Spirocyclinidae. *Revista Española de Micropaleontología*. 2: 243-290.
- Bergquist, H. R. (1971): Biogeographical review of Cretaceous foraminifera of the Western Hemisphere. *North American Paleontological Convention, Chicago, 1969, Proceedings*. 1565 - 1609.
- Bignot, G. 1982. *Los microfósiles* (trad. 1988). Madrid: Paraninfo. P. 284.
- BouDagher-Fadel, M. K. (2008): Evolution and Geological Significance of Larger Benthic Foraminifera. *Developments in Palaeontology and Stratigraphy*. 21 : 1 - 544.
- BouDagher-Fadel, M. K., Price, G.D. (2010): The evolution and palaeogeographic distribution of the lepidocyclinids. *J. Foraminiferal Res.* 40: 79 - 108.
- Brasier, M. D. (1980): *Microfossils*. London: George Allen & Unwin. P. 1 - 93.

REFERENCIAS

- Brönnimann, P. (1954) a: Upper Cretaceous Orbitoidal Foraminifera from Cuba. Part. 1. *Sulcorbitoides n. gen. Cush Fund. Foram. Resarch Bull.* V (2): 55 – 61.
- Brönnimann, P. (1954) b: Upper Cretaceous Orbitoidal Foraminifera from Cuba. Part. II. *Vaughanina Palmer 1934. Cushm Found. for Foram. Resarch Bull.* V (3): 91 – 105.
- Brönnimann, P. (1958) a: New Pseudorbitoids from the Upper Cretaceous of Guatemala, Texas and Florida. *Ecol. Geol. Helv.* 51 (2): 422 – 437.
- Brönnimann, P. (1958) b: New Pseudorbitoids from the Upper Cretaceous from Cuba, with remarks on encrusting foraminifera. *Micropaleontology.* 4 (2): 165 - 185.
- Butterlin, J. (1981): *Clave para la determinación de macroforaminíferos de México y del Caribe, del Cretácico superior al Mioceno medio.* Instituto Mexicano del Petróleo. P. 219.
- Caus, E., Gómez - Garrido, A., Rodes, D. (1988): Revaluation of *Lepidorbitoides* Evolution as a Function of the Age Relations Between as Established with Nannoplankton Biostratigraphy. *Rev. de Paleóbio., Vol. Spéc.* 2: 421 - 428.
- Caus, E., Serra - Kiel, J. (1984): Distribución ambiental de los macroforaminíferos, Cretácico Superior y Eoceno. *I Congreso Español de Geología.* 1: 399 – 406.
- Caus, E., Serra - Kiel, J. (1992): Macroforaminíferos: Estructura, Paleoecología i Biostratigrafía. *Publicació del servei Geològic de Catalunya.* 2: 1 - 211.
- Decrouez, D., Moullade, M. (1974): Orbitolinides nouveaux de l'Albo-Cenomanien de Grece. *Arch. Sci. Geneve.* 27: 75 – 92.
- Díaz Otero, C., et al. (1998): *Atlas de Microfósiles de Cuba.* La Habana: Centro de Investigaciones del Petróleo (CEINPET). Inédito.
- Hottinger, L., Drobne, K. (1989): Late Cretaceous, larger complex Miliolids (foraminifera) endemic in the pyrenean faunal province. *Facies.* 21: 99 – 134.
- Hottinger, L. (2006): Illustrated glossary of terms used in foraminiferal research. *Carnets de Geologie / Notebooks on Geology, Memoir 2006/02.* Disponible en: http://paleopolis.rediris.es/cg/uk_index.html_MO2
- Matsumaru, K. (1991): On the evolutionary classification of the Family Lepidocyclinidae (Foraminiferida). *Trans. Proc. Paleontol. Soc. Japan, new ser.* 164: 883 – 909.
- Maync, W. (1952): Critical taxonomic study and nomenclatural revision of the family Lituolidae based upon the prototype of the family, *Lituola nautiloidea* Lamarck, 1804. *Contrib. Cushman Foundation for Foraminiferal Res.* 3: 35 – 53.
- Molina, E. (Ed.) (2004): *Micropaleontología.* Colección Textos Docentes. España: Pressas Universidad de Zaragoza. P. 704.
- Murray, J. W. (1991): Ecology and distribution of benthic foraminifera. In: Lee, J. J., Anderson, O. R. (Eds): *Biology of Foraminifera.* New York: Academic Press. P. 221–224.
- Palmer, D. K., 1934. Some Larger Fossil Foraminifera from Cuba. *Mem. Soc. Cubana Hist. Nat.* 8 (4): 235 – 264.
- Petrizzo, M. R., Huber, B. T., Wilson, P. A., MacLeod, K. G. (2008): Late Albian paleoceanography of the western subtropical North Atlantic. *Paleoceanography.* PA1213. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1029/2007PA001517>.
- Seiglie, G. A, Ayala - Castañares, A. (1963): Sistemática y Biostratigrafía de los foraminíferos grandes del Cretácico Superior (Campaniano y Maestrichtiano) de Cuba. *Paleontología Mexicana.* 13: 1 - 36.
- Van Gorsel, J. T. (1975): Evolutionary trends and stratigraphic significance of the Late Cretaceous *Helicorbitoides - Lepidorbitoides* lineage. *Utrech Micropaleontol. Bull.* 12: 1 – 19.
- Van Gorsel, J. T. (1978): Late Cretaceous orbitoidal foraminifera. In: Hedley, R. H., Adams, C.G. (Eds). *Foraminifera.* Vol. 3. London: Academic Press. P. 1–109.