

# Arqueociatos del Cámbrico inferior de la Sierra de Córdoba (Sierra Morena, España): nuevo registro

## Lower Cambrian archaeocyaths from Córdoba Range (Sierra Morena, Spain): a new record

Silvia Menéndez<sup>1</sup>, Antonio Perejón<sup>2</sup>, Elena Moreno-Eiris<sup>2</sup> y Marta Rodríguez-Martínez<sup>3</sup>

1. Museo Geominero (IGME) c/ Ríos Rosas, 23, 28003 Madrid, España, Email: s.menendez@igme.es

2. Departamento de Paleontología, Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense de Madrid,

c/ José Antonio Novais, 12. 28040 Madrid, España

3. Departamento de Estratigrafía, Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense de Madrid, c/ José Antonio Novais, 12. 28040 Madrid, España

Recibido: 2-marzo-2017. Aceptado: 21-abril-2017. Publicado en formato electrónico: 16-mayo-2017

**PALABRAS CLAVE:** Arqueociatos, Biostratigrafía, Cámbrico Serie 2, Zona Ossa-Morena  
**KEY WORDS:** Archaeocyaths, Biostratigraphy, Series 2 Cambrian, Ossa-Morena Zone

### RESUMEN

Se estudia la asociación de arqueociatos hallada en niveles carbonáticos de la Formación Pedroche que afloran, de forma dispersa, a lo largo de la Carretera Córdoba-Villaviciosa, al Norte de la ciudad de Córdoba. Los fósiles se encuentran a techo de la sucesión, en niveles tabulares o biostromos con mesoestructura trombolítica. Se describe una nueva especie, *Erismacoscinus lucanoi* nov. sp. y la asociación estudiada está constituida por tres géneros, *Protopharetra*, *Erismacoscinus* y *Nochoroicyathus*. La edad asignada a estos materiales se corresponde con las Zonas I-III de arqueociatos (PEREJÓN & MORENO-EIRIS, 2006) Ovetiense inferior (Cámbrico Serie 2, Piso 3).

### ABSTRACT

The archaeocyathan assemblage from carbonate beds of the Pedroche Formation that crop out dispersed along the Cordoba-Villaviciosa Road, North of Cordoba city, is studied. The fossils are in thrombolite biostromes at the top of the succession. A new species is described, *Erismacoscinus lucanoi* nov. sp. The archaeocyathan assemblage studied is consisted of three genera, *Protopharetra*, *Erismacoscinus* and *Nochoroicyathus*. The age assigned to carbonate materials is I-III archaeocyathan Zones (PEREJÓN & MORENO-EIRIS, 2006) Early Ovetian (Cambrian Series 2, Stage 3).

## 1. INTRODUCCIÓN

Los materiales carbonáticos de la Formación Pedroche (Ovetiense inferior, Cámbrico inferior), en las secciones del Arroyo Pedroche y del Cerro de las Ermitas de la Sierra de Córdoba, presentan un interesante registro fósil constituido fundamentalmente por arqueociatos, trilobites, braquiópodos, microfósiles e icnofósiles que han sido ampliamente estudiados desde principios del siglo pasado (HERNÁNDEZ-PACHECO, 1918a, b; CARBONELL, 1926; PEREJÓN, 1974; LIÑÁN, 1978; MORENO-EIRIS, 1987) hasta tiempos actuales (FERNÁNDEZ-REMOLAR, 2001; GÁMEZ *et al.*, 2006; PEREJÓN & MORENO-EIRIS, 2007; CREVELING *et al.*, 2013).

Sin embargo, los arqueociatos de otras localidades de la Sierra de Córdoba solo se analizaron de forma preliminar (PEREJÓN, 1974) y hasta época más reciente no se han estudiado de forma detallada otras localidades como La Tierna y Arroyo Guadalbarbo (MENÉNDEZ, 1998, 1999; MENÉNDEZ *et al.*, 1999), Navalcastaño (PEREJÓN *et al.*, 2008) y Pay Jiménez (IGLESIAS ÁLVAREZ, 2014).

La asociación de arqueociatos estudiada en este trabajo, así como las microfacies asociadas, procede de una localidad situada en el punto kilométrico 3,5 de la carretera Córdoba-Villaviciosa CO-3405 (Fig. 1A). ZAMARREÑO (1977) estudió los materiales de esta localidad desde el punto de vista sedimentológico y

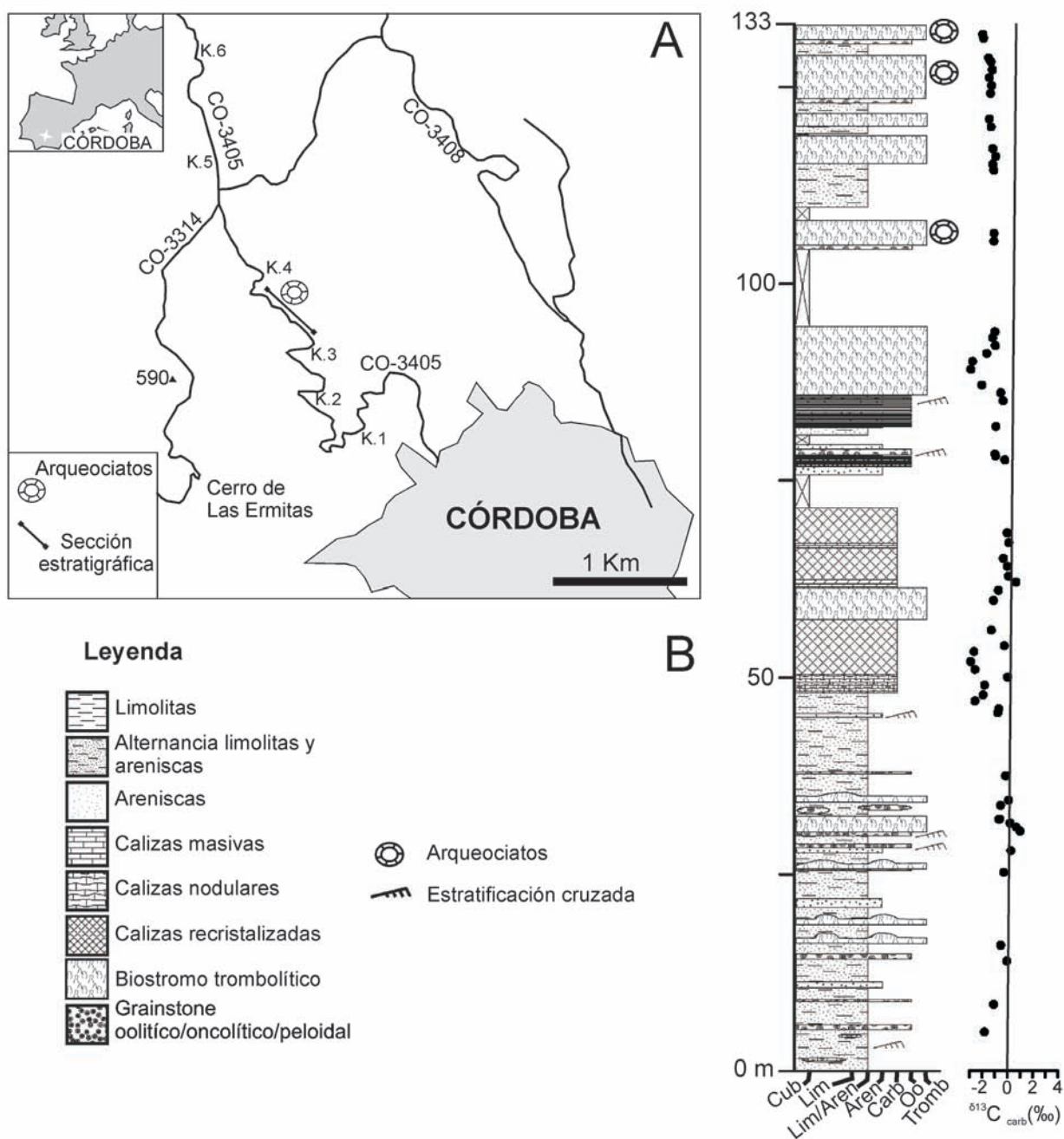


Figura 1. A. Situación geográfica de la sección de la Carretera de Córdoba-Villaviciosa. B. Columna estratigráfica de la sección de la Carretera Córdoba-Villaviciosa. Modificado de CREVELING *et al.*, 2013.

— A. Geographic situation of the studied section along the Córdoba-Villaviciosa Road. B. Lithostratigraphy section of the Córdoba-Villaviciosa Road. Modified from CREVELING *et al.*, 2013.

realizó un análisis detallado de las microfácies, mencionando sólo la presencia de arqueociatos. CREVELING *et al.* (2013) levantan una sección estratigráfica detallada (*Pilgrimage Road section*) (Fig. 1B), y realizan el estudio sedimentológico y quimioestratigráfico de la misma, mencionando también la presencia de arqueociatos hacia el techo de la sección. MENÉNDEZ *et al.* (2015a) realizan un estudio preliminar de estos arqueociatos. Por tanto el objetivo de este trabajo es la descripción y determinación de la asociación de arqueociatos procedente de la localidad denominada Carretera

Córdoba-Villaviciosa, así como describir las microfácies asociadas y establecer sus relaciones bioestratigráficas.

## 2. FACIES CON ARQUEOCIATOS DE LA SECCIÓN DE LA CARRETERA CÓRDOBA-VILLAVICIOSA

El tramo de la Formación Pedroche que aflora en la sección de la Carretera Córdoba-Villaviciosa tiene una potencia de 133 m y está constituido



Figura 2. A. Detalle de la alternancia de niveles siliciclásticos y carbonáticos en la base de la sucesión. B. Detalle del afloramiento de uno de los niveles carbonáticos a techo de la sucesión sobre un potente nivel siliciclástico. C. Detalle de la mesoestructura trombolítica masiva con presencia de mesoclots con calcimicrobios entre los cuales se encuentran los cálices de arqueociatos. D. Aspecto general de los trombolitos con presencia de intercalaciones de niveles limolíticos ondulados y cavidades fenestrales.

— A. Detail of siliciclastic and carbonate interbedding from the base of the section. B. Detail of one of the carbonate levels from the top of the section overlying a thick siliciclastic level. C. Detail of massive thrombolitic fabric with calcimicrobes mesoclots and archaeocyaths. D. Detail of a thrombolite bed with interbedded wavy siltstones levels and fenestral cavities.

por una alternancia de niveles siliciclásticos y carbonáticos, siendo las facies siliciclásticas las que dominan en la base de la sucesión (Figs. 1B, 2A), mientras que las facies carbonáticas abundan en la parte media y hacia techo de la misma (Figs. 1B, 2B).

Los arqueociatos aparecen en el último tramo de la sección, que tiene cerca de 30 m de potencia, y son elementos bioconstructores accesorios en microbialitas con megaestructuras de biostromos y biohermos, cuyas potencias oscilan entre 1,5 y 5 m. Estas microbialitas se encuentran intercaladas entre limolitas, y pueden estar nucleadas sobre *grainstones* oolíticos de escasa potencia (10-25 cm) (Figs. 1B, 2D). En el biostromo más potente es donde se observan las mayores concentraciones de cálices de arqueociatos (Fig. 2C).

Las microbialitas tienen una mesoestructura trombolítica masiva (AITKEN, 1967; RIDING, 2000;

SHAPIRO, 2000) en donde la densidad de *mesoclots* (según KENNARD & JAMES, 1986) es variable, y se observan intercalaciones de niveles limolíticos ondulados y cavidades fenestrales (Fig. 2D). La microestructura de los *mesoclots* corresponde a ramilletes de calcimicrobios como *Epiphyton* y *Renalcis*. Entre estos *mesoclots* se encuentran los cálices de arqueociatos y ocasionalmente restos de chancellóridos y trilobites (ZAMARREÑO, 1977; CREVELING *et al.*, 2013) (Fig. 2C).

- *Biostromos* y *biohermos* de *trombolitos*.

Esta estructura es la que define mayoritariamente las litofacies carbonáticas con arqueociatos. La mesoestructura corresponde a *mesoclots* con morfología irregular de subredondeados a arborescentes, que aparecen aislados y/o interconectados y tienen tamaño de milimétrico a centimétrico. La microestructura de los *mesoclots* está parcialmente obliterada por procesos de

recristalización, aunque en algunos casos es posible observar como están formados por calcimicrobios de *Epiphyton* mayoritariamente y de *Renalcis*, en menor medida. Como ya se ha indicado, los cálices de arqueociatos se encuentran entre los *mesoclots* y ocasionalmente se observan restos de trilobites. Los cálices aparecen generalmente completos y en algunas ocasiones se encuentran encostrados densamente por calcimicrobios (Lám. I, fig. 1). Los cálices de *Protopharetta bigoti* Debrenne, se encuentran conectados entre sí mediante la expansión de tejido exotecal, implicando el desarrollo de hábito modular o colonial para esta especie (Lám. I, fig. 2). Entre estas colonias aparecen, en algunos casos, grandes cálices de *Erismacoscinus lucanoi* nov. sp. y otros más pequeños de *Nochorocyathus* sp.

El sedimento entre *mesoclots* corresponde a un *mudstone* parcialmente recristalizado y dolomitizado. El contenido en terrígenos, como cuarzo y micas, y en opacos es accesorio, menor del 1% del volumen de roca. Estos se encuentran principalmente concentrados como zonas de acumulación de residuos insolubles. Son muy comunes los procesos de presión-disolución, asociados a estilolitos, así como fracturas con rellenos de calcita, perpendiculares a la estratificación.

- *Facies heterolítica de grainstone-packstone oolítico y wackestone bioclástico.*

El desarrollo de este conjunto de facies se encuentra restringido a la base de los diferentes niveles carbonáticos que se repiten a lo largo de la sucesión estratigráfica. Se trata de una alternancia centimétrica, con contactos estilolitizados, de *grainstone-packstone* oolítico y *wackestone* bioclástico. En los primeros, la distribución de tamaños de los ooides es bimodal. Los ooides están generalmente recristalizados, aunque en algunos puede observarse su estructura fibroso-radiada. Las bandas de *wackestone* bioclástico presentan numerosos restos de conchas de braquiópodos, secciones de trilobites, así como restos de *Renalcis*, cuya proporción aumenta progresivamente hacia techo (Lám. I, figs. 3, 4). En ocasiones, los restos de cancellóridos y los cálices de arqueociatos pueden ser importantes. Todos ellos aparecen dispersos en una matriz micrítica con abundantes granos de cuarzo de tamaño limo. Cabe resaltar también los procesos de recristalización, dolomitización parcial y estilodonulización.

- *Contexto ambiental de las facies con arqueociatos*

El carácter rítmico de la parte superior de esta sucesión (facies oolítica-trombolitos-limolitas) fue señalado por ZAMARREÑO (1977) quien denominó a estas secuencias como '*clyclic algal limestone*'. En ellas la nucleación de los trombolitos comienza sobre las facies oolíticas de alta energía y la acreción de los trombolitos finaliza por un aumento de la sedimentación de terrígenos. CREVELING *et al.* (2013) interpretan la sucesión

de las secciones de Arroyo Pedroche y de la Carretera Córdoba-Villaviciosa como sedimentos depositados en condiciones submareales someras en una plataforma carbonática mixta en donde se alternan, temporal y espacialmente, la producción de carbonatos microbianos (estromatolitos, bios-tromos y biohermos de trombolitos) con la migración de barras de arenas y canales submareales oolíticos.

En la parte superior de la sección de la Carretera Córdoba-Villaviciosa, el tránsito entre las facies oolíticas de alta energía y los trombolitos es gradual, y está representado por la facies heterolítica estilodonulizada *grainstone-packstone* oolítico y *wackestone* bioclástico. El carácter bimodal y la microestructura fibroso-radiada de los oolitos sugieren un ambiente tranquilo (MATYSIK, 2016), similar a los observados para este tipo de oolitos -*Bahamian-Persian Gulf type ooids*- (de acuerdo con DAVIES & MARTIN, 1976), que también han sido descritos experimentalmente en condiciones de baja energía (LOREAU & PURSER, 1973; DAVIES *et al.*, 1978; FERGUSON *et al.*, 1978). Así, los depósitos de carácter centimétrico de *grainstone-packstone* oolítico interestratificados con *wackestone* bioclástico reflejarían un contexto protegido de *back-shoal*, favorable para la proliferación de calcimicrobios como *Epiphyton* y *Renalcis* y el crecimiento esporádico de colonias modulares de *Protopharetta bigoti* Debrenne. El desarrollo de trombolitos en subambientes de *back-shoal* ha sido también descrito en plataformas carbonáticas de la Formación Lastours (Montaña Negra, Álvaro *et al.*, 1999), y de la Formación Láncara (Cordillera Cantábrica, Álvaro *et al.*, 2000), así como en otros ejemplos del Cámbrico inferior (GANDIN & DEBRENNE, 2002).

En este contexto tranquilo de *back-shoal*, se darían las condiciones óptimas para el desarrollo de una biota diversa de organismos epi- e infaunales vágiles como trilobites y braquiópodos y organismos epifaunales sésiles como los cancellóridos y arqueociatos. La colonización del fondo por los calcimicrobios, y su posterior acreción en forma de trombolitos, podría proporcionar el hábitat, la protección y el alimento a la biota asociada, aunque no tenemos datos suficientes para establecer las diferentes tipologías de relaciones de predación y comensalismo. El crecimiento de los trombolitos de calcimicrobios es coetáneo a la decantación de carga en suspensión, en forma de fango carbonático, y sedimentos detritíficos (arcilla, cuarzo y mica) de tamaño limo a arena muy fina, que podrían aportar nutrientes y favorecer la fosilización de los calcimicrobios. De hecho recientemente, NEWMAN *et al.* (2017) demuestran experimentalmente que altas concentraciones en sílice disuelta y de carga en suspensión promueven el desarrollo, en pocas semanas y en condiciones aeróbicas, de la formación de envueltas minerales alrededor de las cianobacterias sin interrumpir su crecimiento, lo que favorecería su preservación en

el registro fósil. Sin embargo, elevadas tasas de decantación de sedimentos finos, por ejemplo, tras tormentas que pusieran de nuevo en suspensión el sedimento, y/o la migración de las barras de arena, podrían enterrar y producir el cese de su crecimiento, tal y como ya sugirió ZAMARREÑO (*op. cit.*)

### 3. SISTEMÁTICA

Para realizar el estudio sistemático y taxonómico de los ejemplares de arqueociatos descritos, se llevó a cabo el muestreo detallado de los diferentes niveles carbonáticos a techo de la sucesión. En total se han realizado cuarenta y nueve láminas delgadas en las que se han estudiado y medido cincuenta y un cálices de arqueociatos, láminas que se encuentran depositadas en las colecciones del Museo Geominero en Madrid (Instituto Geológico y Minero de España), utilizándose en el texto el acrónimo MGM, correspondiente a dicha institución.

Filo PORIFERA Grant, 1836

Clase ARCHAEOCYATHA Bornemann, 1884

Orden AJACICYATHIDA R. Bedford & J. Bedford, 1939

Suborden AJACICYATHINA R. Bedford & J. Bedford, 1939

Superfamilia Bronchocyathoidea R. Bedford & J. Bedford, 1936

Familia Ajacicyathidae R. Bedford & J. Bedford, 1939

*Nochoroicyathus* Zhuravleva, 1951

Especie tipo: *Nochoroicyathus mirabilis* Zhuravleva, 1951

*Nochoroicyathus* sp.

Lám. I, figs. 5-8; Lám. II, figs. 1b, 2b, 3a

Material. Once secciones. MGM-1167K-3; MGM-1169K-1; MGM-1170K-2; MGM-1173K-1; MGM-1175K-1; MGM-1175K-2; MGM-1176K-3; MGM-1177K-1; MGM-1181K-1; MGM-1182K-1; MGM-1184K-2.

Descripción. Cálices solitarios de pequeño diámetro, entre 2 y 5 mm. Murallas externa e interna con varias filas de poros por intersepto, cavidad central estrecha y septos porosos. Los tres cálices de menor diámetro están unidos por expansiones exotocales a cálices de *Erismacoscinus lucanoi* sp. nov. y presentan los elementos esqueléticos espesados.

Dimensiones en mm. Cáliz: D 2 a 5; I 0,45 a 1,75; N 10-28; ds 0,15-0,50; IK 0,35-0,43; RK (N/D) 5-7; IC (ds/I) 1:3 a 1:5. Muralla externa: n 2 a 4; d 0,08 a 0,12; i 0,08 a 0,12; e 0,04 a 0,08. Muralla interna: n 2-3; d 0,10-0,16; i 0,04-0,20; e 0,05-0,10. Septos: n 2-4; e 0,04-0,06.

Discusión. Por las características y porosidad de las murallas y septos los incluimos en el género

*Nochoroicyathus*, pero al tratarse de fragmentos de cálices o estar recristalizados los de menor diámetro, los dejamos en nomenclatura abierta.

Distribución. Ovetiense inferior (Cámbrico Serie 2, Piso 3), Zonas I-III de arqueociatos. España: Córdoba, Carretera Córdoba-Villaviciosa.

Suborden ERISMASCOSININA Debrenne, A. Zhuravlev & Rozanov, 1989

Superfamilia Salairocyathoidea Zhuravleva, 1956 [In Vologdin, 1956]

Familia Asterocyathidae Vologdin, 1956

*Erismacoscinus* Debrenne, 1958

Especie tipo: *Erismacoscinus maroccanus*

Debrenne, 1958

*Erismacoscinus lucanoi* sp. nov.

Lám. II, figs. 1a, 2a, 3b, 4

v. 1984 *Coscinocyathus arquatus* Vologdin. PEREJÓN, p. 343-344, Lám. 3, figs. 1-3.

v. 1989 *Coscinocyathus* cf. *elongatus* Bornemann, 1886. PEREJÓN, p. 186, Lám. 7, fig. 3.

v. 1999 *Erismacoscinus* cf. *elongatus* (Bornemann, 1886). MENÉNDEZ, MORENO-EIRIS & PEREJÓN, p. 78, Lám. 3, figs. 6-7.

Material estudiado siete ejemplares. Holotipo: MGM-1184K-1. Paratipos: MGM-1170K-1; MGM-1179K-1; MGM-1181K-2; MGM-1188K-1; MGM-1188K-2; MGM-1188K-3.

*Derivatio nomini*. Dedicado a Marco Anneo Lucano, de Córdoba, autor del poema épico *La Farsalia*.

Descripción. Cálices de 3,3 a 7,5 mm de diámetro. Muralla externa con varias filas de poros por intersepto. Muralla interna con dos o tres filas de poros por intersepto, en la que a veces se observan espinas. Tábulas y septos con varias filas de poros por intervalo.

Dimensiones en mm. Cáliz: D 3,3-7,5; I 0,7-1,5; N 38-50; ds 0,20-0,41; dt 1-2,5; IK (I/D) 0,15-0,29; RK (N/D) 6-8,1; IC (ds/I) 1:2,2 a 1:5. Muralla externa: n 2-6; d 0,05-0,10; i 0,012-0,10; e 0,02-0,06. Muralla interna: n 2-3; d 0,06-0,12; i 0,03-0,06; e 0,04-0,06. Septos: n 6-12; d 0,04-0,12; i 0,02-0,06; e 0,02-0,05. Tábulas: n 6-12; d 0,04-0,12; i 0,02-0,08; e 0,02-0,08.

Discusión. Asignamos a esta nueva especie los especímenes procedentes del Cerro de las Ermitas C. *arquatus* en PEREJÓN (1984), de Arroyo Pedroche C. cf. *elongatus* en PEREJÓN (1989) y de La Tierna E. cf. *elongatus* en MENÉNDEZ *et al.* (1999), por presentar los valores de los coeficientes y la porosidad de las estructuras similares. De los ejemplares asignados a E. aff. *primus*, descritos en el área de la Sierra de Córdoba, se diferencian en los valores de IK e IC.

Distribución. España: Ovetiense inferior (Cámbrico Serie 2, Piso 3), Zonas I-III de arqueociatos. Córdoba: Cerro de las Ermitas,

Arroyo Pedroche, La Tierna y Carretera Córdoba-Villaviciosa.

Orden ARCHAEOCYATHIDA Okulitch, 1935  
 Suborden ARCHAEOCYATHINA Okulitch, 1935  
 Superfamilia Archaeocyathoidea Hinde, 1889  
 Familia Archaeopharetridae R. Bedford & W.R. Bedford, 1936  
*Protopharetra* Bornemann, 1884  
 Especie tipo: *Protopharetra polymorpha* Bornemann, 1884.

*Protopharetra bigoti* Debrenne, 1958  
 Lám. III, figs. 1-4

1958a *Protopharetra polymorpha* Bornemann, 1886 (parte). DEBRENNE, p. 617; Lám. 31, figs. 4, 5; Lám. 32, figs. 2-4.

1964 *Protopharetra bigoti* Debrenne, p. 49; 213-214.

1976 *Protopharetra bigoti* Debrenne. ZAMARREÑO & PEREJÓN, p. 25; Lám. 1, fig. 3.

1987d *Protopharetra bigoti* Debrenne. MORENO-EIRIS, p. 751-754; Lám. 5, figs. 1, 2; Lám. 6, figs. 1, 2.

1989 *Protopharetra bigoti* Debrenne. PEREJÓN, p. 198; Lám. 11, figs. 1, 2, 4; Lám. 12, fig. 7.

1999 *Protopharetra bigoti* Debrenne. MENÉNDEZ, MORENO-EIRIS & PEREJÓN, p. 79-80; Lám. IV, fig. 5.

Material. Treinta y tres secciones. MGM-1156K-1; MGM-1156K-2; MGM-1166K-1; MGM-1170K-4; MGM-1171K-1; MGM-1172K-1; MGM-1172K-2; MGM-1174K-1; MGM-1175K-3; MGM-1175K-4; MGM-1175K-5; MGM-1175K-6; MGM-1176K-1; MGM-1176K-2; MGM-1177K-2; MGM-1177K-3; MGM-1178K-1; MGM-1179K-2; MGM-1180K-1; MGM-1181K-3; MGM-1183K-1; MGM-1183K-4; MGM-1184K-3; MGM-1186K-1; MGM-1186K-2; MGM-1186K-3; MGM-1186K-4; MGM-1187K-1; MGM-1187K-2; MGM-1187K-3; MGM-1187K-4; MGM-1191K-1; MGM-1192K-2.

Descripción. Cálices solitarios y coloniales de 4 a 10 mm de diámetro y cavidad central estrecha, a veces ocupada total o parcialmente por tejido vesicular y elementos esqueléticos. Muralla externa porosa, a veces engrosada y con pellis; en la parte apical de los cálices la muralla externa es imperforada. Muralla interna con una sola fila de poros por intertenia. Intervalo ocupado por tenias radiales o alabeadas que divergen hacia la muralla externa, en cuyo contacto pueden espesarse y están perforadas por grandes poros de forma irregular. El tejido vesicular puede disponerse por todo el intervalo o estar limitado a parte del mismo, e incluso ocupa total o parcialmente la cavidad central.

Dimensiones en mm. Cáliz: D 10-4; I 3-1,5; ds 0,41-0,20; IK 0,20-0,50. Muralla externa: porosa; d 0,10-0,16; i 0,04-0,08; e 0,08-0,15. Muralla interna: n 1; d 0,16-0,20; i 0,08-0,13; e 0,05-0,13. Tenias: n 5-8; d 0,16 a 0,20x0,28; e 0,04-0,13.

Discusión. Por las características de las murallas, los tamaños de los ejemplares, la disposición de las tenias en el intervalo, el desarrollo de colonias y la presencia de tejido vesicular, a veces muy abundante, asignamos el material estudiado a esta especie. Sobre la muralla externa de algunos cálices se desarrollan brotes de pequeños cálices, expansiones tubulares y tejido exotecal.

Distribución. Francia: Carteret, Cámbrico Inferior, Atdabaniense.

España: Ovetiense inferior (Cámbrico Serie 2, Piso 3), Zonas I-III de arqueociatos. Piedrafitá (Lugo). Córdoba: La Tierna y Arroyo Guadalbarbo (Alcolea), Arroyo Pedroche, Cerro de las Ermitas y Carretera Córdoba-Villaviciosa.

#### 4. BIOESTRATIGRAFÍA

Las asociaciones de arqueociatos descritas en la Península Ibérica se distribuyen en gran parte del Cámbrico inferior, desde el Ovetiense inferior hasta el Bilbiliense, o del Atdabaniense al Toyoniense según las correspondencias con los pisos de la escala rusa/soviética, actualmente Cámbrico Serie 2, Pisos 3 y 4 (PENG *et al.*, 2012) (Fig. 3).

En la Sierra de Córdoba (Zona Ossa-Morena), en las localidades de Arroyo Pedroche (AP), Cerro de las Ermitas (LE), La Tierna y Arroyo Guadalbarbo (LT) y Pay Jiménez (PJ) se encuentran las asociaciones más antiguas de la Península Ibérica, de edad Ovetiense inferior, Zonas I-III de arqueociatos, Atdabaniense 1 y 2 en la escala de la plataforma de Siberia (PEREJÓN & MORENO-EIRIS, 2006) y Cámbrico Serie 2, Piso 3 en la escala global (PENG *et al.*, 2012; MENÉNDEZ *et al.*, 2015b) (Tabla I).

La asociación registrada en la localidad de Arroyo Pedroche es la más diversa de todas con la presencia de veinte géneros, y a lo largo de la sucesión se han definido tres zonas diferentes de arqueociatos, Zonas I, II y III (PEREJÓN, 1986, 1989, 1994). Sin embargo, en la localidad de La Tierna y Arroyo Guadalbarbo con una asociación algo menos diversa, doce géneros, se ha podido acotar la edad a la Zona II de arqueociatos (MENÉNDEZ *et al.*, 1999). Por otro lado, la asociación del Cerro de las Ermitas, con veinte géneros, como la de Arroyo Pedroche y la menos diversa de Pay Jiménez, solo con ocho géneros, no permiten precisar la edad entre las biozonas I-III, al no hallarse ningún género o géneros diagnósticos o exclusivos de alguna de ellas. Por tanto el rango de edad de estas dos localidades comprende las tres biozonas, Zonas I a III de arqueociatos (MORENO-EIRIS, 1987; PEREJÓN & MORENO-EIRIS, 2006; IGLESIAS ÁLVAREZ, 2014).

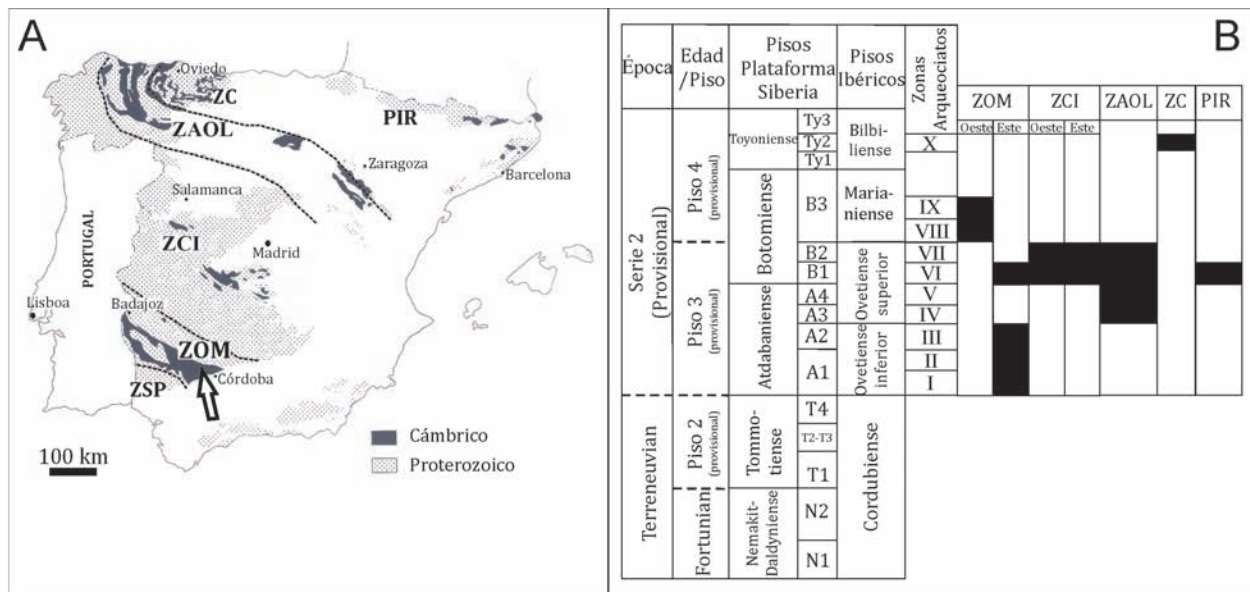


Figura 3. A. Mapa geológico simplificado de España donde se muestran los afloramientos paleozoicos no cámbricos-proterozoicos y cámbricos del Macizo Ibérico y Pirineos. B. Distribución cronoestratigráfica de las asociaciones de arqueociatos registradas en España (modificado de MENÉNDEZ *et al.*, 2015b). ZOM = Zona Ossa-Morena; ZCI = Zona Centro-Ibérica; ZAOL = Zona Astur-Occidental Leonesa; ZC = Zona Cantábrica; PIR = Pirineos. La flecha indica la zona de afloramiento de la sucesión de la Carretera Córdoba-Villaviciosa aquí analizada, además del resto de afloramientos de edad Ovetiense inferior de la Sierra de Córdoba.

— A. Simplified geological map of Spain showing Paleozoic non Cambrian-Proterozoic and Cambrian outcrops in the Iberian Massif and Pyrenees. B. Chronostratigraphic distribution of the archaeocyathan assemblages recorded in Spain (Modified from MENÉNDEZ *et al.*, 2015b). ZOM = Ossa-Morena Zone; ZCI = Central Iberian Zone; ZAOL = West Asturian-Leonese Zone; ZC = Cantabrian Zone; PIR = Pyrenees. The arrow shows the outcropping area of the Córdoba-Villaviciosa Road section here analyzed, in addition the rest of the early Ovetian outcrops of the Sierra of Córdoba.

La asociación de arqueociatos de la sección de la Carretera Córdoba-Villaviciosa está constituida únicamente por tres géneros, *Protopharetra* mayoritariamente, y en menor medida, *Nochorocyathus* y *Erismacoscinus*. Es una asociación poco diversa en comparación con las analizadas de la misma edad en otras localidades cordobesas (Tabla I). Además, los géneros aquí descritos son cosmopolitas y comunes en todas las asociaciones de las Zonas I a III del Ovetiense inferior ibérico, lo que no permite discernir entre las biozonas I a III. Por tanto, los niveles carbonáticos de la sección de la Carretera Córdoba-Villaviciosa pueden ser datados como Ovetiense inferior (Cámbrico Serie 2, Piso 3), Zonas I-III de arqueociatos (PEREJÓN & MORENO-EIRIS, 2006).

El estudio de los isótopos de carbono realizado por CREVELING *et al.* (2013) permite correlacionar la sección de Cerro de la Ermitas con la mitad superior de la sección de Arroyo Pedroche. Sin embargo, los valores de los isótopos de carbono no permiten esta correlación para la sección de la Carretera Córdoba-Villaviciosa. El análisis químicoestratigráfico, no obstante, permite correlacionar la variabilidad isotópica observada en las series analizadas con la excursión IV (CARE) establecida para el contexto químicoestratigráfico del piso cámbrico siberiano Atdabaniense, que

se correlaciona con la Serie 2, Piso 3 en la escala global. Por tanto, la edad asignada a la Formación Pedroche (Cámbrico Serie 2, Piso 3) mediante el análisis químicoestratigráfico realizado por CREVELING *et al.* (2013) coincide con el análisis bioestratigráfico propuesto en este trabajo.

## 5. CONCLUSIONES

Se ha llevado a cabo por primera vez el análisis detallado de los niveles carbonáticos con arqueociatos situados a techo de la sección Carretera Córdoba-Villaviciosa, así como el estudio taxonómico de los ejemplares obtenidos.

El ambiente de depósito de estos materiales estaría definido dentro del contexto de una plataforma carbonática mixta, submareal somera donde se alternan la producción carbonática y la migración de barras de arenas y canales submareales oolíticos. Los arqueociatos aparecen como bioconstructores secundarios en microbialitas de trombolitos de *Epiphyton* y *Renalcis*, que desarrollaron geometrías de biostromos y biohermos en ambientes protegidos tranquilos de *back-shoal* oolíticos, así como restos alóctonos en depósitos de alta energía. Los cálices de *Protopharetra bigoti* se desarrollan en formas coloniales con gran densidad de pequeños

Tabla I. Distribución de géneros de arqueociatos presentes en las localidades de edad Ovetiense inferior de la Sierra de Córdoba (Zona Ossa-Morena). PR = Carretera Córdoba-Villaviciosa; LE = Cerro de las Ermitas; AP = Arroyo Pedroche; PJ = Pay Jiménez; LT = La Tierna y Arroyo Guadalbarbo.

— Distribution of archaeocyathan genera at the early Ovetian localities from the Sierra of Córdoba (Ossa-Morena Zone). PR = Córdoba-Villaviciosa Road; LE = Cerro de las Ermitas; AP = Arroyo Pedroche; PJ = Pay Jiménez; LT = La Tierna and Arroyo Guadalbarbo.

Piso Global	Piso 3 (Provisional)												
Piso Ruso	Atdabaniense												
SubPisos Rusos	A1						A2						
Piso Ibérico	Ovetiense inferior												
Zonas de arqueociatos	I				II					III			
Géneros/Localidades	PR	LE	AP	PJ	PR	LE	AP	LT	PJ	PR	LE	AP	PJ
<i>Capsulocyathus</i>													
<i>Taylorfungia</i>													
<i>Archaeolynthus</i>													
<i>Cordobicyathus</i>													
<i>Fallocyathus</i>													
<i>Morencyathus</i>													
<i>Tumuliolynthus</i>													
<i>Leptosocyathus</i>													
<i>Urcyathus</i>													
<i>Afiacyathus</i>													
<i>Retecoscinus</i>													
<i>Archaeopharetra</i>													
<i>Neoloculicyathus</i>													
<i>Dokidocyathus</i>													
<i>Rotundocyathus</i>													
<i>Sibirecyathus</i>													
<i>Taylorcyathus</i>													
<i>Dictyocyathus</i>													
<i>Okulitchicyathus</i>													
<i>Protopharetra</i>													
<i>Erismacoscinus</i>													
<i>Nochoroicyathus</i>													
<i>Geocyathus</i>													
<i>Gordonifungia</i>													
<i>Robertocyathus</i>													
<i>Sclerocyathus</i>													
<i>Tumulifungia</i>													
<i>Tumulocyathus</i>													
<i>Agastrocyathus</i>													
<i>Eremitacyathus</i>													

individuos alrededor de las formas ramificadas, todo ello puede interpretarse como *framestones* con abundantes trombolitos asociados.

La asociación de arqueociatos se compone de las especies *Protopharetra bigoti*, *Erismacoscinus lucanoi* sp. nov. y *Nochoroicyathus* sp. Es una asociación poco diversa pero permite datar estos niveles como Ovetiense inferior (Cámbrico Serie 2, Piso 3), Zonas I-III de arqueociatos (PEREJÓN & MORENO-EIRIS, 2006).

#### AGRADECIMIENTOS

Los resultados de este trabajo están englobados dentro del marco del proyecto

CGL2013-48877-P *Interacción volcanismo-hidrotermalismo-productividad carbonatada en la explosión cámbrica de Gondwana occidental*. Los autores agradecen las sugerencias propuestas por los revisores anónimos que han contribuido a la mejora del manuscrito original y a Carlos Alonso, técnico del Departamento de Paleontología de la UCM, el tratamiento informático de las imágenes.

#### BIBLIOGRAFÍA

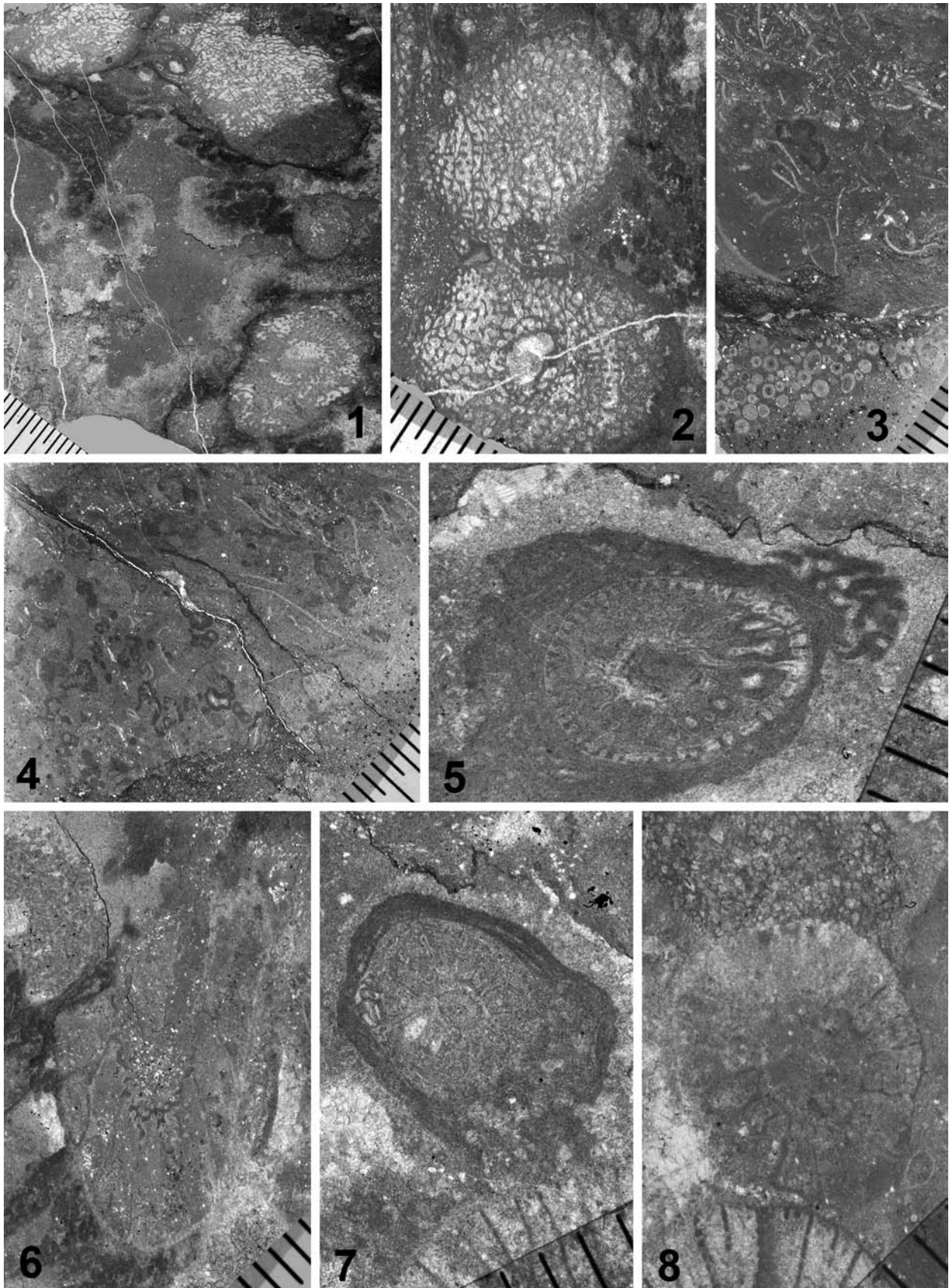
AITKEN, J. D. 1967. Classification and environmental significance of cryptalgal limestones and dolomites, with illustrations from the Cambrian and Ordovician of southwestern Alberta. *Journal of Sedimentary Petrology*, **37**(4): 1163-1178.

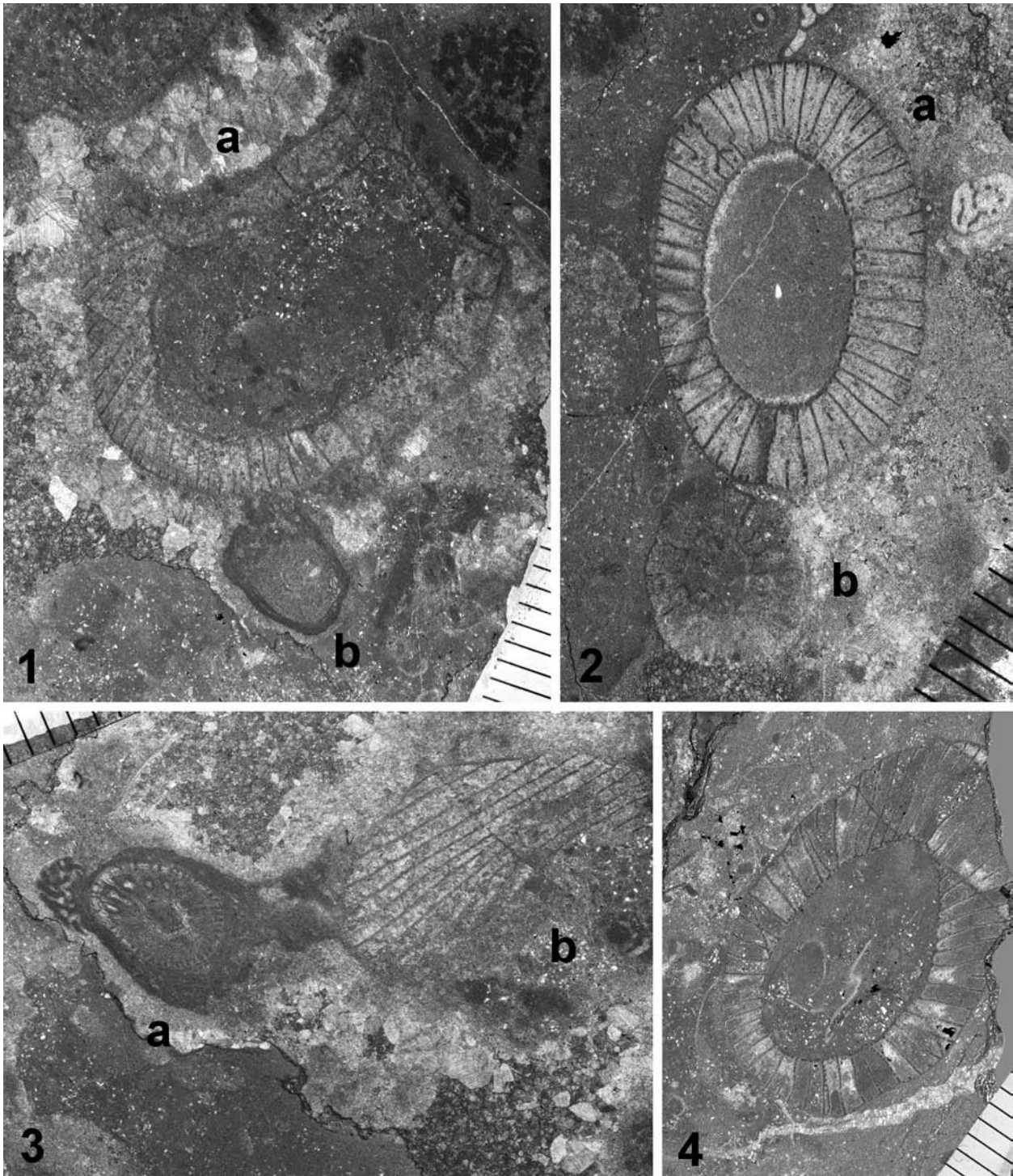
- ÁLVARO, J. J., VENNIN, E. & VIZCAÍNO, D. 1999 (1998). Depositional controls on Early Cambrian microbial carbonates from the Montagne Noire, southern France. *Transactions of the Royal Society of Edinburgh: Earth Science*, **89**: 135-143.
- ÁLVARO, J. J., VENNIN, E.; MORENO-EIRIS, E., PEREJÓN, A. & BESCHTÄDT, T. 2000. Sedimentary patterns across the Lower-Middle Cambrian transition in the Esla nappe (Cantabrian Mountains, northern Spain). *Sedimentary Geology*, **137**: 43-61.
- BEDFORD, R. & BEDFORD, J. 1939. Development and classification of Archaeos (Pleospungia). *Memoirs of the Kyancutta Museum*, **6**: 67-82.
- BEDFORD, R. & BEDFORD, W.R. 1936. Further notes on Archaeocyathi (Cyathospongia) and other organisms from the Lower Cambrian of Beltana, South Australia. *Memoirs of the Kyancutta Museum*, **2**: 10-19.
- BORNEMANN, J.G. 1884. Berichte über die Fortsetzung seiner Untersuchungen Cambrischen Archaeocyathus-Formen und verwandler Organismen von der Insel Sardinien. *Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gessellschaft*, **36**: 702-706.
- 1886. Die Versteinerungen des Cambrischen Schichsystems der Insel Sardinien nebst vergleichenden Untersuchungen über analoge Vorksmnisse aus andern Ländern. Erste Abthikung. III Archaeocyathinae. *Nova Acta der Kaiserl Leopold Carolingio Deutachen Akademie der Naturforscher*, **51**(1): 28-82, 33 Lámas.
- CARBONELL, A., 1926. Nota sobre los yacimientos de "Archaeocyathidos" de la Sierra de Córdoba y deducción para el análisis tectónico. *Boletín del Instituto Geológico y Minero de España*, 3ª ser., 4ª parte, **47**: 311-315.
- CREVELING, J.R., FERNÁNDEZ-REMOLAR, D., RODRÍGUEZ-MARTÍNEZ, M., MENÉNDEZ, S., BERGMANN, K.D., GILL, B.C., ABELSON, J., AMILS, R., EHLMANN, B.L., GARCÍA-BELLIDO, D.C., GROTZINGER, J.P., HALLMANN, C., STACK, K.M. & KNOLL, A.H. 2013. Geobiology of a lower Cambrian carbonate platform, Pedroche Formation, Ossa Morena Zone, Spain. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **386**: 459-478.
- DAVIES, P.J. & MARTIN, K. 1976. Radial aragonite ooids, Lizard Island, Great Barrier Reef, Queensland, Australia. *Geology*, **4**: 120-122.
- DAVIES, P.J., BUBELA, B. & FERGUSON, J. 1978. The formation of ooids. *Sedimentology*, **25**: 703-730.
- DEBRENNE, F. 1958. Sur quelques Archaeocyatha du JbelTaïssa (Anti-Atlas occidental). *Notes et Mémoires du Service Géologique du Maroc*, **16**(143): 59-67.
- 1964. Arcaheocyatha. Contribution à l'étude des faunes cambriennes du Maroc, de Sardaigne et de France. *Notes et Mémoires du Service Géologique du Maroc*, **179**, 2 vol. 265 págs., 52 pl.
- DEBRENNE, F., ZHURAVLEV, A.YU. & ROZANOV, A.YU. 1989. *Praviln'ye arkheotsiaty*. [Arqueociatos Regulares]. Nauka, 198 págs. 32 pl., 70 figs. Moscow (En ruso).
- DEBRENNE, F., ROZANOV, A. & ZHURAVLEV, A. 1990. *Regular Archaeocyaths*. Cahiers de Paléontologie. 218 págs., 32 pl., 68 figs. Editions du CNRS. Paris.
- FERGUSON, J., BUBELA, B. & DAVIES, P. J., 1978. Synthesis and possible mechanisms of formation of radial carbonate ooids. *Chemical Geology*, **22**: 285-308.
- FERNÁNDEZ-REMOLAR, D.C., 2001. Chancelloridae del Ovetiense Inferior de la Sierra de Córdoba, España. *Revista Española de Paleontología*, **16**(1): 39-61.
- GÁMEZ-VINTANED, J.A., LIÑÁN, E., MAYORAL, E., DIES, M.E., GOZALO, R. & MUÑIZ, F. 2006. Trace and soft body fossils from the Pedroche Formation (Ovetian, Lower Cambrian of Sierra de Córdoba, S Spain) and their relation to the Pedroche event. *Geobios*, **39**: 445-468.
- GANDIN, A. & DEBRENNE, F. 2010. Distribution of the archaeocyath-calcimicrobial bioconstructions on the Early Cambrian shelves. *Paleoworld*, **19**: 222-241.
- GRANT, R.E. 1836. Animal Kingdom. In: R.B. TODD, Ed. *Cyclopedia of Anatomy and Physiology*. págs. 107-108. Sherwood. Gilbert & Piper. Londres.
- HERNÁNDEZ-PACHECO, E. 1918a. Le Cambrien de la Sierra de Córdoba (Espagne). *Comptes Rendus des Séances de l'Academie des Sciences*, **166**: 611-614.
- 1918b. Les Archaeocyathidae de la Sierra de Córdoba (Espagne). *Comptes Rendus des Séances de l'Academie des Sciences*, **166**: 691-693.
- HINDE, G.J. 1889. On *Archaeocyathus* Billings, and other genera allied to or associated with it from the Cambrian strata of North America, Spain, Sardinia, and Scotland. *Quarterly Journal of Geological Society London*, **45**: 125-148.
- IGLESIAS ÁLVAREZ, N. 2014. *Estudio de arqueociatos de la localidad de Pay Jiménez (Alcolea, Córdoba)*. Trabajo Fin de Máster en Paleontología. Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Ciencias Geológicas, Departamento de Paleontología. 56 págs.
- KENNARD, J.M. & JAMES, N.P. 1986. Thrombolites and stromatolites: two distinct type of microbial structures. *Palaios*, **1**: 492-503.
- LIÑÁN, E. 1978. Bioestratigrafía de la Sierra de Córdoba. *Tesis doctorales de la Universidad de Granada*, **191**: 212 págs.
- LOREAU, J.P. & PURSER, B.H., 1973. Distribution and ultrastructure of Holocene ooids in the Persian Gulf. In: B.H. PURSER Ed. *The Persian Gulf*. págs. 279-328. Springer-Verlag, Berlin.
- MENÉNDEZ, S. 1998. *Aportaciones al conocimiento paleontológico de los niveles carbonatados del Cámbrico inferior de Alcolea (Córdoba)*. Tesis de Licenciatura. Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Geología, Departamento de Paleontología. 112 págs.
- 1999. Los niveles carbonatados del Cámbrico inferior de Alcolea (Córdoba). *Coloquios de Paleontología*, **50**: 63-81.
- MENÉNDEZ, S., MORENO-EIRIS, E. & PEREJÓN, A. 1999. Los arqueociatos y las facies carbonatadas de Cámbrico Inferior del Arroyo Guadalbarbo, Córdoba, España. *Boletín de la Real Sociedad de Historia Natural. Sección Geológica*, **94**(3-4): 63-91.
- MENÉNDEZ, S., PEREJÓN, A. & MORENO-EIRIS, E. 2015a. Nuevo registro de arqueociatos en la Sierra de Córdoba (Sierra Morena, España). *Libro de Resúmenes. XXXI Jornadas de Paleontología. Sociedad Española de Paleontología*, págs. 193-195. Jaén.
- 2015b. Late Ovetian (Cambrian Series 2, Stage 3) archaeocyathan biostratigraphy of Spain. *Annales de Paléontologie*, **101**: 161-166.
- MORENO-EIRIS, E. 1987. Los montículos arrecifales de algas y arqueociatos del Cámbrico Inferior de Sierra Morena. *Publicaciones especiales del Boletín Geológico y Minero*, **VIII**: 127 págs.

- MATYSIK, M. 2016. Facies types and depositional environments of a morphologically diverse carbonate platform: a case study from the Muschelkalk (Middle Triassic) of Upper Silesia, Southern Poland. *Annales Societatis Geologorum Poloniae*, **86**: 119-164.
- NEWMAN, S.A., KLEPAC-CERAJ, V., MARIOTTI, G., PRUSS, S.B., WATSON, N., BOSAK, T. 2017. Experimental fossilization of mat-forming cyanobacteria in coarse-grained siliclastic sediments. *Geobiology*, **2017**: 1-15.
- OKULITCH, V.J. 1935. Cyathospongia-A new class of Porifera to include the Arcaheocyathinae. *Transactions of the Royal Society of Canada, Ser. 3, Sect. IV*, **29**: 75-106.
- PENG, S.C., BABCOCK, L. & COOPER, R. A., 2012. Chapter 19. The Cambrian Period. In: F.M. GRADSTEIN, J.G. OGG, M. SCHMITZ & G. OGG, Eds. *The Geologic Time Scale*. págs. 437-488. Elsevier. Amsterdam.
- PEREJÓN, A. 1974. *Estudio paleontológico y bioestratigráfico de los arqueociátidos de Sierra Morena (SW de España)*. Tesis doctoral. Universidad de Madrid, 484 págs.
- 1984. Revisión de la colección de Arqueociatos del Museo del Instituto Geológico y Minero de España. *Boletín Geológico y Minero*, **95**(4): 337-353.
- 1986. Bioestratigrafía de los Arqueociatos en España. *Cuadernos de Geología Ibérica*, **9**: 213-265.
- 1989. Arqueociatos del Ovetiense en la sección del Arroyo Pedroche. Sierra de Córdoba, España. *Boletín de la Real Sociedad de Historia Natural. Sección Geológica*, **84**(3-4): 143-247.
- 1994. Palaeogeographic and biostratigraphic distribution of Archaeocyatha in Spain. *Courier Forschungs institut Senckenber*, **172**: 341-354.
- PEREJÓN, A. & MORENO-EIRIS, E., 2006. Biostratigraphy and paleobiogeography of the archaeocyaths on the south-western margin of Gondwana. *Zeitschrift der deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften*, **157**(4): 611-627.
- 2007. Ovetian cryptic archaeocyaths, lower Cambrian from Las Ermitas (Córdoba, Spain). In: B. HUBMANN & W.E. PILLER, Eds., *Fossil Corals and Sponges. Proceedings of the 9th International Symposium on Fossil Cnidaria and Porifera*, 17. Austrian Academy of Sciences, Schriftenreihe der Erdwissenschaftlichen Kommission, págs. 113-137.
- PEREJÓN, A., MORENO-EIRIS, E. & MENÉNDEZ, S. 2008. Los arqueociatos del Cámbrico Inferior de Navalcastaño (Sierra Morena, Córdoba, España): Sistemática y bioestratigrafía. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural. Sección Geológica*, **102**(1-4): 93-119.
- RIDING, R. 2000. Microbial carbonates: the geological record of calcified bacterial-algal mats and biofilms. *Sedimentology*, **47**(1): 179-214.
- SHAPIRO, R.S. 2000. A comment on the systematic confusion on thrombolites. *Palaios*, **15**: 166-169.
- VOLOGDIN, A.G. 1940. *Atlas Rukovodyashchikh Form Iskopaemykh Faun SSSR. Tom 1, Kembriy* [Atlas de las Formas Características de las Faunas Fósiles de la URSS. Volumen 1, Cámbrico]. Gosgeolizdat. Moscow, Leningrad. 194 págs., 94 fig., 4 tablas, 49 láms. (En ruso).
- 1956. K klassifikatsii tipa Archaeocyatha [Clasificación del Filo Archaeocyatha]. *Doklady Akademiyi Nauk SSSR*, **111**(4): 877-880. (En ruso).
- ZAMARREÑO, I. 1977. Early Cambrian algal carbonates in southern Spain. In: E. FLÜGEL, Ed., *Fossil Algae: Recent Results and Developments*, págs. 360-365. Springer-Verlag, Berlín.
- ZAMARREÑO, I. & PEREJÓN, A. 1976. El nivel carbonatado del Cámbrico de Piedrafita (Zona Asturoccidental-Leonesa, NW de España): Tipos de facies y faunas de arqueociatos. *Breviora Geológica Astúrica*, **20**(2): 17-32.
- ZHURAVLEVA, I.T. 1951. On novomrode arkheotsit s grebenchatymi dnishchami v kembrisyskikh izvestnyakakh Sibiri [Un nuevo género de arqueociatos con tábulas pectinadas de las calizas cámbricas de Siberia]. *Doklady Akademiyi Nauk SSSR*, **81**(1): 77-80. (En ruso).

## LÁMINA I/PLATE I

- Figura 1. Textura trombolítica con desarrollo de *mesoclots* formados por *Epiphyton* entre los cuales se encuentran colonias de *Protophareta bigoti* Debrenne, 1958. Muchos de los *mesoclots* aparecen recristalizados. MGM-1191K.
- Thrombolitic fabric with *mesoclots* constituted by *Epiphyton* among which are located colonies of *Protophareta bigoti* Debrenne, 1958. Many of the *mesoclots* are recrystallized. MGM-1191K.
- Figura 2. Detalle de dos cálices de *Protopharetra bigoti* Debrenne, 1958, conectados mediante tejido exotecal. MGM-1180K.
- Detail of two cups of *Protopharetra bigoti* Debrenne, 1958, connected by exothecal tissue. MGM-1180K.
- Figura 3. Contacto entre dos microfacies, *grainstone* oolítico y *wackestone* bioclástico, mediante estructuras por presión-disolución. MGM-1151K.
- Contact between oolitic *grainstone* and bioclastic *wackestone* microfacies by pressure-dissolution structures. MGM-1151K.
- Figura 4. Detalle de la presencia de *Renalcis* en la microfacies *wackestone* bioclástico. MGM-1151K.
- Detail of the presence of *Renalcis* in bioclastic *wackestone* microfacies. MGM-1151K.
- Figuras 5-8. *Nochoroicyathus* sp.
5. Sección transversal/Transversal section. MGM-1169K-1; 6. Sección longitudinal/Longitudinal section. MGM-1167K-3; 7. Sección transversal/Transversal section. MGM-1170K-2; 8. Sección transversal/Transversal section. MGM-1170K-2.
- Cada división de la escala equivale a 0,5 mm./Each division of the scale is equivalent to 0.5 mm.





## LAMINA II/PLATE II

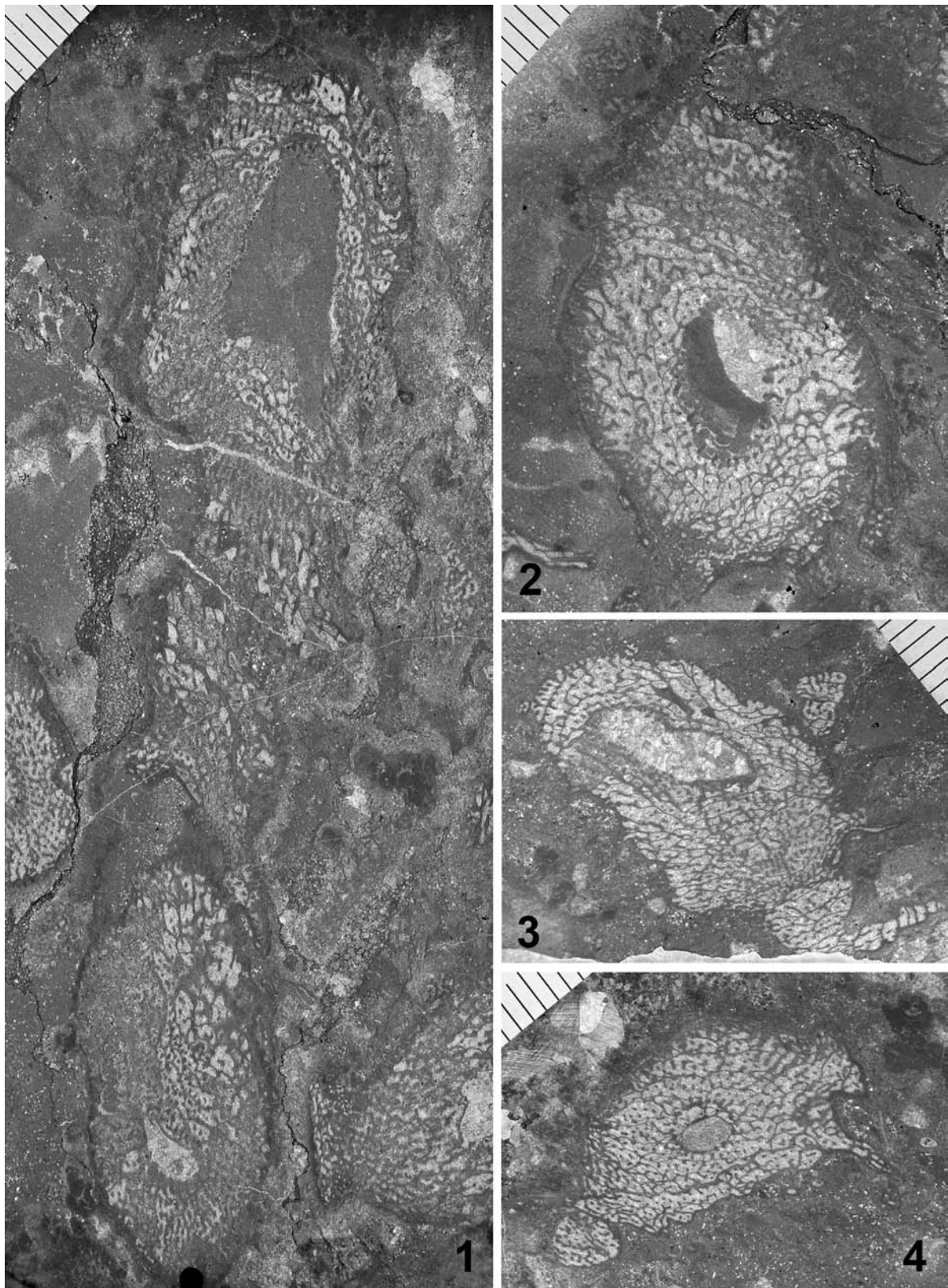
Figura 1a. *Erismacoscinus lucanoi* sp. nov. Sección longitudinal oblicua/Oblique longitudinal section. MGM-1170K-1; 1b. *Nochoroicyathus* sp. Sección transversal/Transversal section. MGM-1170K-2.

Figura 2a. *Erismacoscinus lucanoi* sp. nov. Sección transversal/Transversal section. Holotipo MGM-1184K-1; 2b. *Nochoroicyathus* sp. Sección transversal/Transversal section. MGM-1184K-2.

Figura 3a. *Nochoroicyathus* sp. Sección transversal/Transversal section. MGM-1169K-1; 3b. *Erismacoscinus lucanoi* sp. nov. Fragmento de sección longitudinal oblicua/ Fragment of oblique longitudinal section. MGM-1169K-2.

Figura 4. *Erismacoscinus lucanoi* sp. nov. Sección transversal/Transversal section. MGM-1188K-1.

Cada división de la escala equivale a 0,5 mm./ Each division of the scale is equivalent to 0.5 mm.



## LAMINA III/PLATE III

*Protopharetra bigoti* Debrenne, 1958

Figura 1. Sección longitudinal oblicua/Oblique longitudinal section. MGM-1186K-2.

Figura 2. Sección Transversal/ Transversal section. MGM-1174K-1.

Figura 3. Sección transversal oblicua/Oblique transversal section. MGM-1175K-3.

Figura 4. Sección transversal/Transversal section. MGM-1176K-1.

Cada división de la escala equivale a 0,5 mm./ Each division of the scale is equivalent to 0.5 mm.

