

Los niveles carbonatados del Cámbrico Inferior de Alcolea (Córdoba, España)

The Lower Cambrian carbonate beds of Alcolea, Córdoba (Spain)

Silvia MENÉNDEZ CARRASCO¹

RESUMEN

El estudio y análisis paleontológico y sedimentológico de los materiales carbonatados del Cámbrico Inferior de la Sierra de Córdoba, en las proximidades de Alcolea (Córdoba), ha permitido reconocer la presencia de montículos de calcimicrobios y un buen número de taxones de arqueociatos formando parte de estas bioconstrucciones u otro tipo de facies. En este trabajo se incluyen los datos obtenidos del estudio taxonómico, bioestratigráfico y paleobiogeográfico relacionado con los arqueociatos encontrados, así como el análisis estratigráfico y sedimentológico de los depósitos estudiados.

Palabras clave: Zona de Ossa Morena, Cámbrico inferior, Ovetiense Inferior, Arqueociatos, Montículos, Sierra de Córdoba, España.

ABSTRACT

A palaeontological and sedimentologic study and analysis of the carbonate beds from the Lower Cambrian of Sierra de Córdoba, near Alcolea (Córdoba), have allowed us to recognize the presence of calcimicrobial mounds with several taxa of archaeocyaths. In this work we include the results obtained from taxonomic, biostratigraphic and palaeobiogeographic studies related to these archaeocyaths, as well as the information gathered from the stratigraphic and sedimentologic analysis of the rocks.

Key words: Ossa Morena Zone, Lower Cambrian, Lower Ovetian, Archaeocyaths, Mounds, Sierra de Córdoba, Spain.

¹ Departamento y UEI de Paleontología. Facultad de Ciencias Geológicas. Instituto de Geología Económica CSIC-UCM., Ciudad Universitaria, 28040 Madrid.

MARCO GEOGRÁFICO Y GEOLÓGICO

La zona estudiada en este trabajo se encuentra en el término municipal de Alcolea, a unos 10 km de Córdoba, por la antigua carretera N-IV (Madrid-Cádiz). La superficie estudiada está formada por afloramientos desconectados, que se disponen a ambos márgenes del río Guadalquivir (Fig. 1). Este área forma parte de la unidad geográfica Sierra de Córdoba dentro del margen meridional de Sierra Morena, y constituye su límite natural con la Depresión del Guadalquivir.

Las localidades estudiadas en Alcolea se encuentran en los entornos denominados La Tierna, Los Ángeles y Arroyo Guadalbarbo. Todos ellos se ubican en la Hoja topográfica escala 1:50.000 N.º 923 Córdoba (Cartografía Militar de España).

Aunque los materiales del Cámbrico Inferior de Sierra Morena han sido estudiados desde hace más de cien años, la zona objeto de este trabajo no había sido investigada en detalle, aunque sí se había citado la presencia de arqueociatos anteriormente (LIÑÁN, 1978).

El área de estudio se sitúa dentro del Dominio tectonoestratigráfico Córdoba-Alanís (DELGADO-QUESADA *et al.*, 1977) caracterizada por la presencia

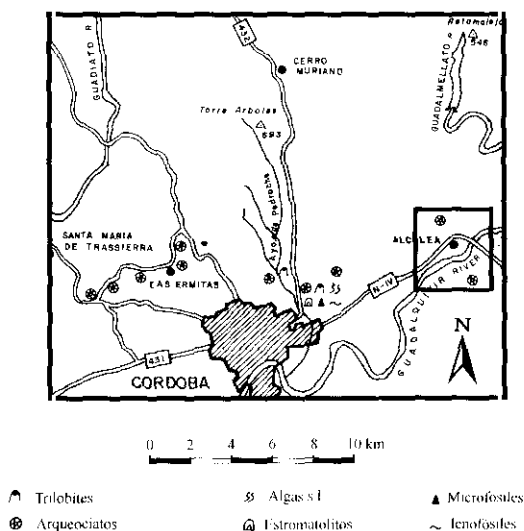


Figura 1.—*Situación geográfica del área de estudio. Situación de Alcolea en las proximidades de Córdoba. Modificado de LIÑÁN et al., (1981).*

Figure 1.—*Geographic setting of the studied area. Alcolea situation near Córdoba. Modified from LIÑÁN et al., (1981).*

de la Formación San Jerónimo (Precámbrico terminal), que constituye la parte más alta del Complejo vulcano sedimentario, formada por una alternancia de andesitas y materiales grauváquicos. Sobre ella se disponen las formaciones cámbricas: (1) Formación Torreárboles, que es una sucesión siliciclástica granodecreciente y discordante sobre la Formación San Jerónimo; (2) Formación Pedroche, que se caracteriza por la presencia de bancos carbonatados que alternan con niveles detríticos de areniscas y lutitas; (3) Formación Santo Domingo que está constituida por un conjunto de materiales detríticos y carbonatados caracterizados por la presencia de calizas estromatolíticas con nódulos de sílex, y calizas detríticas dolomitizadas con abundantes estructuras sedimentarias; y, por último (4) la Formación Los Villares, que son materiales detríticos de tamaño medio a fino concordantes con la formación anterior. Todas ellas fueron definidas por LIÑÁN (1978). También afloran materiales pertenecientes al Carbonífero, Triásico, Terciario y las terrazas fluviales cuaternarias.

La estructura de la zona estudiada se caracteriza por el afloramiento de materiales cámbricos y carboníferos afectados por una serie de fallas, asociadas al ciclo hercínico, por un lado, y por otro por la presencia de afloramientos terciarios que en muchos casos aparecen recubiertos por materiales cuaternarios que corresponden a las terrazas del río Guadalquivir (Fig. 2). Estas fracturas las podemos englobar en dos familias diferentes, una con direcciones N-S aproximadamente y otra, con una única falla cuya dirección es E-O. Esta última es una falla que separa los depósitos del Carbonífero de los depósitos cámbricos expuestos en este área, que corresponden a las Formaciones Pedroche y Torreárboles, y que en algunos puntos dispone los materiales de tal forma que sugieren que la Formación Pedroche, cabalga sobre las unidades carboníferas. También con esta dirección se observan en este área anticlinales que afectan a la Formación Torreárboles. El contacto entre las unidades carboníferas y la Formación Pedroche es discordante y los materiales carboníferos se encuentran rellenando el paleorrelieve heredado de los materiales cámbricos. Los materiales terciarios forman «mesas» subhorizontales que se disponen discordantemente sobre el resto de los materiales que afloran en este área.

ESTRATIGRAFÍA Y ANÁLISIS DE MICROFACIES

Se han levantado diversas sucesiones estratigráficas en los afloramientos de la Formación Pedroche en las localidades estudiadas en este trabajo (Fig. 2) y se han analizado las diferentes facies y microfacies obtenidas de las

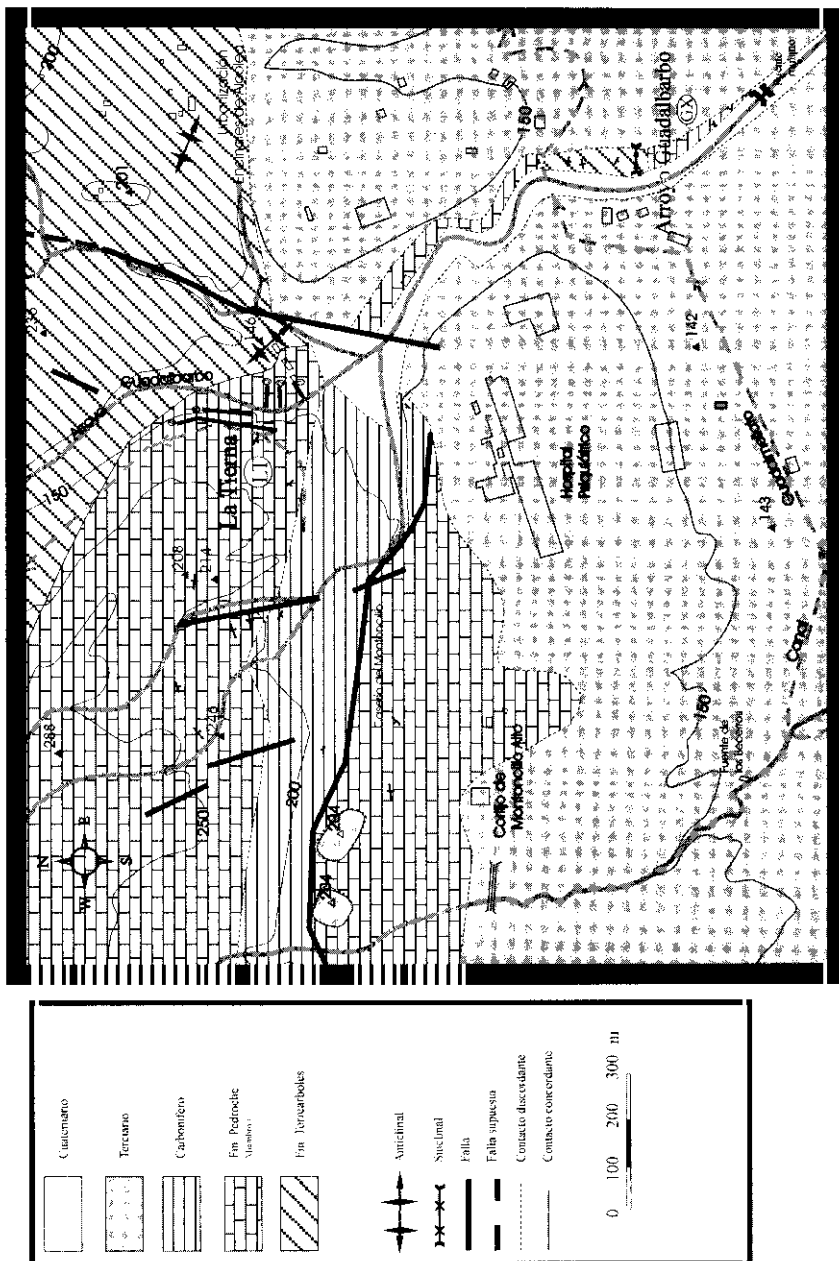


Figura 2.—Cartografía geológica del área de estudio.
 Figure 2.—Geological map of the studied area.

muestras recogidas en los niveles carbonatados. La Formación Pedroche está constituida por dos miembros. El Miembro I está formado por montículos bioconstruidos por calcimicrobios alternando con facies siliciclásticas de potencia variable. En estos montículos es frecuente la presencia de arqueociatos, que constituyen el principal objetivo de nuestro estudio. El Miembro II se caracteriza por la alternancia de carbonatos y terrígenos fundamentalmente areniscas y lutitas en los que no hay arqueociatos ni calcimicrobios.

En la localidad de La Tierna se ha procedido al levantamiento de cinco cortes estratigráficos cercanos entre sí, que corresponden al Miembro I de la Formación Pedroche, ya que el Miembro II no aflora en ningún punto del área estudiada (Figs. 2, 3, 4 y 5). Los perfiles I, II y III (Fig. 3) se encuentran en el margen izquierdo del Arroyo Guadalbarbo mientras que las sucesiones IV (Fig. 4) y V (Fig. 5) en el margen derecho. La sucesión I comprende un total de 34 metros de una alternancia de niveles carbonatados cuya morfología predominante es de bancos tabulares, aunque también existen algunos cuya forma es lenticular, y niveles detríticos finos. El corte II consiste en 32 m de niveles carbonatados y niveles de terrígenos finos. El corte III está constituido por un total de 30 m de alternancia de capas carbonatadas de morfología tabular fundamentalmente y niveles de detríticos finos. La sucesión IV es la más potente alcanzando 156 m de espesor y está formada por la alternancia de niveles carbonatados con morfología lenticular en su mayoría y niveles detríticos. Y, por último, el corte V es una sucesión constituida por una alternancia de niveles carbonatados y detríticos con un espesor de 132 m. En las otras dos localidades estudiadas no se ha podido proceder al levantamiento de sucesiones estratigráficas por el reducido tamaño y estado de los afloramientos. Sin embargo, de las muestras obtenidas de los niveles carbonatados de todos los afloramientos se han estudiado las facies y microfacies correspondientes. Del análisis de estos niveles carbonatados se deduce que:

Están constituidos por diferentes litofacies carbonatadas como calizas calcimicrobiales, nodulosas, detríticas, bioclásticas y oolíticas, teniendo en cuenta que las litofacies predominantes son las calizas calcimicrobiales y nodulosas.

Las microfacies constituyentes son: *bafflestones* de arqueociatos y calcimicrobios, *bindstones* de *Girvanella*, *boundstones* de calcimicrobios y arqueociatos, *boundstones* calcimicrobiales, *wackestones* con calcimicrobios y arqueociatos, *wackestones* con arqueociatos, *wackestones* calcimicrobiales, *packstones/wackestones* bioclásticos, *grainstones/packstones* oolíticos y areniscas arcósicas.

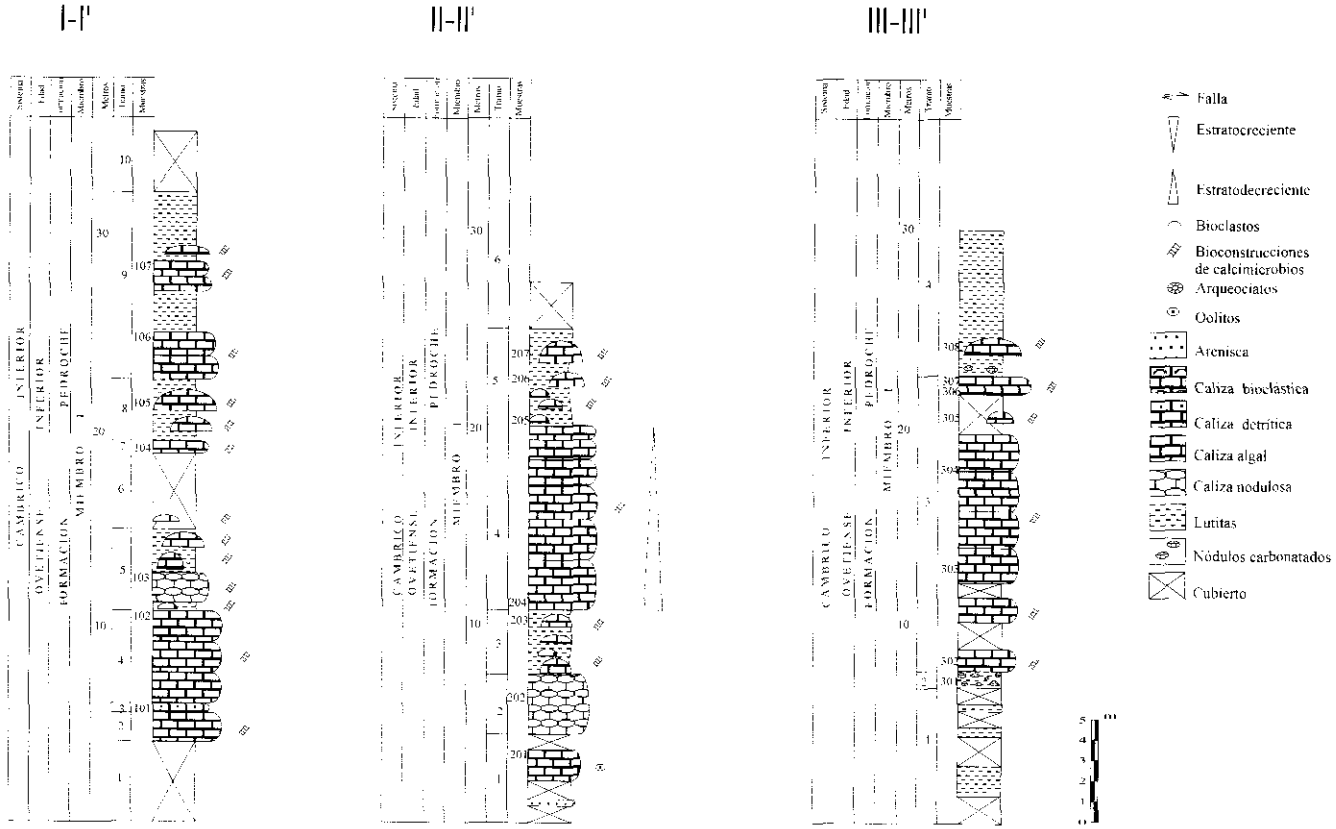


Figura 3.—Sucesiones estratigráficas I, II, III del Miembro I de la Formación Pedroche en La Tierna.
 Figure 3.—Stratigraphic sections I, II, III of Member I from Pedroche Formation in La Tierna.

Las facies y microfacies que aparecen en cada localidad difieren entre sí, por lo que a continuación haremos una descripción de cada una de ellas en las localidades estudiadas.

LA TIERNA

En los cinco cortes estratigráficos realizados en la localidad de La Tierna se reconocen seis tipos de facies en los niveles carbonatados, que presentan microfacies, morfologías y características propias.

Las microfacies que encontramos en las litofacies constituidas por calizas calcimicrobiales son variadas, fundamentalmente relacionadas con los procesos de la actividad de los calcimicrobios generadores de carbonatos como *Epiphyton*, *Renalcis* y *Girvanella*. Forman parte de este conjunto los *boundstones* calcimicrobiales y *boundstones* de calcimicrobios y arqueociatos que consisten en los depósitos de montículos de diversos tamaños (20-30 cm a 1 m). En algunos casos la asociación entre los arqueociatos y los calcimicrobios puede llegar a formar montículos de mayor relieve topográfico donde las colonias ramificadas de arqueociatos cobran mayor importancia en la construcción del mismo y donde se puede observar una textura *bafflestone*. Pero en general los principales organismos constructores de montículos en estas plataformas son los calcimicrobios, en algunos casos se pueden observar reducidos montículos de *bindstones* de *Girvanella*.

Las calizas nodulosas son términos más relacionados con el aporte de terrígenos, desde el punto de vista de la composición litológica. Las microfacies que aparecen relacionadas con este tipo de litofacies son los *wackestones* de arqueociatos/calcimicrobios y pueden aparecer asociadas microfacies como *bafflestones* de arqueociatos y calcimicrobios o *bindstones* de *Girvanella* más típicas del propio montículo, que en este caso corresponden a fragmentos de montículos adyacentes y acumulados aquí. Sin embargo, los *wackestones* son microfacies con gran cantidad de terrígenos y que anteceden o pueden ser sucedidos por los montículos de calcimicrobios. Como ya hemos indicado, este tipo de microfacies es característico de las áreas marginales de los montículos o de etapas iniciales de desarrollo de montículos.

Las calizas detríticas son litofacies de términos híbridos, con un aporte de terrígenos considerable, relacionadas con microfacies arcóscicas y se corresponden con etapas de mayor aporte de terrígenos del área fuente.

Las calizas bioclásticas están relacionadas con *wackestones/packstones* bioclásticos formados por fragmentos de calcimicrobios y arqueociatos prin-

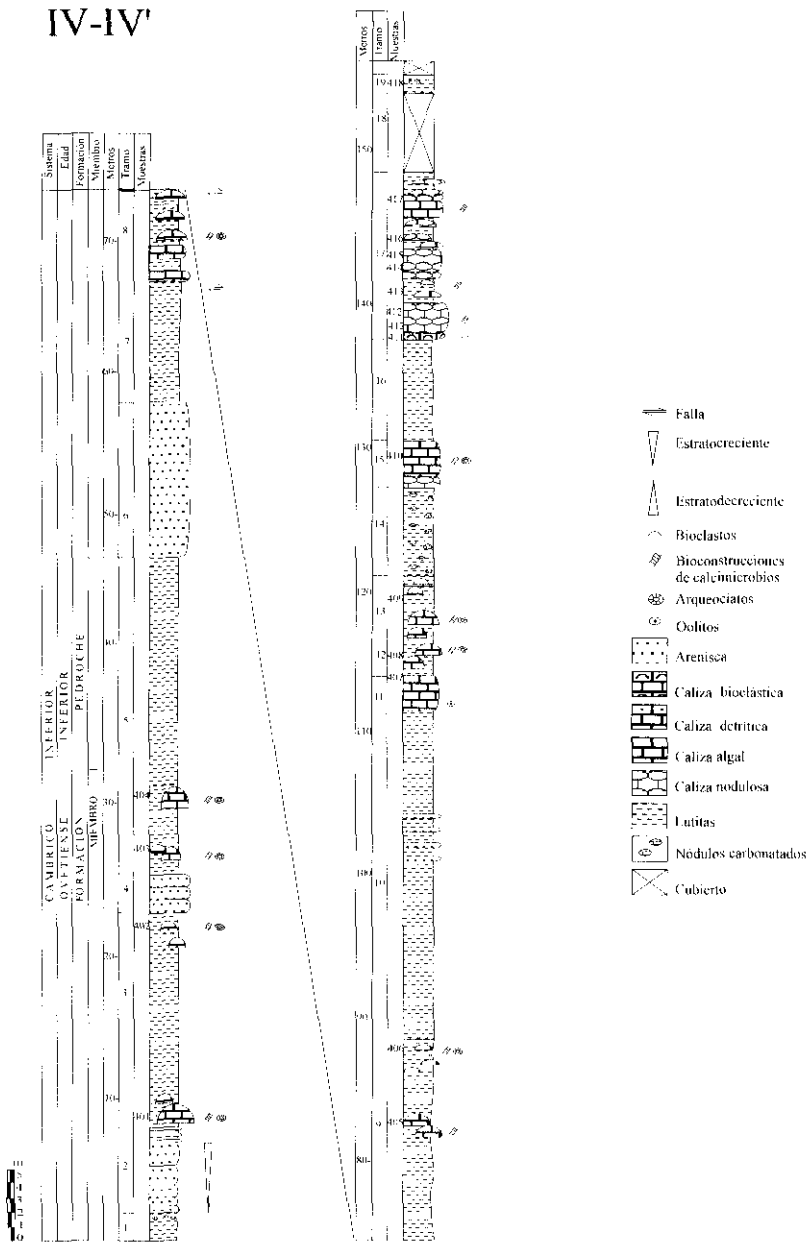


Figura 4.—Sucesión estratigráfica IV del Miembro I de la Formación Pedroche en La Tierna.

Figure 4.—Stratigraphic section IV, of Member I from Pedroche Formation in La Tierna.

principalmente, y por otros restos de bioclastos como trilobites, braquiópodos, placas de equinodermos, chancellorias e hyolithes. Corresponden a zonas marginales de los montículos.

Las calizas oolíticas y sus microfacies de *grainstones/packstones* oolíticos están relacionadas con la formación de barras y canales entre montículos o barras que tras su estabilización son ocupadas por los organismos bioconstructores (MÁS & ALONSO, 1989).

La disposición relativa de los materiales del Miembro I de la Formación Pedroche a lo largo de la sucesión de La Tierna es parecida a la descrita por FERNÁNDEZ-REMOLAR (1995) para los mismos componentes en la sucesión del Arroyo Pedroche. El autor define secuencias de somerización que comienzan con *grainstones* oolíticos y culminan con montículos calcimicrobiales con arqueociatos. Esto mismo podría ser aplicado en La Tierna haciendo la salvedad de que aquí los niveles oolíticos aparecen en menor cantidad a lo largo de la sección, pero cuando este nivel se desarrolla hay una gradación de materiales desde los niveles oolíticos a los montículos calcimicrobiales y/o de arqueociatos.

LOS ÁNGELES

En la localidad de Los Ángeles los *boundstones* de calcimicrobios y arqueociatos son muy abundantes. Los principales constituyentes de estos montículos son los arqueociatos del género *Protopharetra* y, en menor medida que en la sección de La Tierna, los calcimicrobios. Los principales constructores de montículos de mayor entidad son las formas ramificadas coloniales del género *Protopharetra*, junto con un pequeño número de otros géneros de arqueociatos.

ARROYO GUADALBARBO

En la localidad de Arroyo Guadalbarbo encontramos tres tipos de microfacies: *boundstones* de calcimicrobios y arqueociatos, *wackestones* de calcimicrobios y arqueociatos y *packstones/wackestones* bioclásticos.

El afloramiento está constituido por tres niveles parciales y semicubiertos de caliza. En los niveles 1 y 2 la caliza adquiere un tono rojizo, mientras que la del nivel 3 presenta un tono grisáceo muy parecido al que tienen las calizas algales de la sección de La Tierna. En el nivel 1 aparecen los tres tipos de microfacies y en el nivel 2 predominan los *wackestones* de calcimicrobios y arqueociatos.

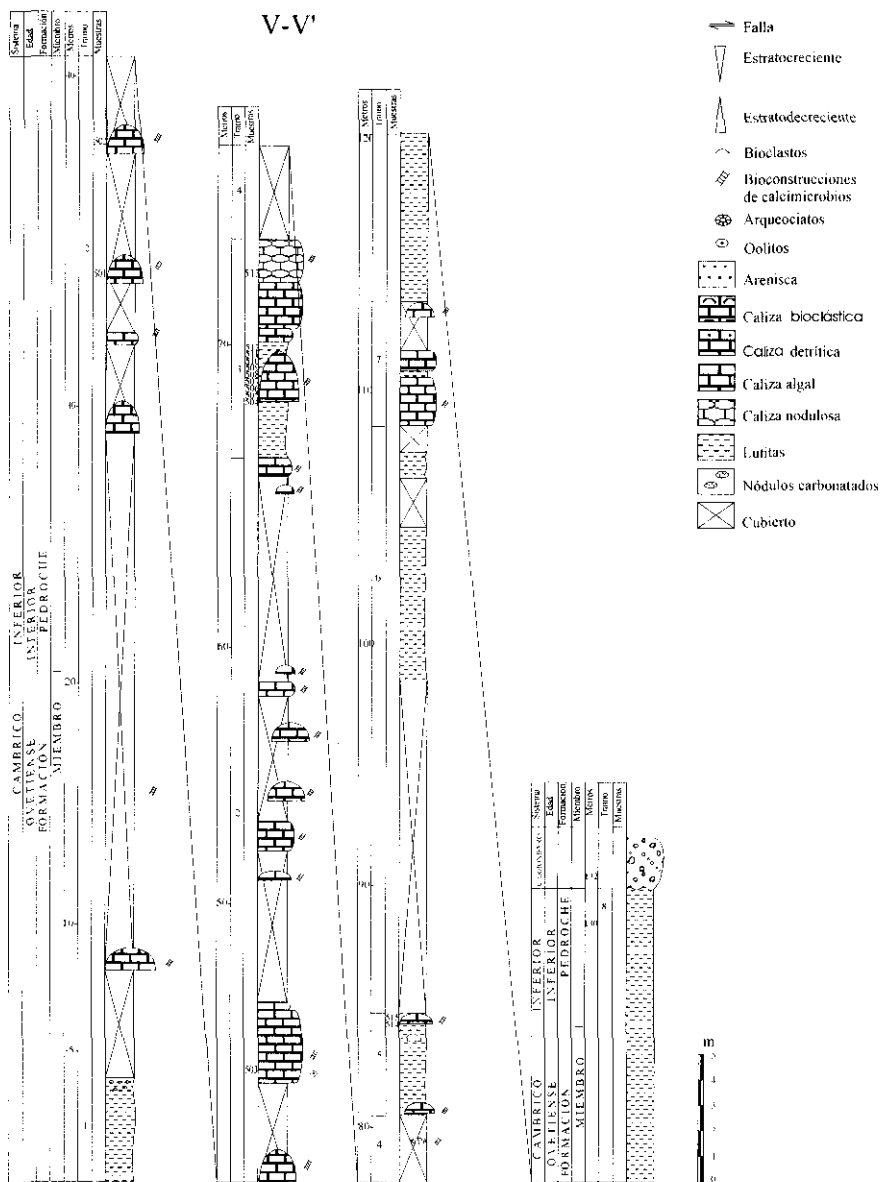


Figura 5.—Sucesión estratigráfica V del Miembro I de la Formación Pedroche en La Tierna.

Figure 5.—Stratigraphic section V, of Member I from Pedroche Formation in La Tierna.

En el nivel 3 los *boundstones* son las microfacies que dominan de forma casi exclusiva.

Los *boundstones* constituyen los montículos de arqueociatos y calcimicrobios. En el caso de los *boundstones*, encontrados en el nivel 3, se observa que los arqueociatos del género *Neoloculicyathus* son los constituyentes mayoritarios.

Los *wackestones* de calcimicrobios y arqueociatos y los *wackestones/packstones* bioclásticos podrían corresponder a las zonas marginales de estos montículos o a cambios laterales de facies.

El conjunto de todos los datos obtenidos y el análisis de las facies y microfacies nos permite suponer que estos materiales corresponderían a un medio de plataforma carbonática somera con desarrollo de pequeños montículos (20-30 cm a 1 m) de calcimicrobios y arqueociatos y con aportes esporádicos de terrígenos. Los pequeños montículos estarían constituidos por calcimicrobios fundamentalmente, aunque hay casos en los que los arqueociatos de los géneros *Protopharetra* en Los Ángeles y *Neoloculicyathus* en el Arroyo Guadalbarbo son los principales constituyentes de los montículos, llegando a formar pequeñas colonias ramificadas.

PALEONTOLOGÍA

Los taxones reconocidos son un total de 14 géneros (Fig. 6) y 25 especies, incluidos dentro de los Ordenes Ajacicyathida y Archaeocyathida, son los siguientes:

Filo PORIFERA GRANT, 1836

Clase ARCHAEOCYATHA BORNEMANN, 1884

Orden AJACICYATHIDA BEDFORD & BEDFORD, 1939

Son cálices con dos murallas independientes y en el intervalo pueden desarrollarse varillas, septos, septos y tábulas planares o solamente tábulas planares.

Dokidocyathus avesiculoides (PEREJÓN, 1976) Tramo 5. Sección I. La Tierna. Tramo 1. Arroyo Guadalbarbo.

Dokidocyathus sp. Tramo II. Sección III. La Tierna. Tramo 5. Sección V. La Tierna. Tramo 1. Arroyo Guadalbarbo.

Cordobicyathus deserti PEREJÓN, 1975 Tramo 1. Arroyo Guadalbarbo.

Nochoroicyathus cabanasi (PEREJÓN, 1971) Tramo 13. Sección IV. La Tierna. Tramo 1. Arroyo Guadalbarbo.

- Nochoroicyathus carteretensis* (DEBRENNE, 1958). Tramo 3. Sección III. La Tierna. Tramo 1. Arroyo Guadalbarbo.
- Nochoroicyathus pedrochei* (PEREJÓN, 1975). Tramo 1. Arroyo Guadalbarbo.
- Nochoroicyathus* cf. *tkatschenkoi* (VOLOGDIN, 1937) Tramo 7. Sección I. La Tierna. Tramo 13. Sección IV. La Tierna.
- Nochoroicyathus valdegrajensis* (PEREJÓN n, 1975). Tramo 1. Arroyo Guadalbarbo.
- Nochoroicyathus* sp. 1. Tramo 5. Sección II. La Tierna. Tramo 4. Sección III. La Tierna. Tramo 2 y 5. Sección V. La Tierna.
- Nochoroicyathus* sp. 2. Tramo 5. Sección IV. La Tierna. Tramo 5. Sección V. La Tierna. Tramo 1. Arroyo Guadalbarbo.
- Sibirecyathus? alcolei* PEREJÓN, 1975. Tramo 1. Arroyo Guadalbarbo.
- Rotundocyathus* sp. Tramo 3. Sección III. La Tierna.
- Leptosocyathus* sp. Los Ángeles.
- Taylorcyathus* sp. Tramo 1. Arroyo Guadalbarbo.
- Retecoscinus* sp. Tramo 13. Sección IV. La Tierna.
- Erismacoscinus* cf. *elongatus* (BORNEMANN, 1886). Tramo 9. Sección I. La Tierna. Tramo 3. Sección III. La Tierna. Tramo 3. Arroyo Guadalbarbo.
- Erismacoscinus* cf. *rojкови* (VOLOGDIN, 1937). Tramo 13. Sección IV. La Tierna. Tramo 3. Arroyo Guadalbarbo.

Orden ARCHAEOCYATHIDA OKULITCH, 1935

Son cálices de dos murallas con un tipo de desarrollo septal característico (aparecen construcciones de tipo tenias, pseudoseptos, pseudotenias, y tejido vesicular). Pueden desarrollarse tábulas.

- Neoloculicyathus magnus* DEBRENNE, 1978. Tramo 5 y 12. Sección IV. La Tierna. Tramo 1 y 3. Arroyo Guadalbarbo.
- Dictyocyathus* sp. Tramo 13. Sección IV. La Tierna. Tramo 1. Arroyo Guadalbarbo.
- Protopharetra bigoti* DEBRENNE 1964. Tramo 3. Sección III. La Tierna. Tramo 13. Sección IV. La Tierna. Tramo 1. Arroyo Guadalbarbo.
- Protopharetra? circula* (DEBRENNE 1964). Tramo 3. Sección III. La Tierna. Tramo 13, 17 y 19. Sección IV. La Tierna. Tramo 2. Sección V. La Tierna. Tramo 1 y 3. Arroyo Guadalbarbo.
- Protopharetra* sp. 1. Tramo 1. Arroyo Guadalbarbo. Los Ángeles.
- Protopharetra* sp. 2. Tramo 1. Arroyo Guadalbarbo.

Archaeopharetra sp. Tramo 5. Sección II. La Tierna. Tramo 1. Arroyo Guadalbarbo.

RELACIONES BIOESTRATIGRÁFICAS Y PALEOBIOGEOGRÁFICAS

El conjunto de taxones reconocidos en las localidades estudiadas, La Tierna, Los Ángeles y Arroyo Guadalbarbo corresponden a las asociaciones de arqueociatos de las Zonas I, II y III que caracterizan el Miembro I de la Formación Pedroche (PEREJÓN, 1986, 1994, 1996).

Atendiendo a las asociaciones de arqueociatos identificadas en las diferentes localidades estudiadas se puede inferir que su posición estratigráfica coincide con la de las secciones del Arroyo Pedroche y Las Ermitas (ZAMARRREÑO & DEBRENNE, 1977; PEREJÓN, 1975 a, b, c, 1976 a, b, 1984, 1989; MORENO-EIRIS 1987 a, b, c, d; FERNÁNDEZ-REMOLAR, 1995, 1996) y Pay Jiménez (PEREJÓN, 1974, 1975 a, b, c, 1976 a). Todas estas localidades forman un conjunto de afloramientos cámbricos con arqueociatos y trilobites con la edad más antigua de la Península Ibérica.

En la Fig. 6 hemos representado la distribución de los diferentes géneros de arqueociatos de las secciones estudiadas, así como la presencia o ausencia de éstos en las localidades cercanas a Córdoba, Arroyo Pedroche, Las Ermitas y Pay Jiménez. Según se puede observar todas las localidades comparten un buen número de taxones, aunque no hay ningún género que se encuentre en todas ellas. Los géneros *Dokidocyathus*, *Cordobicyathus*, *Nochoroicyathus*, *Sibirecyathus*, *Taylorcyathus*, *Retecoscinus*, *Erismacoscinus*, *Protopharetra*, *Archaeopharetra* y *Dictyocyathus* aparecen en al menos tres de las localidades estudiadas. Los géneros *Leptosocyathus*, *Rotundocyathus*, y *Neoloculicyathus* son menos frecuentes, apareciendo estos dos últimos únicamente en dos localidades.

Un número considerable de los taxones descritos son comunes con otras áreas geográficas. Es de destacar la presencia en Arroyo Guadalbarbo de *Nochoroicyathus pedrochei* y *Sibirecyathus? alcolei*, ya que estas especies fueron citadas sólo en Arroyo Pedroche y Pay Jiménez respectivamente. Por otra parte *Neoloculicyathus magnus* sólo ha sido encontrado en las localidades de La Tierna y Arroyo Guadalbarbo. Además, el hallazgo de *Nochoroicyathus cabanasi* en Arroyo Guadalbarbo y La Tierna hacen que este taxón aumente su área de dispersión que hasta ahora estaba restringido a Las Ermitas.

Los géneros *Leptosocyathus* en la localidad de Los Ángeles y *Neoloculic-*

Localidades Géneros Arqueociatos	La Tierna LT	Los Ángeles LA	Arroyo Guadalbarbo GX	Pay Jiménez PJ	Arroyo Pedroche AP	Las Ermitas LE
<i>Dokidocyathus</i>	x		x		x	x
<i>Cordobicyathus</i>			x	x		x
<i>Nochoroicyathus</i>	x		x	x	x	x
<i>Sibirecyathus</i>			x	x	x	
<i>Rotundocyathus</i>	x				x	
<i>Taylorcyathus</i>			x	x	x	
<i>Leptosocyathus</i>		x				
<i>Retecoscinus</i>	x		x	x	x	x
<i>Erismacoscinus</i>	x		x	x	x	x
<i>Neoloculicyathus</i>	x		x			x
<i>Protopharetra</i>	x	x	x		x	x
<i>Archaeopharetra</i>	x		x		x	
<i>Dictyocyathus</i>	x		x		x	x

Figura 6.—Distribución geográfica de los géneros de arqueociatos en las localidades La Tierna, Arroyo Guadalbarbo y Los Ángeles y en otras localidades de Córdoba según los datos aportados por MORENO-EIRIS (1987 a-d), PEREJÓN (1974, 1975 a, b, c, 1976 a, 1989).

Figure 6.—Geographic distribution of the genera of archaeocyaths in the studied localities of La Tierna, Arroyo Guadalbarbo and Los Ángeles and in other localities of Córdoba according to MORENO-EIRIS (1987 a-d), PEREJÓN (1974, 1975 a, b, c, 1976 a, 1989).

yathus en La Tierna y Arroyo Guadalbarbo es la primera vez que se citan en la provincia de Córdoba. Hasta ahora sólo se habían descrito en España en el Cámbrico del Pirineo (Terrades, Gerona) (PEREJÓN *et al.*, 1994). La asociación de fósiles del Pirineo [Zona VII de Arqueociatos (PEREJÓN 1986, 1994, 1996)] datan esta localidad con una edad de Ovetiense superior. Esto implicaría que estos géneros presentes en las Zonas I, II y III inician su aparición en el Ovetiense inferior de la Sierra de Córdoba.

Entre las numerosas reconstrucciones paleogeográficas globales, una de las más interesantes es la que considera la existencia de la Paleopangea=Rodiinia y la posición de la principal cuenca epicontinental mundial en la zona ecuatorial (ROZANOV, 1976 a, b, 1980; REPINA, 1985 a, b). Esta reconstrucción es el resultado de la generalización de los últimos datos paleomagnéticos, de la distribución de los arrecifes construidos por organismos, los índices climáticos así como de los datos biogeográficos. Según estas reconstrucciones para el Tommotiense-Atdabaniense, la Península Ibérica estaría situada cerca del

ecuador formando la parte externa de una gran plataforma al Norte de África que constituye el borde noroeste de Gondwana y situada frente a la Plataforma de Siberia (MCKERROW *et al.* 1992).

Basándonos en datos paleontológicos hemos intentado comprobar estas reconstrucciones paleogeográficas comparando la distribución mundial de los géneros de arqueociatos aparecidos en las localidades estudiadas, teniendo en cuenta que la asociación que hemos identificado corresponde al Ovetiense inferior, Zonas I, II y III (PEREJÓN 1986, 1994, 1996) y su correlación con el Atdabaniense inferior de los pisos de siberia. Dentro de este intervalo de tiempo, Ovetiense inferior [=Atdabaniense inferior] podemos analizar los 14 géneros de arqueociatos estudiados en este trabajo que junto con el resto de los géneros de arqueociatos del Ovetiense inferior presentes en España, que hacen un total de 34 géneros, y tener en cuenta su presencia o ausencia en otras áreas de Gondwana, de la Placa Siberiana y de Laurentia. De este análisis se deduce que el mayor número de géneros comunes lo comparten España, Marruecos y la región de Altai-Sayan.

Como resumen hemos de referir que entre el Cámbrico de la Sierra de Córdoba y el de las localidades de Alemania, Francia y Marruecos debía existir una conexión directa ya que comparten, con Carteret (Normandía, Francia) *Nochoroicyathus carteretensis* (DEBRENNE, 1958) y *Protopharetra bigoti* (DEBRENNE, 1964), con Tiout (Marruecos) *Neoloculicyathus magnus* DEBRENNE, 1978 y *Protopharetra? circula* (DEBRENNE, 1964), y con Doberlug (Alemania) *Neoloculicyathus magnus* DEBRENNE, 1978.

CONCLUSIONES

Los resultados más destacados del trabajo desarrollado y del análisis conjunto de los datos obtenidos en cada una de las facetas del mismo, pueden ser sintetizados en los apartados siguientes:

1. Los sedimentos que constituyen las sucesiones del Cámbrico inferior de los alrededores de Alcolea (Córdoba) se depositaron en una plataforma carbonatada somera con aportes siliciclásticos importantes.

2. En la plataforma se desarrollan pequeños montículos constituidos fundamentalmente por calcimicrobios y en algunos casos la presencia de taxones de arqueociatos (de los géneros *Protopharetra* y *Neoloculicyathus*) formaron pequeñas colonias ramificadas dentro de los montículos.

3. El estudio taxonómico de los arqueociatos ha permitido identificar 14 géneros y 25 especies correspondientes a las Zonas I, II y III de Arqueociatos (PEREJÓN, 1986, 1994, 1996) que corresponden al Ovetiense inferior.

4. El género *Leptosocyathus* hasta ahora sólo encontrado en España en el Ovetiense superior, se cita por primera vez para la asociación de edad Ovetiense inferior.

5. Del análisis biogeográfico de las localidades estudiadas en el contexto del borde Norte de Gondwana y de acuerdo con los taxones comunes con otras áreas, consideramos que existen relaciones importantes con Marruecos, Alemania y Francia durante el Ovetiense.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se encuentra dentro del marco del proyecto PB96-0842. Quisiera agradecer a los Dres. D. Antonio Perejón Rincón y D.^a Elena Moreno González de Eiris su colaboración y sus consejos a la hora de elaborar este trabajo. Gracias. También agradezco al Dr. D. Eladio Liñán Guijarro la revisión del manuscrito de este trabajo y a la Dra. D.^a Emmanuelle Vennin sus valiosos comentarios y apuntes con el objetivo de mejorar este trabajo.

Recibido el día 10 de julio de 1998

Aceptado el día 11 de diciembre de 1998

BIBLIOGRAFÍA

- BEDFORD, R. & BEDFORD, J. 1939. Development and classification of Archaeos (Pleosporgia). *Memoirs of the Kyancutta Museum*, **6**:67-82.
- BORNEMANN, J.G. 1884. Bericht über die Fortsetzung seiner Untersuchungen cambrischer *Archaeocyathus*-Formen und verwandter Organismen von der Insel Sardinien. *Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft*, **36**(3):702-706.
- BORNEMANN, J.G. 1886. Die Versteinerungen des Cambrischen Schichtensystems der Insel Sardinien nebs vergleichenden Untersuchungen über analoge Vorkommisse aus andern Ländern. Erste Abtheilung. *Nova Acta der Kaiserl Leopold Carolingio Deutschen Akademie der Naturforschenden*, **51**: 1-147, Taf. 5-53. Halle.
- DEBRENNE, F. 1958. Sur les *Archaeocyatha* du Cambrien de Carteret (Manche). *Bulletin de la Société Géologique de France*, 6^{ser}. **8**:615-620.
- DEBRENNE, F. 1964. *Archaeocyatha*. Contribution à l'étude des faunes cambriennes du Maroc, de Sardaigne et de France. *Notes et Mémoires du Service Géologique du Maroc*, **179**: 1-265.
- DEBRENNE, F. & DEBRENNE, M. 1978. *Archaeocyathid* fauna of the lowest fossiliferous level of Tiout (Lower Cambrian, Southern Morocco). *Geological Magazine*, **115**(2):101-119, 4pls.
- DELGADO-QUESADA, M., LIÑÁN, E., PASCUAL, E. & PÉREZ LORENTE, F. 1977. Criterios

- para la diferenciación de Dominios en Sierra Morena central. *Studia Geológica*, **12**: 75-90.
- FERNÁNDEZ-REMOLAR, D. C. 1995. *Los microfósiles del Proterozoico superior y Cámbrico inferior de la Sierra de Córdoba*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Geológicas. Universidad Complutense de Madrid., 86 págs. (Inédita).
- FERNÁNDEZ-REMOLAR, D. C. 1996. Los microfósiles problemáticos del Cámbrico inferior de la Sierra de Córdoba: datos preliminares. *Coloquios de Paleontología*, **48**:161-173.
- GRANT, R.E. 1836. Animal Kingdom. In: *The Cyclopaedia of Anatomy and Physiology Vol. 1*. R. B. TODD (Ed.), págs.107-108. Sherwood, Gilbert & Piper, London.
- I.G.M.E. 1973. *Explicación y Mapa de la Hoja 923 (Córdoba) del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000*. (1.^a edición. 2.^a serie). Instituto Geológico Minero de España. Madrid.
- LIÑÁN, E. 1978. *Bioestratigrafía de la Sierra de Córdoba*. Tesis Doctoral de la Universidad de Granada. N.º 191, 212 págs.
- MAS, R. & ALONSO, A. 1989. La sedimentación carbonatada en mares someros In: *Sedimentología*. A. ARCHE. (Ed.) págs. 11-87. C.S.I.C. Madrid.
- MCKERROW, W. S., SCOTSE, C. R. & BRASIER, M. D. 1992. Early Cambrian continental reconstructions. *Journal of Geological Society of London*, **149**: 599-606
- MORENO-EJIS, E. 1987a: Los montículos arrecifales de Algas y Arqueociatos del Cámbrico inferior de Sierra Morena I: Estratigrafía y facies. *Boletín Geológico Minero*, **98**(3): 295-317.
- 1987b. Los montículos arrecifales de Algas y Arqueociatos del Cámbrico inferior de Sierra Morena II: Las algas calcáreas. *Boletín Geológico Minero*, **98**(4): 449-459.
- 1987c. Los montículos arrecifales de Algas y Arqueociatos del Cámbrico inferior de Sierra Morena III: Microfacies y Diagénesis. *Boletín Geológico Minero*, **98**(5): 591-621.
- 1987d. Los montículos arrecifales de Algas y Arqueociatos del Cámbrico inferior de Sierra Morena IV: Bioestratigrafía y Sistemática de los Arqueociatos. *Boletín Geológico Minero*, **98**(6): 729-779.
- OKULITCH, V. J. 1935. Cyathospongia- a new Class of Porifera to include the Archaeocyathinae. *Transactions Royal Society of Canada*, Série 3, Section 4, **29**:75-106, 2 figs. tabs. 1-2.
- PEREJÓN, A. 1971. *Pachecocyathus*, nuevo género de Archaeocyathidos del Cámbrico español. *Estudios Geológicos*, **4**, 143-149.
- 1974. *Estudio paleontológico y bioestratigráfico de los Arqueociátidos de Sierra Morena (SW de España)*. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias. Universidad de Madrid. I. 484 págs. II, 36 láms. (Inédita).
- 1975a Nuevas formas de Arqueociatos del Cámbrico inferior de Sierra Morena (I). *Tecniterrae*, **8**: 8-29.
- 1975b. Arqueociatos de los subórdenes Monocyathina y Dokidocyathina. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural. Sección Geológica*, **73**(1-4): 125-145.
- 1975c. Arqueociatos Regulares del Cámbrico inferior de Sierra Morena (SW de España). *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural. Sección Geológica*, **73**(1-4): 147-193.
- 1976a. Nuevas formas de Arqueociatos del Cámbrico inferior de Sierra Morena(II). *Tecniterrae*, **9**: 7-24.

- 1976b. Nuevos datos sobre los Arqueociatos de Sierra Morena. *Estudios Geológicos*, **32**(1): 5-33.
- 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 Geología Ibérica*, **9** (1984): 213-265.
- 1989. Arqueociatos del Ovetiense en la sección del Arroyo Pedroche. Sierra de Córdoba, España. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural. Sección Geológica*, **84**(3-4): 143-247.
- 1994. Palaeogeographic and biostratigraphic distribution of Archaeocyatha in Spain. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, **172**: 341-354.
- 1996. Archaeocyatha biostratigraphy of the Iberian Peninsula: a revision. *II Field Conference of the Cambrian stage subdivision working groups. Internacional Subcomission on Cambrian stratigraphy. Spain, 13-21 Sept. 1996. Field Trip Guide and Abstracts*. E. LIÑÁN, J. A. GÁMEZ-VINTANED & R. GOZALO (Eds.), pág. 115.
- PEREJÓN, A., MORENO-EIRIS, E. & ABAD, A. 1994. Montículos de Arqueociatos y calcimicrobios del Cámbrico inferior de Terrades, Gerona (Pirineo oriental, España). *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural. Sección Geológica*, **89**(1-4): 55-95
- REPINA, L. N. 1985a. Rannekembriyskie morya zemnogo shara i paleobiogeoficheskie podrazdeleniya po trilobitam. (Early Cambrian seas of the Earth and palaeobiogeographic subdivisions according to trilobites). In: *Sreda i Zhizn'v Geoligicheskom Proshlom: Paleobasseyiny i ikh Obitateli. (Environment and life in the geological past: Palaeobasins and their inhabitants)*. O. A. BETEKHTINA & I. T. ZHURAVLEVA (Eds.). *Trudy Institut Geologi i Geofiziki. Akademiya Nauk. Sibirskoe Otdelene*. **628**: 5-17 (En ruso).
- REPINA, L. N. 1985b. Paleobiogeografiya rannekembriskikh morey po trilobitam. (Palaeobiogeography of Early Cambrian seas according to trilobites). In: *Bioestratografiya i Biogeografiya Paleozoya Sibiri. (Paleozoic Biostratigraphy and Biogeography of Siberia)*. *Trudy Institut Geologi i Geofiziki. Akademiya Nauk. Sibirskoe Otdelene*, págs. 5-15 (En ruso).
- ROZANOV, A. 1976a. Biogeografiya i yarusi rannego kembriya. (Biogeography and the Early Cambrian stages). In: *Paleontologiya, Morskaya Geologiya. Mezhdunarodnyy Geologicheskyy Kongress, 25-ya Sessiya. Doklady Sovetskikh Geologov. (Palaeontology, Marine Geology. International Geological Congress, 25th Session. Reports of the Soviet Geologist)*. Nauka Publishing House, Moscow, págs. 31-36. (En ruso con resumen en inglés).
- ROZANOV, A. 1976b. Biogeografiya kembriya. (Cambrian biogeography). In: *Itogi Nauki i Takhniki: Stratografiya, Paleontologiya. (Scientific and technic results: Stratigraphy, Palaeontology)*. B. M. KELLER & I. N. KRASILOVA (Eds.). *Inst. Nauch. I Tekhnich. Informatsii*, Moscow. **7**: 5-24 (En ruso).
- ROZANOV, A. 1980. Tsentry proiskhozhdeniya kembriyskikh faun. (Centres of the Cambrian faunas origin). In: *Paleontologiya, Stratografiya. Mezhdunarodnyy Geologicheskyy Kongress, 26-ya Sessiya. Doklady Sovetskikh Geologov. (Palaeontology, Stratigraphy. International Congress, 26th Session. Reports of the Soviet Geologist)*. B. S. SOKOLOV (Ed.) Nauka Publishing House, Moscow. págs. 30-34 (En ruso con resumen en inglés).
- VOLOGDIN, A.G. 1937. Arjeotsiaty i vodorosli yuzhnogo sklona Anabarskogo massiva

[Arqueociatos y algas de la vertiente Sur del macizo de Anabar]. *Trudy Institut Ark-ticheskii i Antarkticheskii Nauchno-issledovatel'skii*, **91**:9-46 (En ruso); 46-62 (En inglés).

ZAMARRIÑO, I. & DEBRENNE, F. 1977. Sédimentologie et biologie des constructions organogènes du Cambrien inférieur du Sud de l'Espagne. *Mémoires du Bureau de Recherches Géologiques et Minières*, **89**: 49-61.

