

## BIOESTRATIGRAFIA DE LOS ARQUEOCIATOS EN ESPAÑA

por

ANTONIO PEREJÓN \*

### RESUMEN

Se analizan conjuntamente todos los datos relativos a los géneros y especies de arqueociatos descritos en los yacimientos del Cámbrico inferior de España, localizados en la Cordillera Cantábrica, Sierra de Tamames, Montes de Toledo y Sierra Morena. Pero no se trata de un trabajo meramente bibliográfico, ya que el autor ha recogido y estudiado prácticamente la totalidad de las especies reseñadas en el texto y pone al día la asignación taxonómica de todas ellas.

Las sucesiones estratigráficas en las que se encuentran los yacimientos han sido revisadas o levantadas por primera vez, muchos de los datos que se exponen son inéditos y en conjunto ofrecen una nueva perspectiva para la interpretación de los problemas estratigráficos planteados en el Cámbrico inferior de España.

En función de los datos obtenidos del estudio de los géneros de arqueociatos, junto con las precisiones facilitadas por los fósiles que los acompañan en los yacimientos, trilobites, braquiópodos y algas s. l., se propone la definición de 11 Zonas de Arqueociatos, indicando las asociaciones características de cada una de ellas y su distribución estratigráfica.

Estas Zonas constituyen un intento de aglutinar en un esquema bioestratigráfico, único y congruente, el desarrollo y evolución de los arqueociatos españoles y son, al mismo tiempo, la base de una nueva hipótesis de división del Cámbrico inferior, apoyada principalmente en los datos facilitados por este grupo fósil.

---

\* UEI de Paleontología, Instituto de Geología Económica, CSIC. Facultad de Ciencias Geológicas, Ciudad Universitaria. 28040 - Madrid.

## ABSTRACT

We examine in its entirety the data of the archaeocyatha genera and species described in the Lower Cambrian outcrops from Spain, of the Cantabrian Range, Sierra de Tamames, Toledo Mountains and Sierra Morena. This is not a bibliographic paper, since the author has recopilated and studied the whole of the species described in the text and has put their taxonomic assignation up to date.

The stratigraphic sequences where the outcrops are found, have been either reviewed or done for the first time. Many of the data are unpublished, and as a whole bring a new perspective for the interpretation of the stratigraphic problems in the spanish Lower Cambrian.

According to the data found of the archaeocyatha genera studied, and with the support of the associated fossils, trilobites, brachiopods and algae s.l., we propose to determine 11 Archaeocyatha Zones, indicating the characteristic associations of each and their stratigraphic distribution.

These Zones try to unify in a single and congruent biostratigraphic scheme the development and evolution of spanish archaeocyatha. They would also be the base for a new hypothesis in the division of the Lower Cambrian, according mainly to the data of this fossil group.

## INTRODUCCION

Desde que MACPHERSON (1878) descubre el primer arqueociato español y europeo en Sierra Morena y ROEMER (1878) lo describe como *Archaeocyathus marianus*, los hallazgos de fósiles de este grupo han sido ininterrumpidos en los afloramientos del Cámbrico inferior de España.

En una primera etapa, los descubrimientos se ciñeron únicamente al norte de la provincia de Sevilla y a los alrededores de Córdoba, MALLADA (1891), HERNANDEZ PACHECO (1907, 1917, 1918), CARBONELL (1926, 1929), HERNANDEZ SAMPELAYO (1933) y SIMON (1939, 1941).

La segunda época puede prolongarse hasta 1968, cuando terminar de publicarse un conjunto de hojas geológicas de Sierra Morena, que aumentan y diversifican los descubrimientos en esta región, CARBONELL (1940), MELENDEZ (1941 a, b, 1943), SIMON (1951), ROSO DE LUNA & HERNANDEZ PACHECO (1954, 1955 a, b, 1956), DEBRENNE (1958), BADILLO (1959), MELENDEZ & MINGARRO (1962), MINGARRO (1962), CABANAS (1964) y MELENDEZ, MINGARRO & LOPEZ DE AZCONA (1967). También se verifican los primeros hallazgos en la Cordillera Cantábrica, LOTZE (1961), WALTER (1963, 1968) y MATTE (1968). Durante este intervalo de tiempo se publica el primer estudio

general sobre los arqueocianos conocidos en España y se establece su distribución estratigráfica, DEBRENNE & LOTZE (1963).

La tercera etapa se extiende hasta 1975 y durante ella se amplían los descubrimientos en la Cordillera Cantábrica, con ejemplares en buen estado de conservación; se estudian nuevos materiales de localidades conocidas, y se dan a conocer los primeros hallazgos de arqueociatos en los Montes de Toledo y la Sierra de Tamames, DEBRENNE & ZAMARREÑO (1970, 1975), CABANAS (1971), PEREJON (1971, 1972, 1973, 1975 a, b, c), MARTIN ESCORZA & PEREJON (1972), LIÑAN (1974), LIÑAN & DABRIO (1974).

Finalmente, en 1976, se inicia la etapa actual que puede caracterizarse por el hallazgo de importantes yacimientos en los Montes de Toledo y de otros en Sierra Morena y Sierra de Tamames. También en estos años se acomete el estudio paleoecológico y sedimentológico de algunas sucesiones carbonatadas del Cámbrico inferior y la investigación paleontológica detallada de sucesiones estratigráficas de la provincia de Córdoba, por equipos que analizan los diferentes grupos fósiles que contienen y estudian sus características sedimentológicas, GIL CID, PEREJON & SAN JOSE (1976), PEREJON, MORENO & VEGAS (1976), ZAMARREÑO (1977), ZAMARREÑO & DEBRENNE (1977), LIÑAN (1978), PEREJON & MORENO (1978), MARTIN-CARO, MORENO-EIRIS, PEREJON & SAN JOSE (1979), MORENO-EIRIS (1979), CORRALES & VALLADARES (1980), PEREJON, MORENO-EIRIS & HERRANZ (1981), LIÑAN & PEREJON (1981) y LIÑAN, MORENO-EIRIS, PEREJON & SCHMITT (1981).

Es importante destacar que en estos mismos años se han realizado los trabajos de campo de numerosas hojas geológicas en Sierra Morena y Montes de Toledo, dentro del Plan Magna, las cuales han aportado numerosos e importantes datos, aún inéditos, que serán contemplados en este trabajo.

Para completar esta recopilación tenemos que incluir otras publicaciones que por su temática inciden directamente en el objetivo de este trabajo, ya que se ocupan, desde distintos puntos de vista, de las faunas características del Cámbrico inferior y de su división en unidades menores.

LOTZE (1961) resume todos los datos conocidos sobre el Cámbrico de España, a los que aúna los obtenidos en sus propias investigaciones y en la de sus alumnos. Con la información obtenida del estudio de los trilobites, define 16 «Bandas de Trilobites» para el Cámbrico inferior, y en función de ellas lo divide en tres partes.

Cámbrico inferior C. Bandas 9-16.

Cámbrico inferior B. Bandas 4-8.

Cámbrico inferior A. Bandas 1-3.

SDZUY (1971), apoyándose también en las faunas de trilobites, divide el Cámbrico inferior de la Península Ibérica en tres pisos que, de techo a muro son Bilbiliense, Marianiense y Ovetiense, que no se corresponden exactamente con las divisiones propuestas por LOTZE (1961).

HILL (1972) resume la distribución estratigráfica y paleogeográfica de todos los géneros de arqueociatos conocidos. DEBRENNE (1973) realiza un trabajo de síntesis sobre el mismo tema y propone un esquema global de distribución de los arqueociatos. Sitúa la fauna de Córdoba, probablemente en el Tommotiense, la de otras localidades en el Atdabaniense y las del NW en el Leniense. ROZANOV & DEBRENNE (1974) proponen una edad Atdabaniense inferior para la fauna de Las Ermitas y sitúan la de Valdoré en el techo del Leniense. DEBRENNE & ROZANOV (1983) estudian la distribución geográfica y estratigráfica de los arqueociatos Regulares.

Finalmente queremos recordar que la abundantísima bibliografía sobre el Cámbrico de España ha sido recopilada y comentada, entre otros, por MALLADA (1896), HERNANDEZ SAMPELAYO (1935), MELENDEZ (1943), LOTZE (1961) y ZAMARREÑO (1983).

## CORDILLERA CANTABRICA

LOTZE (1961, p. 395) expone que FARBER (1958) había estudiado el corte Cudillero-Soto de Luiña y encuentra, desde la Secuencia Asma (II a) de la Serie de Candana, abundante icnofauna de diferentes tipos, entre los que Seilacher identifica *Astropolithon* DAWSON, que ya se conocía en las capas de Barrios de Luna. Las Capas de Barrios (VI b) aportan los primeros trilobites, entre el material recogido, SDZUY determina restos de tres especies, dos géneros nuevos y *Metadoxides* sp., además WALTER (1963, p. 366) obtiene importantes fósiles en las capas de tránsito, varios géneros y especies de trilobites y los géneros de arqueociatos *Ajacicyathus* BED. & BED. 1939, *Coscinocyathus* BORN. 1884, *Archaeofungia* TAY. 1910.

DEBRENNE & LOTZE (1963) estudian y revisan las colecciones alemanas de arqueociatos españoles (R. RICHTER, W. SIMON, F. LOTZE, K. SDZUY, R. WALTER y L. LAUS). De las Capas de Barrios, en la playa de Artedo (Oviedo), determina *Ajacicyathus* sp. y *Coscinocyathus* sp. y en la Hermida (Lugo), *Ajacicyathus* cf. *eremita* (SIM. 1939), *A. acutus* BORN. 1887, *A. aff. acutus* BORN. 1887, *Coscinocyathus* sp. y *Spirocycathella* sp., ambos con trilobites de las bandas 1 a 3 de LOTZE.

DEBRENNE (1964) revisa las determinaciones de los arqueociatos de España y asigna a la playa de Artedo las especies *Ajacicyathus* sp.

y *Erismacoscinus* sp., y a la Hermida, *Ajacicyathus* sp. var. *evasée*, *Erismacoscinus* sp. y ?*Spirocyathella* sp.

WALTER (1968) concreta su hallazgo anterior localizado en Riotorto, en los horizontes de tránsito a dolomías y calizas impuras (Calizas de Vegadeo), encuentra trilobites y las especies de arqueociatos *Ajacicyathus acutus* (BORN. 1887) y *Ajacicyathus* cf. *eremita* (SIM. 1939). MATTE (1968), describe, cerca del Puerto de Piedrafita, por debajo de las Calizas de Vegadeo, unas alternancias de pizarras y calizas con arqueociatos muy deformados, que no pudieron ser determinados, y no encuentra restos de trilobites asociados en el yacimiento.

DEBRENNE & ZAMARREÑO (1970) estudian en Valdoré (León) un yacimiento de arqueociatos, situado en el techo del miembro inferior de la Formación Láncara del Manto del Esla, con *Archaeocyathus* cf. *laqueus* (VOL. 1932) y *Pycnoidocyathus* cf. *erbiensis* (ZHUR. 1955). Los fósiles estudiados presentan afinidades con las faunas de los horizontes Solontsov y Obrutchev de las regiones plegadas de Siberia meridional y permiten datar los niveles que los contienen como del techo del Cámbrico inferior, edad de Lena. Por encima de ellos, la base del miembro superior contiene trilobites del Cámbrico medio (SDZUY 1967, 1968).

SDZUY (1971) define entre las faunas de trilobites más antiguos de la Cordillera Cantábrica tres asociaciones, la primera, que caracteriza el nivel más antiguo de la Concha de Artedo, contiene *Pararedlichia* y Bigotinopsidae asociados con arqueociatos. La segunda, con *Anadoxides* y «*Wutingaspis*», se encuentra también en la Hermida asociada con arqueociatos, y la tercera, con *Dolerolenus*, *Anadoxides* y *Lunolenus*, en los Barrios de Luna.

DEBRENNE & ZAMARREÑO (1975) estudian un yacimiento de arqueociatos en el arroyo de San Cristóbal, cerca de Cabeza de Campo, al oeste de Ponferrada (León). Los fósiles se encuentran en los niveles carbonatados del miembro inferior de la Formación Vegadeo, y describen *Afiacyathus alloiteau* DEB. 1964, *Coscinocyathus calathus* BORN. 1887, *Anthomorpha immanis* DEB. 1964, *A. sisovae* (VOL. 1940 a) y *A. cf. rata* (VOL. 1940 a), la asociación de arqueociatos data los niveles que la contienen como del Botomiense inicial. En este trabajo las autoras hacen una síntesis de los yacimientos de arqueociatos de la Formación Vegadeo y mencionan *Aldanocyathus* sp. y *Coscinocyathus* sp. en la Concha de Artedo y *Aldanocyathus* cf. *eremita* (SIM.), *A. acutus* (BORN.), *A. aff acutus* (BORN.), *Coscinocyathus* sp. y ?*Spirocyathella* sp. en la Hermida, al S. de Riotorto (Lugo).

En la sucesión estudiada por ZAMARREÑO, HERMOSA, BELLAMY & RABU (1975) en el Sufreiral, próxima a Cabeza de Campo, ZAMARREÑO & PEREJON (1976) encontraron arqueociatos del género *An-*

*thomorpha* BORN. 1884, procedentes del mismo nivel del miembro inferior de la Formación Vegadeo.

ZAMARREÑO & PEREJON (1976) estudian una sucesión estratigráfica de la serie de alternancias de pizarras y calizas del miembro inferior de la Formación Vegadeo, en el Puerto de Piedrafita, y diferencian tres niveles distintos con arqueociatos:

F-129 *Pycnoidocyathus* cf. *erbiensis* (ZHUR. 1955)

F-128 *Dictyocyathus?* sp.

*Protopharetra bigoti* DEB. 1964

*P. grandicaveata* VOL. 1940 b

F-122 *Pycnoidocyathus* cf. *sekwiensis* HAND. 1971

pero esta fauna, y los restos de trilobites que se encontraron en uno de los niveles, no pudieron precisar la edad del yacimiento.

En 1977 tuve la ocasión de estudiar un fragmento de un testigo procedente de un sondeo, realizado en el techo de una de las galerías de la mina Rubiales, al SW de Piedrafita del Cebrero, que atravesaba niveles carbonatados de la Formación Vegadeo, en el cual había fragmentos de arqueociatos entre los que pude determinar *Afiacyathus alloiteaui* DEB. 1964.

LIÑAN & SDZUY (1978) describen *Pararedlichia ovetensis* SDZUY en el nivel más antiguo de los tres separados en la Concha de Artedo; este nivel se caracteriza por la existencia de *Pararedlichia*, *?Bigotinops* y otros, el segundo lo consideran similar al de la Hermida y el más alto contiene la fauna de *Dolerolenus*.

Si consideramos el conjunto de los datos expuestos sobre las faunas de arqueociatos descritas en la Cordillera Cantábrica (Cuadro 1), y tenemos en cuenta las faunas de trilobites asociadas, donde aparecen juntas, así como otros datos inferidos de su estudio, podemos distinguir cinco asociaciones distintas. La más antigua, con *Aldanocyathus*, *Coscinocyathus* y *Pycnoidocyathus*, está asociada a *Pararedlichia*, *?Bigotinops* y otros trilobites, del nivel más bajo de la Concha de Artedo y se correspondería con los arqueociatos más antiguos de la sucesión de Piedrafita. La segunda, con *Aldanocyathus*, *Coscinocyathus*, *?Spirocyathella* y *Protopharetra*, está asociada en la Hermida con *Anadoxides* y «*Wutingaspis*», en Piedrafita equivale al nivel intermedio que contiene secciones de trilobites aún no determinados. La tercera incluye el horizonte superior de la Concha de Artedo con *Dolerolenus*, sin arqueociatos, y el más alto de Piedrafita con *Dictyocyathus* y *Pycnoidocyathus*. La cuarta asociación es la que se encuentra en Cabeza de Campo, Sufreiral y Rubiales, contiene *Afiacyathus*, *Coscinocyathus*, *Archaeopharetra*, *Protopharetra* y *Anthomorpha*. Esta asociación nos marcaría el techo del Ovetiense.

CUADRO 1

DISTRIBUCION ESTRATIGRAFICA DE LAS ESPECIES DE ARQUEOCIATOS  
EN LA CORDILLERA CANTABRICA

1 a 5. Niveles estratigráficos. ++ Artedo. ×× Hermida. ○○ Piedrafita.  
●● Cabeza de Campo. ΔΔ Valdoré.

	1	2	3	4	5
<u>Aldanocyathus</u> sp.	+++				
<u>Coscinocyathus</u> sp.	+++	××			
<u>Pycnoidocyathus?</u> cf. <u>sekwiensis</u>	○○				
? <u>Spirocyathella</u> sp.		××			
<u>Aldanocyathus</u> cf. <u>eremitae</u>		××			
<u>Aldanocyathus</u> <u>acutus</u>		××			
<u>Aldanocyathus</u> aff. <u>acutus</u>		××			
<u>Protopharetra</u> <u>grandicaveata</u>		○○			
<u>Protopharetra</u> <u>bigoti</u>		○○			
<u>Dictyocyathus</u> sp.		○○			
<u>Pycnoidocyathus</u> cf. <u>erbiensis</u>			○○		ΔΔ
<u>Afiacyathus</u> <u>alloiteaui</u>				●●	
<u>Coscinocyathus</u> <u>calathus</u>				●●	
<u>Anthomorpha</u> <u>immanis</u>				●●	
<u>Anthomorpha</u> <u>sisovae</u>				●●	
<u>Anthomorpha</u> cf. <u>rata</u>				●●	
<u>Archaeopharetra</u> sp.				●●	
<u>Protopharetra</u> sp.				●●	
<u>Archaeocyathus</u> cf. <u>laqueus</u>					ΔΔ

La quinta asociación con *Pycnoidocyathus* y *Archaeocyathus*, fue hallada en Valdoré, inmediatamente por debajo de niveles con trilobites del Cámbrico medio, y nos marca el techo del Bilbiliense y del Cámbrico inferior.

## SISTEMA CENTRAL

### *Sierra de Tamames*

MALLADA (1896) ya señalaba la existencia de afloramientos de rocas carbonatadas pertenecientes al Cámbrico en esta región; SCHMIDT-THOME (1945) separó estas rocas en un conjunto claramente diferenciable, definió sus características y estableció su secuencia estratigráfica. Posteriormente numerosos autores se han referido a ellos, pero hasta GARCIA DE FIGUEROLA & MARTINEZ GARCIA (1972) no se publica el primer hallazgo de trilobites, género *Pararedlichia* HUPE 1953 en los niveles detríticos (Tramo 5) situados debajo del conjunto más importante de rocas carbonatadas en La Rinconada de la Sierra (Salamanca). Ambos autores descubrieron también los dos primeros yacimientos de arqueociatos en los niveles carbonatados, localizados en Endrinal y Casafranca. Del material de Endrinal se dio noticia en PEREJON (1972) y se describió *Rasetticyathus endrinalensis* PER.

Posteriormente, CORRALES, MANJON & VALLADARES (1974) realizan un detallado estudio sedimentológico de la sucesión de Navarredonda de La Rinconada. CORRALES & VALLADARES (1980) estudian los afloramientos de Endrinal y Casafranca, establecen las secuencias estratigráficas de las facies carbonatadas y encuentran nuevos puntos con restos de arqueociatos. VALLADARES & CORRALES (1980) sintetizan sus datos sobre estos afloramientos, definen dos unidades diferentes, caracterizan sus facies e interpretan las distintas secuencias establecidas.

A partir de 1972 hemos realizado varias campañas de campo para intentar localizar los niveles con fauna en buen estado de conservación. Moreno-Eiris, E., inició el estudio de las formaciones arrecifales de algas y arqueociatos, pero su intensa recristalización no le ha permitido obtener resultados satisfactorios por el momento. A pesar de todas las dificultades encontradas hemos recogido algunos ejemplares que han podido ser determinados y que reseñamos a continuación, junto con las localidades donde han sido hallados:

#### — Canteras de Casafranca.

- Afiacyathus alloiteaui* DEB. 1964
- Coscinocyathus* sp. 1
- Coscinocyathus* aff. *dianthus* BORN. 1887
- Coscinocyathus* sp. 2
- Dictyocyathus* sp.
- Anthomorpha sisovae* (VOL. 1940 a)
- Anthomorpha* sp.

— El Canchal.

Cálices recristalizados, deformados y tectonizados en varios niveles distintos, pero inclasificables.

— Carretera de Endrinal a Los Santos.

*Rasetticyathus endrinalensis* PER. 1972

*Coscinocyathus* sp. 3

— Carretera de La Rinconada de la Sierra a La Bastida.

Cryptoporocyathidae

*Coscinocyathus* sp. 4

*Anthomorpha* sp.

— Navarredonda de La Rinconada. Collado.

*Coscinocyathus calathus* BORN. 1887

*Anthomorpha sisovae* (VOL. 1940 a)

El estudio de los géneros y especies de arqueociatos de estos yacimientos, con todas las limitaciones expuestas, no aportan nuevas evidencias sobre la disposición espacial de los posibles arrecifes del Cámbrico, ya que los desplazamientos tectónicos han debido modificar la posición original de estos depósitos y, además, los sedimentos carbonatados se encuentran con un alto grado de recristalización y dolomitización.

Sin embargo, apoyándonos en datos indirectos como la evolución de las diferentes sucesiones, la distinta posición estratigráfica de los hallazgos y las variaciones en el conjunto de las faunas estudiadas, podemos separar dos asociaciones diferentes que se suceden en el tiempo, aunque no sean completamente independientes (Cuadro 2).

La más antigua, con Cryptoporocyathidae, *Rasetticyathus*, *Afiacyathus*, *?Dictyocyathus*, *Coscinocyathus* y *Anthomorpha*, no aparece completa en ninguno de los yacimientos donde ha sido identificada, carretera de La Rinconada a La Bastida, carretera de Endrinal a Los Santos y canteras de Casa Franca. En la carretera de La Rinconada a La Bastida el nivel carbonatado con arqueociatos (GARCIA DE FIGUEROLA y MARTINEZ GARCIA 1972, Tramo 4) se encuentra por debajo (?) de areniscas y grauvacas con *Pararedlichia* HUPE (Tramo 5, ibídem).

La segunda asociación la componen sólo los géneros *Coscinocyathus* y *Anthomorpha* y ha sido localizada en el collado de Navarredonda de La Rinconada, CORRALES, MANJON & VALLADARES (1974, Fig. 2, entorno de las muestras 7-8).

La presencia de *Anthomorpha* y *C. calathus* en las asociaciones de estos yacimientos nos permiten, por comparación con otras regiones,

CUADRO 2

DISTRIBUCION ESTRATIGRAFICA DE LAS ESPECIES DE ARQUEOCIATOS  
EN LA SIERRA DE TAMAMES, SISTEMA CENTRAL

1 y 2. Niveles estratigráficos. ++ Carretera de La Rinconada a La Bastida.  
×× Canteras de Casa Franca. ○○ Carretera de Endrinal a Los Santos.  
●● Navarredonda de La Rinconada.

	1	2
<u>Cryptoporocyathidae</u>	+++	
<u>Rasetticyathus endrinalensis</u>	○○○	
<u>Afiacyathus alloiteaui</u>	xxx	
<u>Coscinocyathus</u> aff. <u>dianthus</u>	xxx	
<u>Coscinocyathus</u> sp. 1	xxx	
<u>Coscinocyathus</u> sp. 2	xxx	
<u>Coscinocyathus</u> sp. 3	○○○	
<u>Coscinocyathus</u> sp. 4	+++	
? <u>Dictyocyathus</u> sp.	xxx	
<u>Anthomorpha</u> sp.	+++ xxx	
<u>Coscinocyathus calathus</u>	xxx	●●●
<u>Anthomorpha sisovae</u>	xxx	●●●

situar esta fauna en el techo del Ovetiense. Con respecto a los trilobites que aparecen en las areniscas, por encima de los arqueociatos más antiguos, LIÑAN & SDZUY (1978) dicen que las especies probablemente pertenecerían al género *Pararedlichia*.

MONTES DE TOLEDO

PRADO (1855) se refiere directamente a las calizas de los Montes de Toledo, y compara las de Urda con las de otras localidades y con las de

Sierra Morena, pero no las asignó una edad determinada. Descubre el yacimiento de trilobites de los Cortijos de Malagón, cuya fauna fue estudiada por VERNEUIL & BARRANDE (1855) como pertenecientes a la «fauna primordial» del «Siluriano inferior». MALLADA (1896) sintetiza los datos conocidos en esta zona.

HERNANDEZ PACHECO (1911 y 1912) interpreta algunas manchas circulares de las calizas de Urda como posibles huellas de arqueociatos, pero no encuentra datos concluyentes para apoyar esta idea y dice que como los caracteres observados son «tan semejantes al Cámbrico fosilífero de la Sierra de Córdoba suponemos que el terreno de las canteras de Urda corresponde estratigráficamente al horizonte de las calizas de Arqueociátidos de Sierra Morena».

LOTZE (1961) incluye en el Cámbrico los sedimentos situados entre las capas de Valdelacasa y la fase Toledánica, entre los que se encuentra un nivel de calizas y dolomías que, por su aspecto, le recuerdan el tipo de la dolomía celtibérica de Ribota.

SAN JOSE (1969) establece la secuencia estratigráfica de San Pablo de los Montes y diferencia un Georgiense superior-Acadiense con calizas, dolomías, calcopelitas y cuarcitas con restos de posibles arqueociatos.

MARTIN ESCORZA & PEREJON (1972) publican el hallazgo de los primeros arqueociatos en los Montes de Toledo, en un lugar próximo a Urda. Los ejemplares correspondían a géneros de la superfamilia Coscinocyathacea.

MARTIN ESCORZA (1976) investiga los afloramientos cámbricos de los Montes de Toledo surorientales, establece y describe las sucesiones estratigráficas del Cámbrico inferior, descubre nuevas localidades con arqueociatos y otras con trilobites, braquiópodos, lamelibranquios e icnofósiles y propone las correlaciones entre ellos.

PEREJON et al. (1976) describe los arqueociatos de un yacimiento descubierto en las calizas que afloran en la carretera de Los Navalucillos a Robledo del Buey, los fósiles se encuentran en varios niveles distintos que del más moderno al más antiguo son los siguientes:

- CN 218 *Pycnoidocyathus yavorskii* (VOL. 1931)  
*Archaeocyathus subradiatus* VOL. 1931  
*Anthomorpha* ? sp.
- CN 215 Cálices indeterminables.
- CN 209 *Robustocyathus* sp.  
*Irinaecyathus* cf. *chankaensis* (OKUN. 1973)  
*Dictyocyathus* ? cf. *irregularis* TAY. 1910  
*Protopharetra densa* BORN. 1887
- CN 207 Cálices indeterminables.

En todos los niveles se han encontrado secciones de trilobites, y en el horizonte de pizarras situado por debajo del CN 204 se encontraron fragmentos de trilobites y un braquiópodo.

GIL CID et al. (1976) estudian las Calizas de los Navalucillos, describen sus características sedimentológicas y la fauna encontrada. En los niveles de lutitas situados en el muro de las calizas determinan trilobites de los géneros *Pseudolenus*, *Realaspis* y *Termierella*, característicos del Bilbiliense junto con impresiones de cálices de arqueociatos indeterminables y en los niveles superiores de calizas, los arqueociatos:

*Robustocyathus* sp.  
*Sibirecyathus* aff. *dissepimentalis* VOL. 1940  
*Coscinocyathus* sp.  
*Pycnoidocyathus* cf. *erbiensis* (ZHUR. 1955)  
*Pycnoidocyathus* ? *toledani* PER. 1976

que sitúan el yacimiento en el Elankiense, aunque algunas especies existen ya desde el Leniense.

ZAMARREÑO et al. (1976) estudian las características sedimentológicas y las facies de las calizas de Los Navalucillos y proponen la cronoestratigrafía y las correlaciones de los depósitos en función de los fósiles que contienen. *Astropolithon* DAWSON aparece en niveles de cuarcitas de la Formación Gévalo. Encima, pero por debajo de las calizas de Los Navalucillos, encuentran trilobites que «son Redlichidae que si bien no han podido ser determinados no parecen corresponder, según SDZUY (com. pers.), a géneros propios del Marianiense ni del Bilbiliense (nomenclatura de SDZUY 1971), sino que podrían ser más antiguos». También encuentran un braquiópodo que asimilan a la cita de «*Eocardines* por LOTZE (1966, p. 1206)» y abundantes arqueociatos en distintos niveles de las calizas suprayacentes. Comparando la posición de los trilobites con los encontrados en La Rinconada (Salamanca) en una posición estratigráfica similar (GARCIA DE FIGUERO LA & MARTINEZ GARCIA 1972), indican que «puede pensarse que la edad de los niveles inmediatamente por debajo de la Formación Navalucillos podría corresponder al Ovetiense de SDZUY (1971)».

PEREJON & MORENO (1978) publican sus investigaciones sobre la serie de Los Campillos (MARTIN ESCORZA 1976) cerca de Urda y encuentran cinco horizontes con arqueociatos que, del más moderno al más antiguo, presenta la siguiente fauna:

UC 18 *Aldanocyathus* sp.  
*Sibirecyathus naletovi* VOL. 1940  
*Coscinocyathus cancellatus* BORN. 1887

- Coscinocyathus* sp.  
*Anthomorpha* cf. *rata* (VOL. 1940 a)  
 Secciones de Trilobites  
 UC 15 *Alconeracyathus pradoanus* (PER. & MOR. 1978)  
 UC 12 *Anthomorpha* sp.  
 UC 10 *Rotundocyathus salebrosus* (VOL. 1931)  
*Aldanocyathus* sp.  
*Pachecocyathus* sp. (= *Robustocyathus* sp.)  
 Monocyathidae  
 Espículas triaxonas  
 UC 9 Cáliz de Ajacicyathacea de gran talla

La edad más probable de este yacimiento sería Leniense (horizonte de Sanachtykgol).

MARTIN-CARO et al. (1979) encuentran en las calizas de La Estrella restos de arqueociatos en mal estado de conservación y pertenecientes a los subórdenes Ajacicyathina, Coscinocyathina y Archaeocyathina, que sitúan estos niveles en el Cámbrico inferior.

MORENO-EIRIS (1979), en su Tesis de Licenciatura, investiga las características generales de las Calizas de los Navalucillos y estudia en detalle las microfacies y la fauna de un afloramiento próximo a la carretera de Los Navalucillos a Robledo del Buey, llegando a la conclusión de que la distribución de las microfacies es la que caracteriza una zona transrrecifal, próxima al arrecife, con un ambiente restringido y de escasa profundidad. Los niveles estudiados se corresponden con los CN 215 y 218 (PEREJON et al. 1976); de ellos se prepararon más de 50 ejemplares correspondientes a 17 especies. Esta fauna fue revisada posteriormente por su autora, que cita las siguientes especies:

- Aldanocyathus* sp.  
*Rotundocyathus salebrosus* (VOL. 1931)  
*Sibirecyathus dissepimentalis* (VOL. 1940)  
*Afiacyathus alloiteau* DEB. 1964  
*Rasetticyathus iglesiensis* DEB. 1971  
*Inessocyathus spatiosus* (BORN, 1887)  
*Protopharetra polymorpha* BOR. 1887  
*Pycnoidocyathus?* *toledani* PER. 1976  
*Anthomorpha sisovae* (VOL. 1940 a)

Posteriormente se encontraron secciones de Cryptoporocyathidae.

Después del trabajo de DEBRENNE & JAMES (1981) hemos revisado el material determinado por nosotros, PEREJON, MORENO & VEGAS (1976, p. 21, lám. 1, figs. 5-6) como *Archaeocyathus subradiatus* VOL. 1931 y *Pycnoidocyathus yavorskii* (VOL. 1931), y hemos llega-

do a la conclusión de que se trata de dos ejemplares del género *Pycnoidocyathus* TAY, por su muralla interna con un tubo oblicuo en forma de S poco acentuada y con la abertura dirigida hacia arriba, ambas especies las incluimos bajo la denominación *Pycnoidocyathus* sp. 1 y 2.

El hallazgo de nuevo material de trilobites, en mejor estado de conservación, dentro de las lutitas del muro de las Calizas de Los Navalucillos, que afloran en la carretera de Los Navalucillos a Robledo del Buey, ha permitido a Gil Cid (comunicación personal) revisar las asignaciones taxonómicas de la fauna descrita anteriormente y proponer que los ejemplares podrían corresponder a especies del grupo de los Redlichioidea, lo que hace que la edad de la fauna sea mucho más antigua que la propuesta (GIL CID et al. 1976) y se aproxime más a la determinada por la asociación de arqueociatos estudiados y revisados en este trabajo.

La diversidad de los géneros y especies descritos y su precisa ubicación en las diferentes sucesiones en las que se han encontrado (Cuadro 3) nos permite separar dos asociaciones de géneros distintos.

La más antigua se halla en los niveles 1 y 2, se compone de *Monocyathidae*, *Irinaecyathus*, *Dictyocyathus?*, *Robustocyathus*, *Aldanocyathus*, *Rotundocyathus* y *Protopharetra*. La más moderna se encuentra en los niveles 3 a 5 y está formada por *Robustocyathus*, *Aldanocyathus*, *Cryptoporocyathidae*, *Sibirecyathus*, *Afiacyathus*, *Rasetticyathus*, *Inessocyathus*, *Coscinocyathus* y *Pycnoidocyathus*. Esta segunda asociación nos indicaría el techo del Ovetiense.

## SIERRA MORENA

Para facilitar el análisis de los yacimientos de arqueociatos de Sierra Morena y a la vez conseguir una mayor claridad y coherencia en la exposición, hemos considerado necesario dividir el área de estudio en tres sectores, que se corresponden con tres grupos de afloramientos, separados geográficamente y que además presentan diferencias litológicas y de entorno estratigráfico.

El sector más suroccidental está constituido por los afloramientos carbonatados que desde Olivenza, pasando por Jerez de los Caballeros y Fregenal, se prolongan hasta Santa Olalla de Cala, en el que hemos encontrado un solo yacimiento con una fauna muy pobre.

En el segundo sector, al este del anterior, incluimos todos los yacimientos ubicados en las alineaciones carbonatadas que de forma más o menos continua se prolongan desde Olivenza pasando por Zafra, Llerena y Guadalcanal hasta Hornachuelos.

El sector más nororiental, con afloramientos carbonatados de menor extensión, agrupa los numerosos yacimientos de la provincia de Córdoba.

CUADRO 3

DISTRIBUCION ESTRATIGRAFICA DE LAS ESPECIES DE ARQUEOCIATOS  
EN LOS MONTES DE TOLEDO

1 a 5. Niveles estratigráficos. ++ Los Navalucillos. ×× Urda.

	1	2	3	4	5
Moldes de arqueociatos	++				
<u>Protopharetra densa</u>		++			
<u>Robustocyathus</u> sp. (+ <u>Pachecocyathus</u> sp.)		++			++
		xx			
<u>Rotundocyathus salebrosus</u>		xx			++
<u>Irinaecyathus</u> cf. <u>chankaensis</u>		++			
<u>Dictyocyathus?</u> cf. <u>irregularis</u>		++			
Monocyathidae		xx			
<u>Aldanocyathus</u> sp.		xx			xx
					++
<u>Anthomorpha</u> sp.			xx		
<u>Alconeracyathus pradoanus</u>				xx	
Cryptoporocyathidae					++
<u>Sibirecyathus naletovi</u>					xx
<u>Sibirecyathus dissepimentalis</u>					++
<u>Sibirecyathus</u> aff. <u>dissepimentalis</u>					++
<u>Rasetticyathus iglesiensis</u>					++
<u>Afiacyathus alloiteaui</u>					++
<u>Inessocyathus spatiosus</u>					++
<u>Coscinocyathus cancellatus</u>					xx
<u>Coscinocyathus</u> sp.					++
					xx
<u>Protopharetra polymorpha</u>					++
<u>Pycnoidocyathus</u> cf. <u>erbiensis</u>					++
<u>Pycnoidocyathus?</u> <u>toledani</u>					++
<u>Pycnoidocyathus</u> sp.					++
<u>Anthomorpha sisovae</u>					++
<u>Anthomorpha</u> cf. <u>rata</u>					xx

*Sector Olivenza-Jerez de los Caballeros-Santa Olalla*

ROSO DE LUNA & HERNANDEZ PACHECO (1955 b), en la Hoja núm. 855, Burguillos del Cerro, señalan la existencia de arqueociatos en el vértice de San José, al oeste de Valle de Santana, sin citar especies y en la Sierra de Santa María, donde enumeran y describen someramente las especies:

*Dictyocyathus sampelayanus* HERN.-PACH. 1917  
*Archaeocyathus pachecoi* MEL. 1941  
*Archaeocyathellus cordobae* SIM. 1939

Ambas localidades, indicadas con gran precisión por los autores, han sido visitadas por nosotros y no hemos encontrado evidencias de la posible existencia de arqueociatos.

En el límite sur de este sector, al pie de la Sierra del Bujo, en la carretera de Arroyomolinos a Cañaverál, LOTZE encontró trilobites en las Margas de Herrerías y posteriormente SCHNEIDER (1939, 1941) volvió a estudiar esta localidad y encontró dos niveles distintos con trilobites, la fauna inicialmente descrita fue ampliada después (LOTZE, 1961) y revisada por SDZUY (1962).

Ambas faunas corresponden al Marianiense.

En 1980, en una excursión organizada por el Grupo Español de Ossa Morena, encontramos en la Sierra del Bujo y junto a la carretera que va desde Arroyomolinos a Cañaverál, un yacimiento de arqueociatos, cuyos ejemplares estaban muy mal conservados. Entre ellos pudimos reconocer:

*Aldanocyathus* sp.  
*Coscinocyathus* sp.

Posteriormente, a finales de 1980, cuando realizaba junto con el Dr. Liñán los trabajos paleontológicos correspondientes a la Hoja núm. 897, Monesterio, visitamos de nuevo el yacimiento, sin resultados positivos, levantamos la sucesión estratigráfica de la Sierra del Bujo y encontramos en las Margas de Herrerías tres asociaciones distintas de trilobites junto con braquiópodos e hyolites, y por debajo, en las Calizas de Cañuelo, los arqueociatos:

*Aldanocyathus* sp.  
*Coscinocyathus* sp.

LIÑAN & MERGL (1982) estudian los braquiópodos de varias secciones de esta alineación y describen *Obolella* sp. en las sucesiones de la Sierra del Bujo, Hinojales y Dehesa de Arriba, asociados con trilobites que definen el Marianiense medio.

#### *Sector Zafrá-Llerena-Guadalcanal-Hornachuelos*

MACPHERSON (1878) descubre el primer yacimiento de arqueociatos de Sierra Morena, pero deja tan imprecisa su situación que no ha

vuelto a ser localizado. El único ejemplar determinado *Archaeocyathus marianus* ROEM. 1878, no ha sido encontrado en ninguno de los yacimientos posteriormente descubiertos.

MALLADA (1891) cita *Ethmophyllum marianum* ROEM. sp. entre el Pedroso y la Virgen del Monte, Cazalla de la Sierra, Sevilla.

SIMON (1939, pp. 71-80, lám. 4, figs. 1-4) estudia y figura algunos ejemplares recogidos por R. & E. Richter en el Cortijo José Lázaro de Alanis, pero al carecer de criterios suficientes los denomina:

*Archaeocyathellidae* gen. et sp. ind. (Subgen. tipo C)

caracterizado por la muralla externa y los septos porosos y por tener sinaptículos entre los septos, y

*Archaeocyathellidae* gen. et sp. ind. (Subgen. tipo D)

con muralla externa y septos porosos y tábulas.

RICHTER, R. & E. (1940) publican la fauna procedente del Cortijo José Lázaro, Alanis, describiendo 11 especies de trilobites. HENNING-SMOEN (1957) la revisa y reduce las especies a seis. LOTZE (1961) modifica la relación y la aumenta con nuevo material de los mismos niveles y de otros niveles situados por debajo del anterior; finalmente, SDZUY (1962) la vuelve a revisar.

SIMON (1941) describe un material de Alanis enviado por R. Richter como:

*Archaeocyathellus (Protocyathus)* sp.

y utiliza este argumento para incluir todas las pizarras verdes de Alanis en el Cámbrico superior.

MELLENDEZ (1941 a, b) publica los primeros arqueociatos de las canteras de Alconera, a la que asigna una edad Cámbrico medio, con las especies:

*Dictyocyathus sampelayanus* HERN.-PACH. 1917

*Archaeocyathellus cordobae* SIM. 1939

*Archaeocyathus pachecoi* MEL. 1941

MELLENDEZ (1943) modifica esta lista para el mismo yacimiento, quedando de la siguiente forma:

*Archaeocyathellus cordobae* SIM. 1939

*Archaeocyathus pachecoi* MEL. 1941

*Archaeocyathus sinuosus* BORN. 1887

SIMON (1951) resumió todas sus investigaciones sobre la región del norte del Pedroso y dio la siguiente sucesión de techo a muro:

- Capas abigarradas de Alanis. Cámbrico superior.  
Fauna de *Saukianda* (RICH., R. & E. 1940)  
*Archaeocyathellus (Protocyathus)* sp.
- Calizas de *Criptozone*.
- Capas de Campoalla. Cámbrico medio  
*Ethmophyllum marianum* (ROEM. 1878)
- Capas de Tambor. Cámbrico inferior

ROSO DE LUNA & HERNANDEZ PACHECO (1955 a) realizan la Hoja núm. 854, Zafra, y publican las siguientes especies de las calizas de Alconera:

- Archaeocyathellus cordobae* SIM. 1939
- Archaeocyathus pachecoi* MEL. 1941
- Archaeocyathus sinuosus* BORN. 1887

en 1956 los mismos autores hacen la Hoja núm. 829, Villafranca de los Barros, y señalan que en las canteras de caliza situadas a la entrada de Fuente del Maestre encontraron secciones de arqueociatos, que nosotros no pudimos reconocer en las repetidas visitas realizadas.

DEBRENNE (1958) determina un ejemplar de arqueociato de las pizarras verdes de Alanis, pero de un punto distinto al de RICHTER, R. & E. (1940), que por su mal estado de conservación lo incluye en la familia Syringonematidae próximo a *Beticocyathus* SIM. 1939.

LOTZE (1961) resume todos los datos sobre yacimientos paleontológicos en Sierra Morena, las relaciones de trilobites son revisadas posteriormente por SDZUY (1962).

MINGARRO (1962) y MELENDEZ & MINGARRO (1962) describen en las rocas carbonatadas de San Nicolás del Puerto (Sevilla) las especies:

- Archaeocyathellus (Archaeofungia) andalusicus* SIM. 1939
- Archaeocyathellus (Protocyathus) cf. eremitae* SIM. 1939

y sitúan las calizas que los contienen en el Acadiense.

DEBRENNE & LOTZE (1963) realizan un trabajo de síntesis y revisión de las colecciones alemanas de arqueociatos españoles. Describen un nuevo género y especie de los yacimientos de los alrededores de Alanís, y citan por primera vez varias especies en esta región. El

conjunto de la fauna con la modificación realizada por DEBRENNE (1964) es la siguiente:

Calizas de la Sierra de Alconera

*Coscinyathus* sp. ... .. *Erismacoscinus* sp.

Capas de Lobo, Valle del Benalija, SW de Alanís

*Ajacyathus* cf. *umbrella* ... .. *Ajacyathus* cf. *umbrella*  
(BORN. 1887)

*Ajacyathus acutus*

*Ajacyathus* aff. *acutus*

*Ajacyathus* cf. *acutus* ... .. *Ajacyathus* cf. *acutus* (BORN. 1887)

*Ajacyathus* cf. *eremita* ... .. *Ajacyathus eremita* (SIM. 1939)

*Coscinyathus* cf. *corbicula* ... .. *Erismacoscinus* sp. var. *corbicula*  
(BORN. 1887)

*Coscinyathus* cf. *arquatus* ... .. *Erismacoscinus* cf. *arquatus*  
(VOL. 1940)

*Coscinyathus* sp. ... .. *Erismacoscinus* sp.

*Pluralicoscinus alanisensis* ... .. *Pluralicoscinus alanisensis* DEB. 1963

MELLENDEZ, MINGARRO & LOPEZ DE AZCONA (1967) realizan la Hoja geológica núm. 920, Constantina, descubren un nuevo yacimiento en el Cerro del Hierro y encuentran y figuran las especies siguientes:

*Protocyathus cordobae* (SIM. 1939)

*Archaeofungia andalusicus* (SIM. 1939)

intentan localizar la situación precisa del yacimiento de «Campayar» o «Campallá», donde Macpherson halló *A. marianus* ROEM. 1878, y al no encontrarlo concluyen que el ejemplar procedería de un «biotromó» intercalado entre las pizarras verdes de Alanís, posiblemente situado en esta hoja de Constantina. Consideran a las calizas de edad Acadiense.

GIL CID (1973) publica sus hallazgos de trilobites en el Cámbrico inferior de Zafra y Alconera, los ejemplares se encuentran en las lutitas que están por encima de las Calizas de Alconera.

PEREJON (1973, 75 a, c, 76 a) estudia los yacimientos de arqueociatos de Alconera y describe las especies siguientes:

*Aldanocyathus anabarensis* (VOL. 1937)

*Urcyathus* aff. *asteroides* (VOL. 1940)

*Robustocyathus castellarensis* PER. 1973  
*Rasetticyathusalconeri* PER. 1973  
*Inessocyathus* aff. *ijizkii* (TOLL. 1889)  
*Afiacyathus debrenni* PER. 1975  
*Taylorcyathus zhuravlevi* PER. 1975  
*Coscinocyathus albuenseris* PER. 1973  
*Erismacoscinus zafrensis* PER. 1973  
*Erismacoscinus hispanicus* PER. 1973  
*Erismacoscinus badajocensis* PER. 1973  
*Erismacoscinus segedanensis* PER. 1973  
*Erismacoscinus marocanus* DEB. 1964  
*Erismacoscinus* m. *amagurensis* DEB. 1964  
*Erismacoscinus* m. *amuslekensis* DEB. 1964  
*Erismacoscinus* aff. *dianthus* (BORN. 1887)  
*Erismacoscinus diouri* DEB. 1964  
*Mennericyathus hoyensis* PER. 1976  
*Chouberticyathus extremadurensis* PER. 1976  
*Dictyocyathus calurosus* PER. 1973  
*Dictyocyathus* cf. *circulus* DEB. 1964  
*Andalusicyathus andalusicus* (SIM. 1939)

PEREJON (1975 a, 1976 b) informa del hallazgo de arqueociatos más meridional de este sector, ubicado en los alrededores de Hornachuelos, y describe las especies siguientes:

*Aldanocyathus valdegrajensis* PER. 1976  
*Sibirecyathus* sp.  
*Coscinocyathus* sp.  
*Dictyocyathus dissimilis* ROZ. 1969

LIÑAN & PEREJON (1981) diferencian en la región de Zafra-Alconera dos unidades distintas, «Unidad de Alconera» y «Unidad de Zafra», estudian la sucesión litológica del Cámbrico inferior de la primera, definen en ella la Formación Alconera y la Formación La Lapa y sus características sedimentológicas y paleontológicas.

Distinguen cuatro asociaciones faunísticas que, de la más moderna a la más antigua, están caracterizadas por los siguientes grupos fósiles:

Asociación 4. Marianiense superior.

— Trilobites y Braquiópodos.

Asociación 3. Marianiense medio.

— Trilobites, Braquiópodos, Hyolites, Chancellorias, Icnofósiles.

Asociación 2. Marianiense inferior.

- *Aldanocyathus*, *Urcyathus*, *Robustocyathus*, *Afiacyathus*, *Inesocyathus*, *Rasetticyathus*, *Taylorcyathus*, *Alconeracyathus*, *Coscinocyathus*, *Mennericyathus*, *Chouberticyathus*, «*Dictyocyathus*», *Protopharetra* y *Andalusicyathus*.
- Trilobites, Algas, Icnofósiles, Chancellorias.

Asociación 1. Ovetiense superior.

- *Aldanocyathus*, *Taylorcyathus* y *Coscinocyathus*.
- Algas.

PEREJON et al. (1981) publican la fauna de un yacimiento de arqueociatos situado al N de Llerena, cerca de Casa de Pilas, y describen las especies siguientes:

*Aldanocyathus anabarensis* (VOL. 1937)  
*Aldanocyathus* sp.  
*Coscinocyathus* sp.  
«*Dictyocyathus*» sp.  
*Protopharetra grandicaveata* VOL. 1940  
*Protopharetra* sp.

que según los autores no determina una edad precisa para las rocas que las contienen.

El estudio paleontológico realizado conjuntamente con el doctor E. Liñán, en seis hojas geológicas del sur de la provincia de Badajoz y del norte de la de Sevilla durante los años 1980 y 1981, nos brindó la ocasión de obtener un conjunto de valiosos datos y como consecuencia del hallazgo de abundantes yacimientos de trilobites se puso de manifiesto de nuevo la incongruencia en el orden de algunas de las «Bandas de trilobites», establecidas por LOTZE (1961) para el Cámbrico inferior de España, como indicaron LIÑAN & PEREJON (1981, páginas 143-144). De los estudios efectuados en estas hojas geológicas se infiere, entre otros, que la «fauna de *Saukianda*» (típica del Marianiense inferior y posiblemente del Marianiense medio) la sitúa LOTZE por encima de la «fauna de *Serrodiscus*», que representa el techo del Marianiense y está por encima de la anterior.

El estudio conjunto de toda la fauna nos ha permitido establecer cuatro asociaciones que se suceden en el tiempo, y que están caracterizadas por diferentes géneros de trilobites y arqueociatos.

Asociación 1. Aparece siempre en la parte alta, de una potente sucesión carbonatada, está formada sólo por arqueociatos. En este Sector nunca hemos encontrado trilobites en estos niveles.

Asociación 2. Contiene los primeros trilobites. Pagetidae, *Pagetiellus* (= *Delgadella*), *Saukianda* y Protolenidae, abundantes géneros y especies de arqueociatos y braquiópodos. A veces, los arqueociatos se encuentran en dos niveles separados por lutitas más o menos potentes; en estos casos hemos dividido esta Asociación en dos, siendo la segunda la más antigua.

Asociación 3. Se caracteriza por Pagetidae, *Pagetiellus* (= *Delgadella*), *Saukianda*, *Strenuaeva*, *Gigantopygus*, *Alanisia*, *Perrector*, y Protolénidos y por una escasa fauna de arqueociatos.

Asociación 4. Está formada por trilobites de los géneros *Serrodiscus*, *Triangulaspis*, *Hicksia*, *Strenuaeva*, *Termierella*, *Pagetiellus* (= *Delgadella*), *Protaldonaia* y Protolénidos.

Se investigaron las Hojas geológicas 854-Zafra, 855-Usagre, 876-Fuente de Cantos, 877-Llerena, 897-Monesterio, 898-Puebla del Maestre, y a continuación resumimos sólo aquellos aspectos que se refieren directamente al tema que nos ocupa.

En las canteras de Alconera, ubicadas en la Hoja núm. 854, Zafra, encontramos nuevas especies que aumentan la fauna de la Asociación 2, con las siguientes:

*Inessocyathus* sp.  
*Coscinocyathus calathus* BORN. 1887  
*Coscinocyathus* aff. *spatiosus* VOL. 1940  
*Coscinocyathus* sp.  
*Archaeopharetra* sp.  
*Andalusicyathus* sp.

Al norte y al este del pueblo de Usagre, Hoja núm. 855, aflora un importante conjunto carbonatado-detrítico del Cámbrico inferior, en el que hemos encontrado una abundante fauna de arqueociatos en tres niveles distintos. El yacimiento se encuentra en un camino que sale a la derecha de la carretera que va a Hinojosa, próximo al pueblo de Usagre.

La sucesión y las especies encontradas son de techo a muro:

— Calizas bioconstruidas formando lentejones que alternan con lutitas.

Asociación 2 b.

*Aldanocyathus* sp.  
*Protopharetra* sp.

— Alternancia de lutitas con calizas.

Fragmentos de arqueociatos no clasificables.

— Calizas orgánicas en lentejones.

#### Asociación 2 a.

*Rotundocyathus salebrosus* (VOL. 1931)

*Aldanocyathus* sp.

*Archaeopharetra* sp.

*Bicyathus* sp.

*Protopharetra* sp.

- Lutitas con escasos niveles de calizas.
- Calizas con características similares a las anteriores.

#### Asociación 1.

*Robustocyathus* sp.

*Aldanocyathus* sp.

*Coscinocyathus* sp.

*Pycnoidocyathus* sp.

- Niveles de arcosas.

El conjunto de las especies estudiadas situarían el yacimiento entre el Ovetiense superior y el Marianiense inferior.

En los afloramientos del Cámbrico inferior de Llerena, Hoja número 877, hemos encontrado tres nuevos puntos con arqueociatos. Uno al norte, en las proximidades del Cortijo Pozo Herrera, donde afloran cuatro barras de materiales carbonatados muy laminados. En la tercera barra encontramos las siguientes especies:

#### Asociación 2. Marianiense inferior.

*Aldanocyathus* aff. *anabarensis* (VOL. 1937)

*Bicyathus* cf. *angustus* VOL. 1939

*Bicyathus* sp.

*Epiphyton* sp.

Al sur de Llerena, en el camino de Trassiera a la carretera Llerena-Guadalcanal, se encuentran los otros dos, en una misma sucesión, que de techo a muro es la siguiente:

- Alternancias de lutitas con lentejones de calizas, con oolitos y abundantes algas.

#### Asociación 2 b. Marianiense inferior.

*Aldanocyathus* sp.

- Pizarras con algunos lentejones de carbonatos.
- Calizas rizadas laminadas.

Asociación 2 a.

*Aldanocyathus* sp.  
*Loculicyathus* sp.  
¿*Robustocyathus* sp.  
*Urcyathus* sp.  
*Coscinocyathus* aff. *calathus* BORN. 1887  
*Coscinocyathus* sp.  
*Bicyathus* sp.  
*Archaeopharetra* sp.  
«*Dictyocyathus*» sp.  
¿*Protopharetra* sp.  
*Chancelloria* sp.  
Porífera

— Areniscas y sedimentos vulcano-sedimentarios.

También recogimos nuevo material del yacimiento de Casa de Pielas PEREJON et al. (1981), separando tres niveles de rocas carbonatadas con fauna, que se alternan con niveles de lutitas; el conjunto de las asociaciones de arqueociatos, de más moderna a más antigua, es:

Asociación 2 b.

*Aldanocyathus anabarensis* (VOL. 1937)  
*Aldanocyathus* sp.  
*Robustocyathus* sp. (= *Pachecocyathus* sp.)  
*Coscinocyathus* sp.  
*Dictyocyathus* sp.  
*Protopharetra grandicaveata* VOL. 1940  
*Protopharetra* sp.  
Algas *Renalcis* sp. *Epiphyton* sp.

Asociación 2 a.

*Archaeopharetra* sp.  
*Protopharetra polymorpha* BORN. 1887

Asociación 1.

*Aldanocyathus* cf. *valdegrajensis* PER. 1975  
*Aldanocyathus* aff. *zaharensis* PER. 1975  
*Robustocyathus robustus* (VOL. 1937)  
*Robustocyathus* sp. (= *Pachecocyathus* sp.)  
*Archaeopharetra* sp.  
Porífera, *Chancelloria*

Debido a la mala conservación de los cálices y a que han sufrido una fuerte recristalización, las determinaciones no son muy precisas, pero en conjunto deben situarse en el techo del Ovetiense o en el Marianiense inferior.

A la salida de Fuente del Arco, en la carretera que va a Puebla del Maestre, Hoja núm. 898, se observa la siguiente sucesión de muro a techo:

Calizas de la Sierra del Viento. ?Precámbrico.

- Alternancias de pizarras metamórficas y niveles de calizas laminadas.
- Calizas con laminaciones muy finas de algas y oncolitos.

Calizas de Agua. Ovetiense y base del Marianiense (?).

Constituye la Sierra de San Miguel, que está formada por rocas carbonatadas masivas o finamente laminadas, con niveles de oolitos y estromatolitos; a veces se encuentran intercalaciones de lutitas. Las calizas pueden presentar estratificación cruzada y granoclasificación.

Capas de Benalija. Marianiense.

- Lutitas y areniscas de grano fino, con lentejones de calizas blancas de 1-2 m. de potencia y de uno o más metros de longitud. En estos materiales encontramos abundante fauna de arqueociatos en las calizas, y de trilobites en las lutitas, en dos niveles distintos, que de más antiguo a más moderno son:

Asociación 2.

*Dokidocyathus* sp., *Aldanocyathus* sp., *Rotundocyathus* sp.  
*Taylorcyathus* sp., ?*Sibirecyathus* sp., *Erbocyathus* sp.  
*Coscinocyathus calathus* BORN. 1887  
*Coscinocyathus* sp. nov., *Coscinocyathus* sp.  
*Archaeopharetra* sp., *Protopharetra* sp.  
*Andalusicyathus andalusicus* (SIM. 1939)  
*Pagetiellus* sp. (= *Delgadella*)  
Protolenidae, fragmento de un cráneo de gran tamaño  
*Chancelloria* sp.  
*Epiphyton* sp., *Renalcis* sp.

- Lutitas con nódulos carbonatados pequeños.

### Asociación 3.

*Sibirecyathus* sp.

*Saukianda*?, restos indeterminables

Al S de la Hoja núm. 898, donde se cruzan el camino que va a la Hoya de Santa María con el río Benalija, y próximo a la desembocadura del Arroyo del Galeón, hemos levantado una sucesión que de techo a muro es la siguiente:

«Capas del Galeón». Marianiense.

— Lutitas con lentejones o niveles carbonatados escasos.

### Asociación 3.

*Ajacyathina* gen. et sp. indet.

*Archaeocyathina* gen. et sp. indet.

*Saukianda* sp.

*Alanisia* sp.

Protolenidae

Braquiópodos.

### Asociación 2.

*Coscinocyathus* sp.

*Ajacyathina* gen. et sp. indet.

*Archaeocyathina* gen. et sp. indet.

*Pageiellus* sp. (= *Delgadella*)

Protolenidae

«Formación detrítico-carbonatada».

— Calizas rizadas. Marianiense inferior.

### Asociación 1.

*Aldanocyathus* sp.

*Taylorcyathus* sp.

*Coscinocyathus dianthus* BORN. 1887

*Coscinocyathus* cf. *longispinosus* DEB. 1964

*Coscinocyathus* sp.

*Protopharetra* sp.

?*Andalusicyathus* sp.

— Calizas y dolomías. Ovetiense.

— Lutitas con lentejones de carbonatos. Ovetiense.

«Formación detrítica».

- Arcosas y lutitas.
- Arcosas.

LIÑAN & MERGL. (1982) estudian los braquiópodos contenidos en las sucesiones del Arroyo del Galeón y Alconera.

De todo lo anteriormente expuesto se deduce que los yacimientos de arqueociatos de este Sector son numerosos e importantes y que, por lo general, se encuentran acompañados por trilobites, braquiópodos y otros fósiles en sucesiones litológicas claramente establecidas, lo que aumenta su interés.

Para estudiar en conjunto todas estas faunas, tenemos que actualizar las asignaciones de las especies descritas, de acuerdo con los criterios sistemáticos actuales, que exponemos a continuación:

- Campoallá. ROEMER (1878)

*Archaeocyathus marianus* ... *Frinalicyathus marianus*  
(ROEM. 1878)

- Alanís. SIMON (1939, 1941)

*Archaeocyathellidae* gen. et sp.  
indet. Subgénero tipo C ... *Andalusicyathus* sp.

*Archaeocyathellidae* gen. et sp.  
indet. Subgénero tipo D ... *Coscinocyathus* sp.

*Archaeocyathellus* (*Protocyathus*) sp. ... .. ?*Aldanocyathus* sp.

- Alconera. MELENDEZ (1941 a, b, 1943)

ROSO DE LUNA & HERNANDEZ PACHECO (1955)

*Dictyocyathus sampelayanus*. *Andalusicyathus andalusicus*  
(SIM. 1939)

*Archaeocyathellus cordobae*. *Aldanocyathus* sp.

*Archaeocyathus pachecoi* ... *Aldanocyathus pachecoi*  
(MEL. 1941)

*Archaeocyathus sinuosus* ... ?  
*Coscinocyathus* sp.

- Alanís. DEBRENNE (1958)

*Syringocnematidae* ... .. ?

- San Nicolás del Puerto. MINGARRO (1962)  
 MELENDEZ & MINGARRO (1962)  
*Archaeocyathellus* (*Archaeofungia*) *andalusicus* ... .. *Coscinocyathus* sp.  
*Archaeocyathellus* (*Protocyathus*) cf. *eremita* ... .. *Robustocyathus* sp.
- Alconera. DEBRENNE & LOTZE (1963)  
*Coscinocyathus* sp. ... .. *Coscinocyathus* sp.
- SW de Alanís. Valle del Benalija. DEBRENNE & LOTZE (1963)  
*Ajacyathus* cf. *eremita* ... *Aldanocyathus eremita*  
 (SIM. 1939)  
*Ajacyathus* cf. *umbrella* ... *Aldanocyathus* cf. *umbrella*  
 (BORN. 1887)  
*Ajacyathus acutus* ... .. ?  
*Ajacyathus* aff. *acutus* ... .. ?  
*Ajacyathus* cf. *acutus* ... .. *Aldanocyathus* cf. *acutus*  
 (BORN. 1887)  
*Coscinocyathus* cf. *corbicula*. *Coscinocyathus* sp. var. *cor-*  
*bicula* BORN. 1887  
*Coscinocyathus* cf. *arquatus*. *Coscinocyathus* cf. *arquatus*  
 VOL. 1940  
*Coscinocyathus* cf. *elongatus*. ?  
*Coscinocyathus* sp. ... .. *Coscinocyathus* sp.  
*Pluralicoscinus alanisensis* ... *Pluralicoscinus alanisensis*  
 DEB. 1963
- Cerro del Hierro. MELENDEZ et al. (1967)  
*Protocyathus cordobae* ... .. *Aldanocyathus* sp.  
*Archaeofungia andalusicus* ... *Andalusicyathus andalusicus*  
 (SIM. 1939)
- Alconera. PEREJON (1973, 1975 a, c, 1976 a)  
 LIÑAN & PEREJON (1981)  
*Aldanocyathus anabarensis* ... *Aldanocyathus anabarensis*  
 (VOL. 1937)  
*Aldanocyathus* sp.  
*Urcyathus* aff. *asteroides* ... *Urcyathus* aff. *asteroides*  
 VOL. 1940

<i>Robustocyathus castellarensis</i> ... ..	<i>Robustocyathus castellarensis</i> PER. 1973
<i>Rasetticyathusalconeri</i> ... ..	<i>Rasetticyathusalconeri</i> PER. 1973
<i>Alconeracyathusmelendezi</i> ...	<i>Alconeracyathusmelendezi</i> PER. 1973
<i>Inessocyathus</i> aff. <i>ijizkii</i> ...	<i>Inessocyathus</i> aff. <i>ijizkii</i> (TOLL. 1889)
<i>Afiacyathusdebrenni</i> ... ..	<i>Afiacyathusdebrennae</i> PER. 1975
<i>Taylorcyathuszhuravlevi</i> ... ..	<i>Taylorcyathuszhuravlevae</i> PER. 1975 <i>Taylorcyathus</i> sp.
<i>Coscincyathusalbuerensis</i> ...	<i>Coscincyathusalbuerensis</i> PER. 1973
<i>Erismacoscinuszafrensis</i> ...	<i>Coscincyathuszafrensis</i> (PER. 1973)
<i>Erismacoscinushispanicus</i> ...	<i>Coscincyathushispanicus</i> (PER. 1973)
<i>Erismacoscinusbadajocensis</i> .	<i>Coscincyathusbadajocensis</i> (PER. 1973)
<i>Erismacoscinussegedanensis</i> .	<i>Coscincyathussegedanensis</i> (PER. 1973)
<i>Erismacoscinusmarocanus</i> ...	<i>Coscincyathusmarocanus</i> (DEB. 1964)
<i>Erismacoscinus</i> m. <i>amagurensis</i> ... ..	<i>Coscincyathus</i> m. <i>amagurensis</i> (DEB. 1964)
<i>Erismacoscinus</i> m. <i>amuslekensis</i> ... ..	<i>Coscincyathus</i> m. <i>amuslekensis</i> (DEB. 1964)
<i>Erismacoscinus</i> aff. <i>dianthus</i> .	<i>Coscincyathus</i> aff. <i>dianthus</i> BORN. 1887
<i>Erismacoscinusdiouri</i> ... ..	<i>Coscincyathusdiouri</i> (DEB. 1964) <i>Coscincyathus</i> sp.
<i>Mennericyathushoyensis</i> ... ..	<i>Mennericyathushoyensis</i> PER. 1976
<i>Chouberticyathusextremadurensis</i> ... ..	<i>Chouberticyathusextremadurensis</i> PER. 1976
<i>Dictyocyathuscalurosus</i> ... ..	<i>Protopharetra calurosa</i> (PER. 1973)
<i>Dictyocyathus</i> cf. <i>circulus</i> ...	<i>Dictyocyathus</i> sp.
<i>Dictyocyathus</i> sp. ... ..	<i>Archaeopharetra</i> sp.
<i>Andalusicyathusandalusicus</i> .	<i>Andalusicyathusandalusicus</i> (SIM. 1939)

En conjunto, de este Sector de Sierra Morena hemos estudiado yacimientos irregularmente distribuidos a lo largo de toda la banda carbonatada desde Zafra hasta Hornachuelos. Las especies son abundantes y diversas (Cuadro 4), pero pocas se han encontrado en más de un yacimiento, por el momento. Si consideramos los géneros, *Aldanocyathus* es el único que aparece en todos los yacimientos y *Coscinocyathus* falta en uno, aunque hay 14 géneros (53,85 %) que sólo han sido encontrados en un yacimiento.

Con estos datos, y de acuerdo con los criterios anteriormente expuestos, diferenciamos tres asociaciones de géneros, siendo la Asociación 1 la más antigua.

<i>Asociación 1</i> (sin trilobites)	<i>Asociación 2</i> (con trilobites)	<i>Asociación 3</i> (con trilobites)
<i>?Pycnoidocyathus</i>		
<i>Aldanocyathus</i> ... ..	<i>Aldanocyathus</i>	
<i>Robustocyathus</i> ... ..	<i>Robustocyathus</i>	
<i>Taylorcyathus</i> ... ..	<i>Taylorcyathus</i>	
<i>Coscinocyathus</i> ... ..	<i>Coscinocyathus</i>	
<i>Andalusicyathus</i> ... ..	<i>Andalusicyathus</i>	
<i>Protopharetra</i> ... ..	<i>Protopharetra</i>	
<i>Archaeopharetra</i> ... ..	<i>Archaeopharetra</i>	
	<i>Loculicyathus</i>	
	<i>Dokidocyathus</i>	
	<i>Urcyathus</i>	
	<i>Rotundocyathus</i>	
	<i>Alconeracyathus</i>	
	<i>Inessocyathus</i>	
	<i>Rasetticyathus</i>	
	<i>Afiacyathus</i>	
	<i>Mennericyathus</i>	
	<i>Chouberticyathus</i>	
	<i>Dictyocyathus</i>	
	<i>Frinalicyathus</i>	
	<i>Pluralicoscinus</i>	
	<i>Erbocyathus</i>	
	<i>Sibirecyathus</i> ... ..	<i>Sibirecyathus</i>
	<i>Ajacyathina</i> ... ..	<i>Ajacyathina</i>
	<i>Archaeocyathina</i> ... ..	<i>Archaeocyathina</i>

si le añadimos la Asociación 4 (considerada anteriormente), sin arqueociatos y sólo con trilobites, tenemos los elementos suficientes para pre-

cisar la bioestratigrafía del piso Marianiense, subdividiéndolo en cuatro horizontes bioestratigráficos, caracterizados por géneros de trilobites, arqueociatos y braquiópodos.

### *Sector de la provincia de Córdoba*

MALLADA (1880, 1896) se basa en analogías estratigráficas y petrológicas para atribuir, por primera vez al Cámbrico, materiales formados por pizarras, grauvacas y calizas que afloran en la provincia de Córdoba.

HERNANDEZ PACHECO (1907, 1917, 1918 a, b) descubre el yacimiento del Cerro de Las Ermitas de Córdoba, en 1917 establece la sucesión litológica, situando los niveles carbonatados con arqueociatos en el Georgiense superior o Acadiense inferior, cita las canteras del Rodadero de los Lobos como nuevo yacimiento, discute las afinidades de los arqueociatos con los espongiarios y describe, pero no figura, las especies:

*Dictyocyathus sampelayanus* HERN.-PACH. 1917

*Archaeocyathus navarroii* HERN.-PACH. 1917

*Coscinocyathus*

Género y especie nueva

HERNANDEZ PACHECO (1926) amplía los géneros encontrados en Las Ermitas con *Archaeocyathus*, *Ethmophyllum*, *Dictyocyathus*, *Coscinocyathus* y *Protopharetra*.

CARBONELL (1926 a, b, c) descubre los yacimientos de El Hornillo y Lagar del Caño de Escarabita al oeste de Las Ermitas, encuentra en el Arroyo de Pedroche «restos coralígenos y de crinoides» y como consecuencia incluye los depósitos considerados como cámbricos en el Culm y en el Devónico.

RICHTER, R. & E. (1927), describen un filocárido *Isoxys carbonei* sp. nov. encontrado en Las Ermitas y deducen que las rocas que los contienen corresponden al Cámbrico medio.

CARBONELL (1929) estudia de nuevo los afloramientos del Arroyo de Pedroche, encuentra arqueociatos, y lo incluye en el Cámbrico medio, además cita otro yacimiento en el Lagar de los Dolores.

BOURCART & LE VILLAIN (1931, lám. VI, figs. 2 y 3) figuran un ejemplar de «El Desierto» España (Cerro de Las Ermitas ?) facilitado por M. H. Douvillé. Lo denominan *Archaeocyathus retesepta* TAY., pero en la figura 3 se observan claramente tábulas, lo que incluiría el ejemplar en el género *Coscinocyathus*.

CUADRO 4

DISTRIBUCION ESTRATIGRAFICA DE LAS ESPECIES DE ARQUEOCIATOS EN EL SECTOR OLIVENZA-ZAFRA-HORNACHUELOS DE SIERRA MORENA

1 a 3. Niveles estratigráficos. — Alconera. ×× Usagre. ●● Pozo Herrera.  
 — — Camino de Trassierra. ○○ Casa de Pilas. ▲▲ Sierra de San Miguel.  
 ΔΔ Arroyo del Galeón. ++ Alanís. == Hornachuelos.

	1	2	3
		a	b
<u>Aldanocyathus</u> cf. <u>valdegrajensis</u>	○○○○		
<u>Aldanocyathus</u> aff. <u>zaharensis</u>	○○○○		
<u>Aldanocyathus</u> sp.	○○○○		○○
	××××	××	××
	ΔΔΔΔ		
	++++	++	++
<u>Robustocyathus</u> sp. (= <u>Pachecocyathus</u> )	○○○○		○○
	××××		
	++++		
<u>Robustocyathus</u> <u>robustus</u>	○○○○		
<u>Taylorcyathus</u> sp.			
	ΔΔΔΔ	▲▲	▲▲
<u>Coscinocyathus</u> <u>dianthus</u>	ΔΔΔΔ		
<u>Coscinocyathus</u> cf. <u>longispinosus</u>	ΔΔΔΔ		
<u>Coscinocyathus</u> sp.			
	××××		
	ΔΔΔΔ	ΔΔ	ΔΔ
	++++	++	++
			○○
		▲▲	▲▲
		==	==
<u>Archaeopharetra</u> sp.	○○○○	○○	○○
		×××	
<u>Protopharetra</u> sp.	ΔΔΔΔ	××	××
		▲▲	▲▲
			○○
<u>?Pycnoidocyathus</u> sp.	××××		
<u>Andalusicyathus</u> <u>andalusicus</u>			
	++++	▲▲	▲▲
<u>Andalusicyathus</u> sp.	ΔΔΔΔ		
<u>Aldanocyathus</u> <u>valdegrajensis</u>		==	==
<u>Aldanocyathus</u> sp.		▲▲	▲▲
<u>Loculicyathus</u> sp.			
<u>Dictyocyathus</u> <u>dissimilis</u>		==	==
<u>Rorundocyathus</u> <u>salebrosus</u>		×××	
<u>Urcyathus</u> sp.			

CUADRO 4 (Continuación)

	1	2		3
		a	b	
<u>Coscinocyathus</u> aff. <u>calathus</u>		---	---	
		▲▲	▲▲	
<u>Bicyathus</u> sp.		xxx		
		●●	●●	
<u>Dictyocyathus</u> sp.		△△	△△	
			oo	
<u>Protopharetta</u> <u>polymorpha</u>		oo		
<u>Aldanocyathus</u> <u>anabarensis</u>			oo	
<u>Aldanocyathus</u> <u>pachecoi</u>				
<u>Urcyathus</u> aff. <u>asteroides</u>				
<u>Robustocyathus</u> <u>castellarensis</u>				
<u>Rasetticyathus</u> <u>alconeri</u>				
<u>Alconeracyathus</u> <u>melendezi</u>				
<u>Inessocyathus</u> aff. <u>ijizkii</u>				
<u>Inessocyathus</u> sp.				
<u>Afiacyathus</u> <u>debrennae</u>				
<u>Taylorcyathus</u> <u>zhuravlevae</u>				
<u>Coscinocyathus</u> <u>albuereensis</u>				
<u>Coscinocyathus</u> <u>zafrensis</u>				
<u>Coscinocyathus</u> <u>hispanicus</u>				
<u>Coscinocyathus</u> <u>segedanensis</u>				
<u>Coscinocyathus</u> <u>maroccanus</u>				
<u>Coscinocyathus</u> m. <u>amaquirensis</u>				
<u>Coscinocyathus</u> m. <u>amuslekensis</u>				
<u>Coscinocyathus</u> <u>calathus</u>				
<u>Coscinocyathus</u> aff. <u>dianthus</u>				
<u>Coscinocyathus</u> <u>diouri</u>				
<u>Memmericyathus</u> <u>hoyensis</u>				
<u>Chouberticyathus</u> <u>extremadurensis</u>				
<u>Protopharetta</u> <u>calurosa</u>				
<u>Aldanocyathus</u> aff. <u>anabarensis</u>		●●	●●	
<u>Bicyathus</u> cf. <u>angustus</u>		●●	●●	
<u>Frinalicyathus</u> <u>marianus</u>		++	++	
<u>Aldanocyathus</u> <u>eremitae</u>		++	++	
<u>Aldanocyathus</u> cf. <u>umbrella</u>		++	++	
<u>Aldanocyathus</u> cf. <u>acutus</u>		++	++	
<u>Coscinocyathus</u> sp. var. <u>corbicula</u>		++	++	
<u>Coscinocyathus</u> cf. <u>arquatus</u>		++	++	
<u>Pluralicoscinius</u> <u>alanisensis</u>		++	++	
<u>Erbocyathus</u> sp.		▲▲	▲▲	
<u>Dokidocyathus</u> sp.		▲▲	▲▲	
<u>Rotundocyathus</u> sp.		▲▲	▲▲	
<u>Coscinocyathus</u> sp. nov.		▲▲	▲▲	
<u>Sibirecyathus</u> sp.		▲▲	▲▲	▲▲▲
<u>Protopharetta</u> <u>grandicaveata</u>			oo	
<u>Ajacyathina</u> gen. et sp. indet.		△△	△△	△△△
<u>Archaecyathina</u> gen. et sp. indet.		△△	△△	△△△

HERNANDEZ SAMPELAYO (1933, 1935) resume los datos conocidos sobre los arqueociatos de España, clasifica el material conservado en las colecciones del Instituto Geológico y Minero y figura siete ejemplares procedentes de la Sierra de Córdoba (actualmente en revisión). Cita también los yacimientos del Balcón del Mundo, atribuido a Mallada, y «El Desierto» a Douvillé (1915?).

SIMON (1939) realiza el primer trabajo monográfico sobre la fauna de arqueociatos del Cerro de Las Ermitas. Establece una sucesión estratigráfica, asigna a todo el conjunto una edad Cámbrico superior y describe las siguientes especies:

- Beticocyathus beticus* n. gen. et n. sp.  
*Archaeocyathellus* (*Protocyathus*) *arcuatus* n. sp.  
*Archaeocyathellus* (*Protocyathus*) *cordobae* n. sp.  
*Archaeocyathellus* (*Protocyathus*) *eremita* n. sp.  
*Archaeocyathellus* (*Protocyathus* ?) *navarroi* (HERN.-PACH. 1917)  
cf. *Archaeocyathellus* (*Protocyathus*) sp. (BOURC. & LE VILL. 1931)
- Archaeocyathellus* (*Archaeofungia*) *andalusicus* n. sp.  
*Archaeocyathellus* (*Coscinocyathus*) sp.  
*Ethmophyllum* (*Ethmophyllum*) *macphersoni* n. sp.  
*Ethmophyllum* (*Ethmophyllum*) *marianun* (ROEM. 1878)  
*Thalamocyathus* s.l. sp.  
*Thalamocyathus* s. l. sp.  
*Thalamocyathus* (*Thalamocyathus*) sp.

De las especies descritas, y algunas figuradas, por HERNANDEZ SAMPELAYO (1933, 1935), hace una crítica apoyándose sólo en las fotografías.

CARBONELL (1940) publica una relación de nuevos yacimientos de arqueociatos, ubicados en los afloramientos de calizas que se encuentran a unos 10 km. al norte del Cerro de Las Ermitas, en el término de Villaviciosa, y que son La Tejera, Piedra Bejera y Molino Mezquitillas.

MELLENDEZ (1943) resume todos los datos conocidos sobre los arqueociatos de los yacimientos de Córdoba, publica dibujos esquemáticos y fotos de *A. navarroi* HERN.-PACH. (lám. XXIX; lám. XXX, figs. 1, 3; lám. XXXVII, figs. 1, 2 parte) y de *D. sampelayanus* HERN.-PACH. (lám. XXX, fig. 2; lám. XXXVII, fig. 2 parte) y asigna una edad Cámbrico medio, Acadiense, para estos materiales.

BADILLO (1959) publica y figura una parte de los arqueociatos de la colección del Museo del Instituto Geológico y Minero.

LOTZE (1961) reproduce los datos inéditos de MAASS (1957) y los paleontológicos anteriores. Considera a las calizas de Las Ermitas como

equivalentes a las «Calizas de Agua», y por consiguiente más antiguas que las de Alanis, que son del Cámbrico inferior alto, fijando su posición por debajo de la banda de trilobites *cornuta-sevillana* y expresa la opinión que los arqueociatos de Córdoba muestran, en parte, relaciones estrechas con formas de estos fósiles del Cámbrico inferior de Siberia y Australia.

DEBRENNE & LOTZE (1963) revisan la colección de arqueociatos de Las Ermitas recogida por SIMON (1939):

- |   |  |
|---|--|
| <i>A. (Protocyathus) cordobae</i> ... ..      | <i>Ajacyathus cordobae</i> (SIM. 1939)         |
| <i>A. (Protocyathus) eremitae</i> ... ..      | <i>Ajacyathus eremitae</i> (SIM. 1939)         |
|   | <i>Ajacyathus cf. eremitae</i> (SIM. 1939)     |
|   | <i>Ajacyathus acutus</i> (BORN. 1887)          |
|   | <i>Ajacyathus cf. umbrella</i> (BORN. 1887)    |
| <i>A. (Archaeofungia) andalusicus</i> ... ..  | <i>Spirocyathella lata</i> (VOL. 1940)         |
| <i>A. (Archaeofungia) sampelayanus</i> ... .. | <i>Spirocyathella lata</i> (VOL. 1940)         |
| <i>A. (Coscinocyathus) sp.</i> ...            | <i>Coscinocyathus cf. elongatus</i> BORN. 1887 |

DEBRENNE (1964) sólo menciona para este yacimiento las especies:

- Ajacyathus cordobae* (SIM. 1939)
- Erismacoscinus cf. elongatus* (BORN. 1887)
- Spirocyathella lata* (VOL. 1940)
- Protopharetra sp.*

CABANAS (1964) descubre el primer yacimiento situado en la margen izquierda del Guadalquivir en Alcolea, Cortijo de Pay Jiménez.

CABANAS & MELENDEZ (1966) publican un nuevo yacimiento de arqueociatos en el Arroyo de Pedroche, a la altura del Puente de Hierro del ferrocarril Córdoba-Almorchón, describiendo en las lutitas una huella de tipo estrellado denominada *Anthoichnites cabanasi* MEL. (parataxon).

MINGARRO & LOPEZ DE AZCONA (1969) estudian ejemplares de Las Ermitas para determinar su génesis. CABANAS (1971) aporta nuevos datos sobre las sucesiones litológicas y los niveles con fauna del Cerro de Las Ermitas y del Arroyo de Pedroche.

PEREJON (1969) hace un estudio preliminar de los arqueociatos de los alrededores de Córdoba. PEREJON (1971) publica y describe

*Pachecocyathus cabanasi* n. gen. et n. sp. del material de Las Ermitas.

LIÑAN (1972) encuentra en el yacimiento del Puente de Hierro trilobites de la familia Dolerolenidae s.l. (según SDZUY, 1959) en los niveles de lutitas que alternan con calizas con arqueociatos, este hallazgo confirma la edad Cámbrico inferior, Ovetiense (SDZUY,, 1971).

ROZANOV & DEBRENNE (1974) sitúan las calizas de Las Ermitas con arqueociatos en el Atdabaniense inferior.

LIÑAN (1974) y LIÑAN & DABRIO (1974) define, en el primer trabajo, las series cámbricas de la provincia de Córdoba, y en el segundo estudian las características litológicas, sedimentológicas y las asociaciones faunísticas con algas, arqueociatos, hyolites, ostrácodos y posibles foraminíferos del Miembro I de la Formación Pedroche.

PEREJON (1975 a, b, c, 1976 a, b, 1977) publica la descripción de una abundante fauna de arqueociatos de los yacimientos conocidos, Las Ermitas, Arroyo de Pedroche, Cortijo de Pay Jiménez, y de otros nuevos, Carretera del Mirador de las Niñas, La Tejera y Navalcastaño. Disponemos de abundante material del Lagar de Lopardo y del Rodadero de Los Lobos para ser estudiado,, pero no hemos conseguido encontrar otros yacimientos señalados por CARBONELL (1926 a, 1940), al no poder interpretar con precisión la localización dada por su descubridor. Las especies descritas de Las Ermitas se encuentran incluidas, junto con las publicadas por ZAMARREÑO & DEBRENNE (1977), en el Cuadro 5.

Las especies descritas en el Arroyo de Pedroche son las siguientes:

- AP3 *Dokidocyathus missarzhevskii* ROZ. 1964  
*Aldanocyathus pedrochei* PER. 1975  
*Coscinocyathus* sp.
- AP2 *Tumulocyathus* cf. *decoratus* OKUN. 1973  
*Tumulocyathus* aff. *galanus* BELJ. 1969  
*Tumulocyathus* sp.  
*Eladicyathus beticus* PER. 1977  
*Tumulifungia macphersoni* PER. 1977
- AP1 *Aldanocyathus anabarensis* (VOL. 1937)

Las especies estudiadas en el Cortijo de Pay Jiménez son:

- Dokidocyathus* aff. *regularis* ZHUR. 1955
- Dokidocyathus* aff. *pseudoregularis* OSAD. 1967
- Dokidocyathus* aff. *lenaicus* ROZ. 1964
- Cordobicyathus deserti* PER. 1975
- Robustocyathus robustus* (VOL. 1937)
- Aldanocyathus anabarensis* (VOL. 1937)

CUADRO 5

DISTRIBUCION ESTRATIGRAFICA DE LAS ESPECIES DE ARQUEOCIATOS EN LA SECCION DEL CERRO DE LAS ERMITAS, CORDOBA

1 a 11. Niveles estratigráficos. Los datos de ZAMARREÑO & DEBRENNE (1977) se han representado con una línea continua (—) y los del autor con círculos (○○○).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Aldanocyathus sunnaginicus</i>	○○○	○○○	○○○	○○○	○○○	○○○	○○○	○○○	○○○		
<i>Aldanocyathus</i> sp. # 6mm.	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
<i>Valvocyathus</i> - <i>Protopharetra</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
? <i>Chouderfficyathus</i> sp.	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
<i>Dakidolynthus</i> sp.	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
<i>Corbaticyathus deserti</i>	—	○○○	○○○	○○○	○○○	○○○	○○○	○○○	—		
<i>Retecoscinus gadalquivirensis</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
<i>Andalusicyathus andalusicus</i>	—	○○○	○○○	○○○	○○○	○○○	○○○	○○○	○○○		
<i>Aldanocyathus grupo I</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
<i>Sibiricyathus</i> sp.	○○○	○○○	○○○	○○○	○○○	○○○	○○○	○○○	○○○		
<i>Urcyathus</i> sp.	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
<i>Taylorcyathus</i> sp.	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
<i>Archaeopharetra</i> sp.	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
<i>Aldanocyathus tkatschenkoi</i>	—	○○○	○○○	○○○	○○○	—	—	—	—		
<i>Aldanocyathus anabarensis</i>	—	○○○	○○○	○○○	○○○	○○○	○○○	○○○	○○○		
<i>Aldanocyathus valdegrajensis</i>	—	○○○	○○○	○○○	○○○	○○○	○○○	○○○	○○○		
<i>Robustocyathus pedashenkoi</i>	—	○○○	○○○	○○○	○○○	○○○	○○○	○○○	○○○		
<i>Cascinocyathus</i> sp.	—	○○○	○○○	○○○	○○○	○○○	○○○	○○○	○○○		
<i>Protopharetra polymorpha</i>	—	○○○	○○○	○○○	○○○	—	—	—	—		
<i>Flindersiacoscinus tabulatus</i>	—	○○○	○○○	—	—	—	—	—	—		
<i>Tumulolynthus aff. musalovi</i>	—	○○○	○○○	—	—	—	—	—	—		
<i>Bicyathus ovesisuloides</i>	—	○○○	○○○	—	—	○○○	○○○	○○○	○○○		
<i>Archaeolynthus polaris</i>	—	○○○	○○○	—	—	○○○	○○○	○○○	○○○		
<i>Aldanocyathus pedrochei</i>	—	○○○	○○○	—	—	○○○	○○○	○○○	○○○		
<i>Aldanocyathus zaharensis</i>	—	○○○	○○○	—	—	○○○	○○○	○○○	○○○		
<i>Dictyocyathus stipatus</i>	—	○○○	○○○	—	—	—	—	—	—		
<i>Dictyocyathus tuvaensis</i>	—	○○○	○○○	—	—	○○○	○○○	○○○	○○○		
<i>Dictyocyathus aff. circularis</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
<i>Archaeolynthus</i> sp.	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
<i>Tumulolynthus</i> sp.	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
<i>Protopharetra grandicaevata</i>	—	—	—	○○○	○○○	—	—	—	—		
<i>Dakidocyathus aff. regularis</i>	—	—	—	○○○	○○○	○○○	○○○	○○○	○○○		
<i>Dakidocyathus missarzhevskii</i>	—	—	—	○○○	○○○	○○○	○○○	○○○	○○○		
<i>Moreniocyathus cordabae</i>	—	○○○	○○○	○○○	○○○	○○○	○○○	○○○	○○○		
<i>Dictyocyathus dissimilis</i>	—	○○○	○○○	○○○	—	—	—	—	—		
<i>Sibiricyathus cf. dissepimentalis</i>	—	—	—	—	—	○○○	○○○	○○○	○○○		
<i>Aldanocyathus cf. laxus</i>	—	—	—	—	—	○○○	○○○	○○○	○○○		
<i>Taylorcyathus carbonelli</i>	—	—	—	—	—	○○○	○○○	○○○	○○○		
<i>Taylorcyathus subteriensis</i>	—	—	—	—	—	○○○	○○○	○○○	○○○		
<i>Protopharetra concentrica</i>	—	—	—	—	—	○○○	○○○	○○○	○○○		
<i>Valvocyathus proteus</i>	—	—	—	—	—	○○○	○○○	○○○	○○○		
<i>Dictyocyathus aff. stipatus</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
<i>Dictyocyathus aff. yavorskii</i>	—	—	—	—	—	○○○	○○○	○○○	○○○		
<i>Robustocyathus robustus</i>	—	—	—	—	—	○○○	○○○	○○○	○○○		
<i>Robustocyathus abanazi</i>	—	—	—	—	—	○○○	○○○	○○○	○○○		
<i>Dakidocyathus aff. lenaicus</i>	—	—	—	—	—	○○○	○○○	○○○	○○○		
<i>Kaifacyathus</i> sp.	—	—	—	—	—	○○○	○○○	○○○	○○○		
<i>Aldanocyathus grupo II</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
<i>Eremitacyathus fissus</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
<i>Echinocyathus</i> sp.	—	—	—	—	—	—	—	—	—		

*Aldanocyathus sunnaginicus* (ZHUR. 1960)  
*Aldanocyathus zaharensis* PER. 1975  
*Sibirecyathus alcolei* PER. 1975  
*Taylorcyathus carbonelli* PER. 1975  
*Andalusicyathus andalusicus* (SIM. 1939)

ZAMARREÑO & DEBRENNE (1977) investigan el proceso de establecimiento de un biohermo en el Cerro de Las Ermitas, sus características sedimentológicas, las asociaciones biológicas y su paleoecología. Concluyen con un análisis del desarrollo de los biohermos en el Cámbrico inferior de Europa meridional y Africa del Norte. Las especies mencionadas se incluyen en el Cuadro 5.

LIÑAN (1978) publica un estudio bioestratigráfico de la Sierra de Córdoba, levanta numerosas sucesiones del Cámbrico inferior y establece las correlaciones entre ellas. Describe la importante asociación de trilobites, de las lutitas que se alternan con calizas con arqueociatos del Tramo III de la Formación Pedroche, los géneros estudiados son *Serrania* y *Lemdadella* y el icnogénero *Anthoichnites*. Esta fauna sitúa esta Formación en el Ovetiense. También descubre tres yacimientos de arqueociatos en Los Angeles y Arroyos Guadalbarbo y Mortero.

LIÑAN & SDZUY (1978) describen *Lemdadella linaresae*, la sitúan en la parte inferior del Ovetiense, y la consideran como la fauna más antigua de todas las encontradas en España. Discuten las correlaciones de la Formación Pedroche con otras sucesiones de España, de Marruecos y de Siberia.

LIÑAN et al. (1981) publican los primeros resultados de un trabajo en equipo sobre los trilobites, arqueociatos, algas s. s. y estromatolitos del Tramo I de la Formación Pedroche y establecen la distribución estratigráfica de cada uno de los géneros de estos grupos fósiles.

SCHMITT (1982) diferencia en el Tramo I de la Formación Pedroche 21 horizontes con «algal mounds» y describe las formas siguientes:

*Vetella nodosa* f. nov. Horizonte 18  
*Charaulachia cordobensis* f. nov. Horizonte 15  
*Vetella* cf. *sarfatae* SCHM. 1979 Horizonte 11

las tres formas aparecen por debajo de *Lemdadella*.

LIÑAN & MERGL (1982) estudian los braquiópodos de los niveles 9 a 12 de LIÑAN et al. (1981) y describen *Paterina* sp.

Los trabajos realizados por el equipo mencionado con el propósito de investigar de forma sistemática y exhaustiva todos los niveles fosilíferos del Tramo I de la Formación Pedroche, en su *locus typicus*, ha dado ya como resultado las publicaciones de LIÑAN et al. (1981) y SCHMITT (1982). Dentro de este proyecto hemos encontrado arqueo-

ciatos en 15 horizontes distintos, cuyo estudio ya ha sido concluido y se publicará en breve. En el Cuadro 6 se recogen todas las especies encontradas y su distribución.

## CONCLUSIONES

La detallada y larga exposición realizada hasta aquí requiere la ordenación de todos los datos, de forma que podamos establecer una hipótesis coherente y práctica que refleje con claridad la distribución en el tiempo y en el espacio de los arqueociatos en nuestro país.

Para la elaboración de un esquema general, y a la vez simplificado, de la bioestratigrafía de los arqueociatos en España, nos hemos limitado a considerar en el Cuadro 7 sólo los taxones de los géneros, ya que la distribución de las especies ha sido reflejada en los cuadros correspondientes a cada región geográfica. También se han utilizado los abundantes datos facilitados por otros grupos fósiles, como trilobites, braquiópodos y algas s. l., y hemos tenido siempre en cuenta la secuencia estratigráfica del área en que se encontraban cada uno de los yacimientos.

En el cuadro obtenido podemos observar que los yacimientos más antiguos son los del Arroyo de Pedroche y Las Ermitas, en Córdoba. Las Zonas I, II y III están definidas en la sucesión tipo de la Formación Pedroche. Las Zonas I y II se caracterizan por asociaciones de arqueociatos, algas y estromatolitos que se suceden en el tiempo, y la Zona III por la asociación formada por arqueociatos, trilobites, braquiópodos y algas. La Zona IV se ha definido en la Cordillera Cantábrica en el horizonte inferior con trilobites de la Concha de Artedo y el inferior de Piedrafita. Los argumentos utilizados para situarla por encima de las anteriores son, por un lado, la existencia de géneros de trilobites, que los especialistas consideran más modernos que los de la Zona III, asociados a una fauna muy pobre de arqueociatos (sólo tres géneros), pero de gran extensión en el tiempo. Por otro, también hemos tenido en cuenta la posición estratigráfica de esta fauna, en los niveles más antiguos de las alternancias con lutitas y calizas (Capas de Barrios), que se disponen sobre las potentes sucesiones terrígenas, denominadas Cuarcitas de Candana o Areniscas de Herrería.

La Zona V está definida en la Cordillera Cantábrica, horizonte medio con trilobites de la Concha de Artedo, nivel medio con arqueociatos en Piedrafita y el yacimiento de la Hermida con arqueociatos y trilobites. Las razones de su individualización conjugan criterios paleontológicos, similitud de las faunas, y estratigráficos, ya que se encuentran en sucesiones continuas, encima de los horizontes que contiene las asociaciones paleontológicas de la Zona IV.



CUADRO 6 (Continuación)

Liñan et al 1981	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Schmitt 1982	p	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
Perejón	p	a													
<i>Dictyocyathus dissimilis</i>															
<i>Dictyocyathus salatricus</i>															
<i>Protapharetra grandicaevata</i>															
<i>Agastrocyathus chouberti</i>															
<i>Aldanocyathus valdegrajensis</i>															
<i>Agastrocyathus gregarius</i>															
<i>Aldanocyathus zaharensis</i>															
<i>Sibiricyathus dissepimentalis</i>															
<i>Protiosocyathus</i> sp. nov.															
<i>Rotundocyathus</i> sp.															
<i>Eremitycyathus</i> sp.															
<i>Tumulocyathus</i> sp.															
<i>Protapharetra densa</i>															
<i>Aldanocyathus flexuosus</i>															
<i>Tumulocyathus</i> cf. <i>decoratus</i>															
<i>Tumulocyathus</i> aff. <i>galanus</i>															
<i>Tumulifungia macphersoni</i>															
<i>Etadicyathus beticus</i>															
<i>Spinosocyathus</i> sp.															
<i>Pycnoidocyathus</i> sp. 2															
<i>Agastrocyathus</i> sp. nov.															
<i>Pycnoidocyathus</i> sp. 1															
<i>Aldanocyathus carterensis</i>															
<i>Aldanocyathus notabilis</i>															
<i>Protapharetra circula</i>															
<i>Dictyocyathus yavorskii</i>															
<i>Protapharetra</i> sp.															
<i>Agastrocyathus perdixi</i>															
<i>Tumulilynthus</i> sp.															
<i>Retecoscinus</i> sp.															
<i>Robustocyathus</i> sp. (= <i>Pachecocyathus</i> )															
<i>Robustocyathus moori</i>															

CUADRO 7

DISTRIBUCION ESTRATIGRAFICA DE LAS ASOCIACIONES DE GENEROS QUE DEFINEN LAS 11 ZONAS DE ARQUEOCIATOS DE ESPAÑA

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
<i>Capsulocyathus</i>											
<i>Axiculifungia</i>											
<i>Pycnoidocascinus</i>											
? <i>Flindersiocascinus</i>											
<i>Tumuliflynthus</i>											
<i>Archaeoflynthus</i>											
<i>Gordanifungia</i>											
<i>Afiacyathus</i>											
<i>Urcyathus</i>											
<i>Dakidocyathus</i>											
<i>Retecascinus</i>											
<i>Cardabicyathus</i>											
<i>Aidanocyathus</i>											
<i>Archaeopharetra</i>											
<i>Robustocyathus</i>											
<i>Rotundocyathus</i>											
<i>Sibiricyathus</i>											
<i>Protopharetra - Volvocyathus</i>											
<i>Dictyocyathus</i>											
<i>Andalusicyathus</i>											
<i>Taylorcyathus</i>											
<i>Cascinocyathus</i>											
<i>Chauberticyathus</i>											
<i>Bicyathus</i>											
<i>Morenicyathus</i>											
<i>Eremicyathus</i>											
<i>Agastrocyathus</i>											
<i>Tumulocyathus</i>											
<i>Tumulifungia</i>											
<i>Eladiccyathus</i>											
<i>Preliasocyathus</i>											
<i>Spinoccyathus</i>											
<i>Pycnoidocyathus</i>											
<i>Kalstocyathus</i>											
<i>Echinocyathus</i>											
? <i>Spiracyathella</i>											
<i>Cryptoporocyathidae</i>											
<i>Alconerocyathus</i>											
<i>Inesocyathus</i>											
<i>Rosellicyathus</i>											
<i>Irinaocyathus</i>											
<i>Anthomorpha</i>											
<i>Mennericyathus</i>											
<i>Frinalicyathus</i>											
<i>Pluraliocascinus</i>											
<i>Erbocyathus</i>											
<i>Lozulicyathus</i>											
<i>Archaeocyathus</i>											
	OVIETIENSE			MARIANIENSE			BILB.				
	INFERIOR			SUPERIOR							
	ATDABANIENSE						BOTOMIENSE			ELANK	

La Zona VI se identifica y define en la Cordillera Cantábrica, nivel superior de Artedo, con trilobites, y de Piedrafita con arqueociatos y trilobites y en los niveles más bajos de las Calizas de Los Navalucillos y Calizas de Urda en los Montes de Toledo. Los criterios que hemos empleado para correlacionar los horizontes de la Cordillera Cantábrica y de los Montes de Toledo son de índole paleontológica y se apoyan en los datos facilitados por el estudio de las escasas y mal conservadas faunas de arqueociatos y trilobites que contienen. Estos argumentos, desde nuestro punto de vista, no están suficientemente fundamentados, pero son los únicos disponibles por el momento, para separar estos horizontes de los que se disponen por encima en ambas regiones, con una fauna de arqueociatos claramente diferente y mucho más diversa y abundante.

La Zona VII está definida por una asociación de arqueociatos muy característica, que se encuentra en los niveles superiores de Los Navalucillos y Urda, en la base de las Calizas de Tamames y en el yacimiento de Cabeza de Campo. En las sucesiones de Los Navalucillos y Urda, la continuidad estratigráfica fundamenta la posición de la Zona VII sobre la anterior, y la similitud de estas faunas de arqueociatos con las que existen en el muro de las Calizas de Tamames y las del yacimiento de Cabeza de Campo aportan los criterios paleontológicos mínimos, pero suficientes, para correlacionar todos estos niveles.

Los yacimientos mencionados, en los que se definen las asociaciones características de las Zonas I a VII de Arqueociatos, están todos incluidos en el Ovetiense (SDZUY, 1971), indicando la Zona VII el techo de este piso.

En el Sector Olivenza-Zafra-Hornachuelos de Sierra Morena, el Cámbrico inferior se inicia con una formación terrígena. Sobre ella se dispone una potente sucesión carbonatada en cuyo techo encontramos los primeros arqueociatos que nos definen la Zona VIII; en esta asociación faltan los géneros característicos de la Zona VII. Sobre ella, en sucesiones estratigráficas continuas, se encuentra una alternancia de niveles carbonatados y terrígenos, con varios horizontes de trilobites y arqueociatos, con las asociaciones típicas de las Zonas IX y X. También sería otro argumento a considerar para apoyar esta propuesta de correlación la posición estratigráfica relativa de las faunas con respecto a las potentes sucesiones carbonatadas en las que se encuentran, de tal manera que la Zona VII se define, por lo general, en la base de una sucesión carbonatada y la Zona VIII en el techo de otra sucesión similar, posiblemente correlacionables entre sí (salvo diacronismo de las facies), ya que ambas descansan sobre sedimentos terrígenos comparables.

Los criterios expuestos han sido los utilizados para colocar sobre la Zona VII los niveles inferiores con arqueociatos de Alconera, Usagre,

Casa de Pilas, Arroyo del Galeón y Alanís, donde se define la Zona VIII.

Sobre la base de una continuidad estratigráfica numerosas veces contrastada, como se ha expuesto anteriormente, situamos a continuación los horizontes superiores de Alconera, Usagre, Casa de Pilas y Alanís, el nivel medio del Arroyo del Galeón, el inferior de la Sierra de San Miguel y los yacimientos de Pozo Herrera y Hornachuelos, todos con la asociación de arqueociatos característica de la Zona IX, y con trilobites; sobre ellos se disponen los niveles superiores de la Sierra de San Miguel y Arroyo del Galeón, con una fauna de arqueociatos muy escasa y abundantes trilobites, en los que se define la Zona X.

Las localidades de los sectores suroccidental y central de Sierra Morena corresponden todas al Marianiense. Sobre la Zona X existe en esta región un horizonte sólo con trilobites, que marcaría el techo del Marianiense.

La asociación típica de la Zona XI se define en el yacimiento de Valdoré, Cordillera Cantábrica. Aparentemente esta Zona se encuentra desconectada de las demás y su posición la hemos apoyado en criterios fundamentalmente paleontológicos, ya que contiene la fauna de arqueociatos más alta del Cámbrico inferior y sobre ella se encuentran horizontes con trilobites del Cámbrico medio.

La definición de las 11 Zonas de Arqueociatos es la conclusión fundamental de este trabajo, pero antes de exponerla queremos puntualizar que los criterios empleados para definirlos han resultado de la conjunción y análisis de numerosos datos paleontológicos y estratigráficos, imbricados de tal manera, que unos apoyan y matizan a los otros, y todos juntos forman un conjunto armonioso que expresa, de forma lo más simplificada posible, el desarrollo y evolución de los arqueociatos en España.

Zona I. Se define por una asociación de 24 géneros, de los que *Capsulocyathus*, *Axiculifungia*, *Pycnoidocoscinus* y *Flindersicoscinus*, además de las algas s. l. *Vetella* cf. *sarfatae*, *Charaulachia cordobensis* y *Bija* son exclusivos de esta zona. Los géneros *Tumuliolyntus*, *Archaeolyntus* y *Gordonifungia* son característicos de las Zonas I y II y los géneros *Retecoscinus* y *Cordobicyathus* de las Zonas I, II y III. El techo de la zona lo determina la desaparición de *Charaulachia cordobensis* y de los géneros exclusivos de ella.

Zona II. Se caracteriza por una asociación de 30 géneros, de ellos *Tumulocyathus*, *Tumulifungia*, *Eladicyathus*, *Pretiosocyathus*, *Spinosityathus* y *Kaltatocyathus*, junto con *Vetella nodosa* y *Botomaella*, sólo aparecen en esta Zona. Los géneros *Morenicyathus*, *Eremitacyathus* y *Agastrocyathus* son típicos de las Zonas II y III exclusivamente. La desaparición de *Vetella nodosa* y de los arqueociatos que sólo se encuentran en ella marcan el techo de esta Zona.

Zona III. Se distingue por una asociación de 17 géneros, de los cuales solamente *Echinocyathus*, junto con los trilobites *Bigotina* y *Lemdadella linarsae* y el braquiópodo *Paterina* sp., son exclusivos de esta Zona.

Zona IV. No hemos encontrado una asociación de arqueociatos que caracterice con claridad esta Zona, pero su definición se apoya en la asociación de *Aldanocyathus*, *Coscinocyathus* y *Pycnoidocyathus* con la fauna de trilobites del horizonte más bajo de la Concha de Artedo, que contiene *Pararedlichia ovetensis* y ?*Bigotinops*.

Zona V. Definida por los géneros de trilobites *Anadoxides* y «*Wutinaspis*», que aparecen en el segundo horizonte de la Concha de Artedo y en la Hermida, junto con cinco géneros de arqueociatos, de los que sólo ?*Spirocyathella* es exclusivo de esta Zona.

Zona VI. Está definida por una asociación de siete géneros, de los que *Irinaecyathus* es característico de esta Zona. Queda acotada también por los géneros de trilobites de la fauna de *Dolerolenus*.

Zona VII. Determinada por una asociación de 14 géneros y secciones de *Cryptoporocyathidae*, estas últimas y el género *Anthomorpha* son exclusivos de esta Zona. Los géneros *Alconeracyathus*, *Inessocyathus* y *Rasetticcyathus* aparecen por primera vez y después volverán a encontrarse en la Zona IX. Los trilobites asociados con los arqueociatos están en estudio o revisión y por ello, de momento, no los incluimos como parte de la asociación característica de esta Zona.

Zona VIII. Está constituida por una asociación de siete géneros con la reaparición de *Andalusicyathus* y *Taylorcyathus*, que se encuentran también en las Zonas I, II y III. En esta Zona no se han encontrado nunca trilobites, hasta la fecha.

Zona IX. Viene definida por una comunidad de 22 géneros, de los que *Mennericyathus*, *Frinalicyathus*, *Pluralicoscinus*, *Erbocyathus* y *Loculicyathus* son sólo característicos de esta Zona. También se encuentran los géneros de trilobites *Pagetiellus* (= *Delgadella*) y *Saukianda*.

Zona X. Sólo hemos encontrado el género *Sibirecyathus* asociado a numerosas especies de trilobites de los géneros *Pagetiellus* (= *Delgadella*), *Saukianda*, *Callavia*, *Gigantopygus*, *Perrector*, *Alanisia* y *Strenuaeva*.

Zona XI. Se caracteriza por la existencia de *Archaeocyathus*, que se encuentra asociado con *Pycnoidocyathus*.

Finalmente no podemos soslayar la opinión, reiteradamente expuesta por muchos autores, de que en España y en Europa occidental la transgresión cámbrica se inicia con el depósito de sedimentos terrígenos de potencia muy variable y con un acusado diacronismo. Esto implica que las divisiones establecidas del Cámbrico inferior deben considerarse como unidades locales e informales, aunque por otro lado

sean necesarias para poder establecer comparaciones entre las distintas sucesiones estratigráficas.

La problemática sobre la edad del límite Precámbrico-Cámbrico ha sido tratada recientemente en la reunión del Working Group of Precambrian-Cambrian boundary (Bristol, enero 1984) y en los trabajos de ODIN et al. (1983), DORE (1984) y SAAVEDRA et al. (1984). Con respecto a Europa occidental parece existir un principio de acuerdo, entre los investigadores que trabajan en este tema, para denominar informalmente Atdabaniense a las formaciones carbonatadas del Cámbrico inferior con los primeros trilobites y arqueociatos, y Tommotiense a las formaciones terrígenas infrayacentes, con icnofósiles y la primera fauna con esqueleto, aunque sus edades no sean sincrónicas en todas las localidades.

Dentro de este contexto general, los autores españoles han incidido en este tema, al estudiar los materiales terrígenos que yacen bajo las calizas con trilobites y arqueociatos, y han formulado las primeras propuestas de separar, dentro del Ovetiense, definido por SDZUY (1971), dos unidades o pisos informales distintos y claramente diferenciables en casi todas las regiones españolas (LIÑAN & FERNANDEZ CARRASCO, 1984; LIÑAN, 1984; FEDONKIN et al., 1985).

De estas dos unidades, la inferior es terrígena, con icnofauna y los primeros fósiles con esqueleto, LIÑAN (en prensa, fig. 5) propone para ella el término Cordubiense, aunque no lo concreta suficientemente. En esta unidad o piso informal se incluirían cronológicamente la Formación Torreárboles, parte de las Pizarras del Pusa y las Areniscas del Azorejo, Areniscas de Tamames, Cuarcita de Bambola, Cuarcita de Puntón y Cuarcitas de Candana.

Para la unidad superior, detrítico-carbonatada con trilobites, arqueociatos, braquiópodos, estromatolitos, etc., reserváramos el término Ovetiense s. s.; en ella se incluirían todas las demás formaciones del Ovetiense, en el sentido restringido que estamos considerando. Además, basándonos en la hipótesis elaborada en este trabajo sobre la división del Cámbrico inferior detrítico-carbonatado en 11 Zonas de Arqueociatos, proponemos también la división de esta unidad superior, Ovetiense s. s., en dos partes.

El Ovetiense inferior se caracteriza por las asociaciones de fósiles que definen las Zonas I, II y III de Arqueociatos, está representado en la Sierra de Córdoba. El Ovetiense superior abarcaría las Zonas IV a VII, con sus asociaciones de fósiles característicos y está representado en las sucesiones de los Montes de Toledo, Sierra de Tamames y Cordillera Cantábrica, quedando el Marianiense caracterizado por las Zonas VIII, IX, X y el Bilbiliense por la Zona XI. Cuadro 8.

El objetivo que nos marcamos al acometer este trabajo fue la elaboración de una síntesis y la puesta al día de los conocimientos exis-

CUADRO 8

COMPARACION DE ANTERIORES DIVISIONES DEL CAMBRICO INFERIOR CON LA PROPUESTA EN ESTE TRABAJO Y DISTRIBUCION ESTRATIGRAFICA Y GEOGRAFICA DE LAS 11 ZONAS DE ARQUEOCIATOS

1. Concha de Artedo, Piedrafita y Hermida. 2. Cabeza de Campo. 3. Valdoré. 4. Carretera de La Rinconada, Casa Franca, Endrinal y Navarredonda. 5. Los Navalucillos y Urda. 6. Sector Olivenza-Zafra-Hornachuelos. 7. Sierra de Córdoba. I-XI. Zonas de Arqueociatos. □□□ Yacente terrígeno inmediato, claramente diacrónico, como se indica en figura y texto.

C A M B R I C O  I N F E R I O R	LOTZE	SDZUY	DEBRENE	DIVISION PROPUESTA	CORDILLERA CANTABRICA			S. TAMAMES	M. TOLEDO	SIERRA MORENA			
	1964	1971	1983(adop.)		1	2	3	4	5	6	7		
	C.M.	C			CAMBRICO MEDIO								
A	B	MARIANIENSE	BOTOMIENSE	XI									
	O V E T I E N S E	ATDABANIENSE	BOTOMIENSE										
TOMMO- TIENSE	CORDUBIENSE												

tentes sobre los arqueociatos de España. Sus consecuencias más importantes han sido la propuesta de separar del Ovetiense s.l. (SDZUY, 1971) los materiales terrígenos de la base en una unidad informal, cuyo nombre aún no ha sido determinado; la división de los materiales detrítico-carbonatados suprayacentes, Ovetiense s.s. en dos partes y la definición y caracterización de las 11 Zonas de Arqueociatos.

No obstante la provisionalidad de este esquema, consideramos que puede constituir la infraestructura necesaria donde encajen muchos de los datos del Cámbrico inferior de la Península Ibérica, hasta ahora de difícil interpretación, y ser la base de futuras investigaciones que lo maten y mejoren.

## AGRADECIMIENTOS

A los profesores L. Vilas, P. Herranz y M. A. San José quiero agradecerles el interés que han mostrado por este trabajo y las múltiples sugerencias que me formularon durante su redacción. Al profesor E. Liñán, la lectura crítica del manuscrito y sus interesantes observaciones. Finalmente a I. Corchón, que realizó la mecanografía del manuscrito.

## BIBLIOGRAFIA

- BADILLO, L. (1959): Catálogo de especies fósiles del Museo del Instituto Geológico y Minero de España. 1. Cambriano. *Not. Com. Inst. Geol. Min. España*, 55, 71-124.
- BOURCART, J. & LE VILLAIN, G. (1931): La faune des calcaires cambriens de Sidi Mouça D'Agrou (Anti-Atlas Marocain). *Not. Mem. Serv. Min. Cart. Geol. Maroc*, 15, 1-44.
- CABANAS, R. (1964): Notas estratigráficas de la provincia de Córdoba. *Not. Com. Inst. Geol. Min. España*, 74, 69-74.
- CABANAS, R. (1971): Observaciones sobre el Cámbrico de la provincia de Córdoba. *Bol. Geol. Min.*, 82 (3-4), 105-107.
- CABANAS, R. & MELÉNDEZ, B. (1966): Notas estratigráficas de la provincia de Córdoba. Nota sobre un nuevo fósil del Cámbrico. *Not. Com. Inst. Geol. Min. España*, 90, 77-84.
- CARBONELL, A. (1926a): Aplicación del estudio petrográfico de algunos materiales de la provincia de Córdoba a la interpretación de la línea tectónica del Guadalquivir. *Bol. Inst. Geol. Min. España*, 3.ª ser., 47, 289-298.
- CARBONELL, A. (1926b): Nota sobre los yacimientos de «Archeocyathidos» de la Sierra de Córdoba y deducción para el análisis tectónico. *Bol. Inst. Geol. Min. España*, 3.ª ser., 2.ª part., 47, 311-315.
- CARBONELL, A. (1926c): Nota sobre la clasificación de los estratos paleozoicos en la Sierra Morena. *Rev. Min. Met. Ing.*, 3006, 5-6.
- CARBONELL, A. (1929): Un nuevo yacimiento de Archæocyathidae en Córdoba. Consecuencias tectónicas. *Mem. R. Soc. Española Hist. Nat.*, 15 (1.ª), 271-274.

- CARBONELL, A. (1940): Nuevos yacimientos de Arqueociátidos en la provincia de Córdoba. *Invest. Progr.*, XI, 15, 143-144.
- CORRALES, I.; MANJÓN, M. & VALLADARES, I. (1974): La serie carbonatada de Navarredonda de La Rinconada (Salamanca, España). *Stvd. Geol.*, 8, 85-91.
- CORRALES, I. & VALLADARES, I. (1980): Facies carbonatadas del Cámbrico de Salamanca. *Stvd. Geol.*, 16, 95-102.
- DEBRENNE, F. (1958): Sur un représentant de la famille des Syringocnematidae de la region d'Alanis (Espagne). *C. R. somm. Soc. géol. Fr.*, 1958, 58-59.
- DEBRENNE, F. (1964): Archaeocyatha. Contribution à l'étude des faunes cambriennes du Maroc de Sardaigne et de France. *Not. Mém. Serv. Géol. Maroc*, 179, 1-265.
- DEBRENNE, F. (1973): Repartition géographique et stratigraphique des Archaeocyathes au Cambrien Inférieur. *Reun. An. Sci. Terre*, p. 153.
- DEBRENNE, F. & JAMES, N. P. (1981): Reef-Associated Archaeocyathans from the lower Cambrian of Labrador and Newfoundland. *Palaeontology*, 24 (2), 343-378.
- DEBRENNE, F. & LOTZE, F. (1963): Die Archaeocyatha des spanischen Kambriums. *Akad. Wiss. Lit. Abh. Naturwiss. Kl.*, 2, 107-144.
- DEBRENNE, F. & ROZANOV, A. Y. (1983): Paleographic and stratigraphic distribution of Regular Archaeocyatha (Lower Cambrian Fossils). *Geobios*, 16 (6), 727-736.
- DEBRENNE, F. & ZAMARREÑO, I. (1970): Sur la découverte d'Archéocyathes dans le Cambrien du NW de l'Espagne. *Brev. Geol. Astúrica*, 14 (1), 1-11.
- DEBRENNE, F. & ZAMARREÑO, I. (1975): Sur la faune d'Archéocyathes de la Formation Vegadeo et leur rapport avec la distribution des facies carbonates dans le NW de l'Espagne. *Brev. Geol. Astúrica*, 19 (2), 17-27.
- DORÉ, F. (1984): Le problème de la limite Precambrien/Cambrien: Les données du Massif Armoricaïn. *10.º Reun. An. Sci. Terre Bordeaux Soc. Geol. Fr. Edit.*, p. 187.
- FÄRBER, A. (1958): Stratigraphie und tektonik der westasturischen küste zwischen den flüssen Navia und Nalón (Spanien). *Diss. Math. Naturwis. Fak. Univ. Münster*, 1-140.
- FEDONKIN, M.; LIÑÁN, E. & PEREJÓN, A. (1985): Icnofósiles de las rocas precámbrico-cámbricos de la Sierra de Córdoba, España. *Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. (Geol.)*, 81 (1-2), 125-138.
- GARCÍA DE FIGUEROA, L. C. & MARTÍNEZ GARCÍA, E. (1972): El Cámbrico inferior de La Rinconada (Salamanca, España Central). *Stvd. Geol.*, 3, 33-41.
- GIL CID, M. D. (1973): Nota preliminar sobre el contenido faunístico y edad del Cámbrico de Zafra y Alconera (Badajoz). *Bol. Geol. Min.*, 84 (1), 26-31.
- GIL CID, M. D.; PEREJÓN, A. & SAN JOSÉ, M. A. (1976): Estratigrafía y paleontología de las calizas cámbricas de Los Navalucillos (Toledo). *Tecniterrae*, 13, 11-19.
- HENNINGSMOEN, G. (1957): Los trilobites de las capas de *Saukianda*, Cámbrico inferior en Andalucía. *Estudios Geol.*, 14 (35-36), 251-271.
- HERNÁNDEZ PACHECO, E. (1907): Los martillos de piedra y las piedras con cazoletas de las antiguas minas de cobre de la Sierra de Córdoba. *Bol. R. Soc. Española Hist. Nat.*, 7, 279-292.
- HERNÁNDEZ PACHECO, E. (1911): Itinerario geológico de Toledo a Urda. *Bol. R. Soc. Española Hist. Nat.*, 11, 376-380.
- HERNÁNDEZ PACHECO, E. (1912): Itinerario geológico de Toledo a Urda. *Trab. Mus. Nac. Cienc. Naturales*, 13, 1-46.
- HERNÁNDEZ PACHECO, E. (1917): La fauna primordial de la Sierra de Córdoba. *Asoc. Española Prog. Cienc. Conf. Secc. 4.º Cienc. Nat.*, 76-85.
- HERNÁNDEZ PACHECO, E. (1918a): Le Cambrien de la Sierra de Córdoba (Espagne). *C. R. séanc. Acad. Sci. Paris*, 166, 611-613.

- HERNÁNDEZ PACHECO, E. (1918b): Les archaeocyathidae de la Sierra de Córdoba (Espagne). *C. R. séanc. Acad. Sci. Paris*, 166, 691-693.
- HERNÁNDEZ PACHECO, E. (1926): La Sierra Morena y la llanura bética (Síntesis geológica). *XIV Congr. Geol. Inter. Inst. Geol. España*, 1-150.
- HERNÁNDEZ SAMPELAYO, P. (1933): El Cámbrico en España. *Mem. XVI Cong. Geol. Intern. Inst. Geol. Min. España*, 1-200.
- HERNÁNDEZ SAMPELAYO, P. (1935): Explicación del nuevo mapa geológico de España a escala 1:1.000.000. El Sistema Cambriano. *Mem. Inst. Geol. Min. España*, 1, 291-528.
- HILL, D. (1972): Archaeocyatha in *Treatise on Invertebrate Paleontology*, C. TEICHERT (Edit.). *Geol. Soc. Am. Univ. Kansas. E. (rev.)*, 1-158.
- LIÑÁN, E. (1972): *Estudio geológico de un sector de Sierra Morena situado en Córdoba. Tesis Lic. Univ. Granada*, 1-113 (inédita).
- LIÑÁN, E. (1974): Las formaciones cámbricas del norte de Córdoba. *Acta Geol. Hispánica*, 9 (1), 15-20.
- LIÑÁN, E. (1978): *Bioestratigrafía de la Sierra de Córdoba. Tesis Doct. Univ. Granada*, 191, 1-212.
- LIÑÁN, E. (1984): Introducción a la paleogeografía del Cámbrico de Ossa Morena. *Cuad. Lab. Xeol. Laxe.*, 8, 283-314.
- LIÑÁN, E. & DABRIO, C. (1974): Litoestratigrafía del tramo inferior de la Formación Pedroche (Cámbrico inferior, Córdoba). *Acta Geol. Hispánica*, 9 (1), 21-26.
- LIÑÁN, E. & FERNÁNDEZ CARRASCO, J. (1984): La Formación Torreárboles y la paleogeografía del límite Precámbrico-Cámbrico en Ossa-Morena (flanco norte de la alineación Olivenza-Monesterio). *Cuad. Lab. Xeol. Laxe.*, 8, 315-328.
- LIÑÁN, E. & MERGL, M. (1982): Lower Cambrian Brachiopods of Sierra Morena, SW Spain. *Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. (Geol.)*, 80 (1-4), 207-220.
- LIÑÁN, E.; MORENO-EIRIS, E.; PEREJÓN, A. & SCHMITT, M. (1981): Fossils from the basal levels of the Pedroche Formation, Lower Cambrian (Sierra Morena, Córdoba, Spain). *Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. (Geol.)*, 79 (3-4), 277-286.
- LIÑÁN, E. & PEREJÓN, A. (1981): El Cámbrico inferior de la «Unidad de Alconera», Badajoz (SW de España). *Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. (Geol.)*, 79 (1-2), 125-148.
- LIÑÁN, E. & SZUY, K. (1978): A trilobite from the lower Cambrian of Córdoba (Spain), and its stratigraphical significance. *Senckenb. Lethaea*, 59 (4/5), 387-399.
- LOTZE, F. (1961): Das Kambrium spaniens. Teil I Stratigraphie. *Akad. Wiss. Lit., Abh. Naturwiss. Kl.*, 6, 285-498.
- MACPHERSON, J. (1878): Sobre la existencia de la fauna primordial en la provincia de Sevilla. *An. Soc. Española Hist. Nat.*, 7, 281-284.
- MALLADA, L. (1880): Reconocimiento geológico de la provincia de Córdoba. *Bol. Com. Map. Geol. España*, 7, 1-55.
- MALLADA, L. (1891): Catálogo de las especies fósiles de España. *Bol. Com. Map. Geol. España*, 18, 1-253.
- MALLADA, L. (1896): Explicación del mapa geológico de España, t. II. Sistemas Cambriano y Siluriano. *Mem. Com. Map. Geol. España*, 2, 1-515.
- MARTÍN-CARO, I.; MORENO-EIRIS, E.; PEREJÓN, A. & SAN JOSÉ, M. A. (1979): Hallazgo de arqueociatos en las calizas de La Estrella (Montes de Toledo occidentales, Toledo, España). *Estudios Geol.*, 35 (1-6), 385-388.
- MARTÍN ESCORZA, C. (1976): Las «capas de transición» Cámbrico inferior y otras series preordovícicas (Cámbrico superior?) en los Montes de Toledo surorientales: sus implicaciones geotectónicas. *Estudios Geol.*, 32 (6), 591-613.
- MARTÍN ESCORZA, C. & PEREJÓN, A. (1972): Nota previa sobre la presencia de Arqueociátidos en los alrededores de Urda (Montes de Toledo Orientales). *Acta Geol. Hispánica*, 7 (6), 169.

- MATTE, Ph. (1968): La structure de la virgation hercynienne de Galice (Espagne). *Rev. Geol. Alpine*, 44, 157-280.
- MELÉNDEZ, B. (1941a): El yacimiento de Arqueociátidos de Alconera (Badajoz). *Bol. R. Soc. Española Hist. Nat.*, 39, 231-239.
- MELÉNDEZ, B. (1941b): Los terrenos cámbricos de los alrededores de Zafra (Badajoz). *An. Cienc. Nat.*, 2, 1-7.
- MELÉNDEZ, B. (1943): Los terrenos cámbricos de la Península Hispánica. *Trab. Inst. Cienc. Nat. «José Acosta» Ser. geol.*, 1, 1-179.
- MELÉNDEZ, B. & MINGARRO, F. (1962): Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Explicación de la Hoja núm. 899. Guadalcanal (Badajoz, Sevilla, Córdoba). *Inst. Geol. Min. España*, 1-117.
- MELÉNDEZ, B.; MINGARRO, F. & LÓPEZ DE AZCONA, M. C. (1967): Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Explicación de la Hoja núm. 920, Constantina (Sevilla). *Inst. Geol. Min. España*, 1-52.
- MINGARRO, F. (1962): Estudio del Carbonífero del Norte de la provincia de Sevilla. *Bol. Inst. Geol. Min. España*, 73, 469-624.
- MORENO-EIRIS, E. (1979): *Estudio bioestratigráfico y paleontológico de las calizas cámbricas con Arqueociatos de Los Navalucillos-Peña Hueca (Montes de Toledo Occidentales)*. Tesis Lic. Fac. Cienc. Univ. Compl., 1-112 (inédita).
- ODIN, G. S.; GALE, N.; AUVRAY, B.; BIELSKY, M.; DORÉ, F.; LANCELOT, J. R. & PASTELS, P. (1983): Numerical dating of Precambrian-Cambrian boundary. *Nature*, 301, 21-23.
- PEREJÓN, A. (1969): *Estudio paleontológico de los Archaeocyathidos de los alrededores de Córdoba*. Tesis Lic. Fac. Cienc. Univ. Madrid, 1-291 (inédita).
- PEREJÓN, A. (1971): *Pachecocyathus*, nuevo género de Archaeocyathidos del Cámbrico español. *Estudios Geol.*, 26 (1), 81-83.
- PEREJÓN, A. (1972): Primer descubrimiento y descripción de Arqueociátidos en la provincia de Salamanca. *Stvd. Geol.*, 4, 143-149.
- PEREJÓN, A. (1973): Contribución al conocimiento de los Arqueociátidos de los yacimientos de Alconera (Badajoz). *Estudios Geol.*, 29 (2), 179-206.
- PEREJÓN, A. (1975a): Arqueociatos de los subórdenes Monocyathina y Dokidocyathina. *Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. (Geol.)*, 73 (1-4), 125-145.
- PEREJÓN, A. (1975b): Arqueociatos Regulares del Cámbrico inferior de Sierra Morena (SW de España). *Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. (Geol.)*, 73 (1-4), 147-193.
- PEREJÓN, A. (1975c): Nuevas formas de Arqueociatos del Cámbrico inferior de Sierra Morena (I). *Tecniterrae*, 8, 8-29.
- PEREJÓN, A. (1976a): Nuevas formas de Arqueociatos del Cámbrico inferior de Sierra Morena (II). *Tecniterrae*, 9, 7-24.
- PEREJÓN, A. (1976b): Nuevos datos sobre los Arqueociatos de Sierra Morena. *Estudios Geol.*, 32 (1), 5-33.
- PEREJÓN, A. (1977): Arqueociatos con túmulos en el Cámbrico inferior de Córdoba (Sierra Morena Oriental). *Estudios Geol.*, 33 (6), 545-555.
- PEREJÓN, A. & MORENO, E. (1978): Nuevos datos sobre la fauna de Arqueociatos y las facies carbonatadas de la serie de Los Campillos (Urda, Montes de Toledo orientales). *Estudios Geol.*, 34 (2), 193-204.
- PEREJÓN, A.; MORENO-EIRIS, E. & HERRANZ, P. (1981): Datación con Arqueociatos del Cámbrico inferior al norte de Llerena, Badajoz (SW de España). *Estudios Geol.*, 37 (1-2), 89-96.
- PEREJÓN, A.; MORENO, F. & VEGAS, R. (1976): Datación de las calizas del Cámbrico inferior de Los Navalucillos (Montes de Toledo): Fauna de Arqueociatos. *Brev. Geol. Astúrica*, 20 (3), 33-46.
- PRADO, C. (1855): Memoire sur la géologie d'Almaden, d'une partie de la Sierra

- Morena et des Montagnes de Tolède. *Bull. Soc. Géol. Fr. ser. 2, 12*, 1-24 et 182-204.
- RICHTER, R. & E. (1927): Eine Crustacee (*Isoxys carbonelli* n. sp.) in den *Archaeocyathus*-Bildungen der Sierra Morena. *Senckenbergiana*, 9 (5), 188-195.
- RICHTER, R. & E. (1940): Die *Saukianda*-Stufe von Andalusien, eine fremde Fauna im europäischen Ober-Kambrium. *Abh. Senck. Nat. Ges.*, 450, 1-88.
- ROEMER, F. (1878): Über *Archaeocyathus marianus* n. sp. *Z. Dtsch. Geol. Ges.*, 30, 369-370.
- ROSO DE LUNA, I. & HERNÁNDEZ PACHECO, F. (1954): Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Explicación de la Hoja núm. 750, Gallina (Badajoz). *Inst. Geol. Min. España*, 1-56.
- ROSO DE LUNA, I. & HERNÁNDEZ PACHECO, F. (1955a): Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Explicación de la Hoja núm. 854, Zafra (Badajoz). *Inst. Geol. Min. España*, 1-142.
- ROSO DE LUNA, I. & HERNÁNDEZ PACHECO, F. (1955b): Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Explicación de la Hoja núm. 853, Burguillos del Cerro (Badajoz). *Inst. Geol. Min. España*, 1-108.
- ROSO DE LUNA, I. & HERNÁNDEZ PACHECO, F. (1956): Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Explicación de la Hoja núm. 829, Villafranca de los Barros (Badajoz). *Inst. Geol. Min. España*, 1-64.
- ROZANOV, A. Y. & DEBRENNE, F. (1974): Age of Archaeocyathid assemblages. *Amer. J. Sci.*, 274, 833-848.
- SAAVEDRA, J.; PELÁEZ, J. R.; VILAS, L.; SAN JOSÉ, M. A.; HERRANZ, P. & GARCÍA SÁNCHEZ, A. (1984): Características stratigráficas y geoquímicas del Precambrión de los montes de Toledo (España). *10.ª Reun. An. Sci. Terre. Bordeaux. Soc. Geol. Fr. Edit.*, p. 492.
- SAN JOSÉ, M. A. (1969): Nota preliminar sobre el estudio geológico de los alrededores de San Pablo de los Montes (Toledo). *Cuadernos Geol. Ibérica*, 1, 335-343.
- SCHMIDT-THOME, P. (1945): Paläozoisches Grundgebirge und junges Deckgebirge im westlichen zentralspanien (Provinz Salamanca und Cáceres). *Geot. Forsch*, 6, 37-77.
- SCHMITT, M. (1982): Columnar stromatolites from the lower Cambrian Formación Pedroche, Sierra Morena, S-Spain. *Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. (Geol.)*, 80 1-4), 5-23.
- SCHNEIDER, H. (1939): Altapaläozoikum bei Cala in der Westlichen Sierra Morena. *Diss. Math. Naturwis. Fak. Univ. Berlin*, 1-72.
- SCHNEIDER, H. (1941): Geologische Einleitung: Das Kambrium der Herrerías-Mulde bei Cala, in RICHTER, R. & E., 1941: «Die fauna des Unter-Kambriums von Cala in Andalusien». *Abh. Senck. Nat. Ges.*, 455, 5-14.
- SDZUY, K. (1961): Das Kambrium Spaniens. Teil II: Trilobiten. *Akad. Wiss. Lit. Abh. Naturwiss. Kl.*, 7-8, 499-690.
- SDZUY, K. (1962): Trilobiten aus Unter-Kambrium der Sierra Morena (S-Spanien). *Senckenb. Lethaea*, 43 (3), 181-229.
- SDZUY, K. (1967): Trilobites del Cámbrico medio de Asturias. *Trab. Geol. Univ. Oviedo*, 1, 73-133.
- SDZUY, K. (1968): Biostratigrafía de la griotte cámbrica de los Barrios de Luna (León) y de otras sucesiones comparables. *Trab. Geol. Univ. Oviedo*, 2, 45-57.
- SDZUY, K. (1971): Acerca de la correlación del Cámbrico inferior en la Península Ibérica. *I. Congr. Hispano-Luso-Americano Geol. Econ. sec. 1, Geol.*, 2, 753-768.
- SIMON, W. (1939): Archaeocyathacea: I. Kritische Sichtung der Superfamilie. II. Die Fauna im Kambrium der Sierra Morena (Spanien). *Abh. Senck. Nat. Ges.*, 448, 1-87.

- SIMON, W. (1941): Varische sedimente der Sierra Morena (Spanien). Die schichten von San Nicolás del Puerto. *Senckenbergiana*, 23 (4-6), 260-266.
- SIMON, W. (1951): Untersudrungen im Paläozoikum von Sevilla (Sierra Morena, Spanien). *Ab. Senck. Nat. Gess.*, 485, 31-52.
- VALLADARES, I. & CORRALES, I. (1980): Las series carbonatadas del Cámbrico inferior de Salamanca, en «*Guía de las sesiones de Campo*». IX Cong. Nac. Sedim. Univ. Salamanca, 15-25.
- VERNEUIL, E. & BARRANDE, J. (1855): Description des fossiles trouvés dans les terrains Silurien et Devonien d'Almaden, d'une partie de la Sierra Morena et des Montagnes de Tolède. *Bull. Soc. Féol. Fr. ser. 2*, 12, 964-1025.
- WALTER, R. (1963): Beitrag zur stratigraphie der Kambriums in Galicien (Nordwest-Spanien). *N. J. Geol. Paläont. Abh.*, 117, 360-371.
- WALTER, R. (1968): Die Geologie in der nordostlichen Provinz Lugo (Nordwest-Spanien). *Geot. Forsch.*, 27, 3-70.
- ZAMARREÑO, I. (1977): Early Cambrian Algal Carbonates in Southern Spain, in «*Fossil Algae*» E. FLUGEL (Ed.). Springer Verlag, 360-365.
- ZAMARREÑO, I. (1983): El Cámbrico en el macizo Ibérico en «*Geología de España*». J. A. COMBA (Coord. general). *Inst. Geol. Min. España. Libro Jub. J. M. Ríos*, 1, 117-191.
- ZAMARREÑO, I. & DEBRENNE, F. (1977): Sédimentologie et biologie des constructions organogènes du Cambrien inférieur du sud de l'Espagne. *Mem. B. R. G. M.*, 89, 44-61.
- ZAMARREÑO, I.; HERMOSA, J. L.; BELLAMY, J. & RABU, D. (1975): Litofacies del nivel carbonatado del Cámbrico de la región de Ponferrada (zona Asturoccidental-Leonesa, NW de España). *Brev. geol. Astúrica*, 19 (3), 40-48.
- ZAMARREÑO, I. & PEREJÓN, A. (1976): El nivel carbonatado del Cámbrico de Piedrafitra (zona Asturoccidental-Leonesa, NW de España): tipos de facies y faunas de Archeociatos. *Brev. geol. Astúrica*, 20 (2), 17-32.
- ZAMARREÑO, I.; VEGAS, R. & MORENO, F. (1976): El nivel carbonatado de Los Navaluillos y su posición en la sección cámbrica de los Montes de Toledo occidentales (Centro de España). *Brev. geol. Astúrica*, 20 (4), 56-64.