

CHANCELLORIDAE DEL OVETIENSE INFERIOR DE LA SIERRA DE CÓRDOBA, ESPAÑA

David C. FERNÁNDEZ REMOLAR

Centro de Astrobiología, CAB-INTA. Carretera de Ajalvir Km 4, 28850 Torrejón de Ardoz. E-mail: dfernandez@cbm.uam.es

Fernández Remolar, D.C. 2001. Chancelloridae del Ovetiense Inferior de la Sierra de Córdoba, España. [Chancelloridae from the Lower Ovetian of the Sierra de Córdoba, Spain.] *Revista Española de Paleontología*, **16**(1), 39-61. ISSN 0213-6937.

ABSTRACT

Different morphotypes of chancellorids from the phosphoritic limestones and lutites of the Pedroche Formation (Lower Ovetian) cropping out at the Sierra de Cordoba were studied. The morphological criteria used to establish the different morphotypes were: the analysis of the lateral and central ray shape, the relationship between different rays in the same sclerite and the symmetry of the fossil. The nine morphotype thus established are: *Chancelloria* sp. morphotypes A to E, *Allonnia* sp. morphotypes A and B, *Archiasterella pentactina* Szdzy, 1969 and *Archiasterella* cf. *hirundo* Bengtson, 1990. Multivariate analysis, taking into account the stratigraphical concurrence of the morphotypes, allowed determination of five different associations of sclerites, defined as *Chancelloria* sp. 1, *Chancelloria* sp. 2, *Chancelloria* cf. *eros* Walcott, 1920, *Archiasterella* sp. and *Allonnia* sp., and could represent, at least partially, the biological taxa that bore this kind of scleritomes.

Keywords: *Chancelloria*, *Allonnia*, *Archiasterella*, morphotypes, Lower Ovetian, Lower Cambrian, Spain.

RESUMEN

En este trabajo se lleva a cabo un estudio detallado de los diferentes morfotipos de chancellóridos obtenidos en las calizas y lutitas fosfóricas de la Formación Pedroche (Ovetiense Inferior) que afloran en la Sierra de Córdoba. El estudio de la forma de los radios lateral y central, la relación entre diferentes radios en un mismo esclerito y la simetría del resto han sido los criterios morfológicos utilizados para la determinación de nueve morfotipos diferentes, que se han definido como *Chancelloria* sp. formas A-E, *Allonnia* sp. formas A-B, *Archiasterella pentactina* Szdzy, 1969 y *Archiasterella* cf. *hirundo* Bengtson, 1990. Por otra parte, la aplicación de técnicas multivariantes, que han tenido en cuenta la correlación de la coincidencia estratigráfica existente entre los diferentes morfotipos de escleritos, permite proponer al menos cinco asociaciones de elementos. Estas cinco asociaciones definidas como *Chancelloria* sp. 1, *Chancelloria* sp. 2, *Chancelloria* cf. *eros* Walcott, 1920, *Archiasterella* sp. y *Allonnia* sp. podrían representar, en parte, los taxones biológicos portadores de los escleritomas originales.

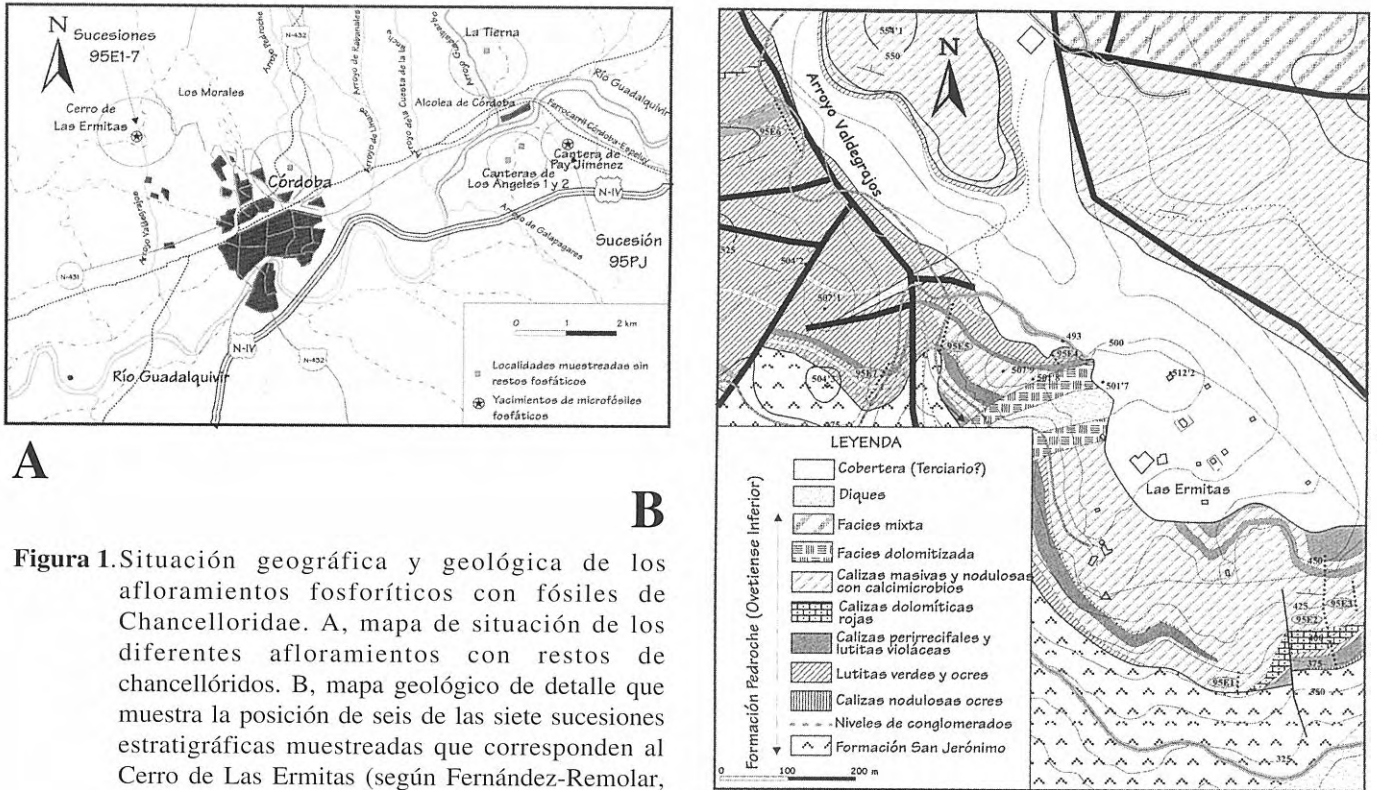
Palabras clave: *Chancelloria*, *Allonnia*, *Archiasterella*, morfotipos, Ovetiense Inferior, Cámbrico Inferior, España.

INTRODUCCIÓN

La Familia Chancelloridae consiste en un grupo representado por fósiles de escleritos huecos con apertura basal restringida de forma circular, que aparecen en abundancia en la mayoría de las asociaciones de fósiles problemáticos del inicio del Fanerozoico. Se hallan con frecuencia en las asociaciones de fósiles problemáticos de las capas del Cámbrico Inferior que afloran en las diferentes regiones del planeta, aunque también se pueden encontrar con cierta frecuencia en las rocas el

Cámbrico Medio y en aquellas que representan la parte inferior del Cámbrico Superior. En este último caso, los escleritos son menos diversos y están representados únicamente por el género *Chancelloria*.

La Familia Chancelloriidae Walcott, 1920 fue el primer taxón supragenérico definido del grupo. Por presentar caracteres morfológicos semejantes a espículas –cuerpo en forma de saco y escleritos en roseta– se clasificaron como restos de un grupo de esponjas calcáreas. Sin embargo, el estudio de morfología comparada con otros restos diferentes morfológicamente



Geographical and geological situation of the phosphoritic outcrops with fossils of Chancelloridae. A, location map showing the Chancelloridae finding localities. B, geological map including six of the seven sections sampled for Chancelloridae at the Cerro de Las Ermitas area (according to Fernández-Remolar, 1999).

Geographical and geological situation of the phosphoritic outcrops with fossils of Chancelloridae. A, location map showing the Chancelloridae finding localities. B, geological map including six of the seven sections sampled for Chancelloridae at the Cerro de Las Ermitas area (according to Fernández-Remolar, 1999).

e incluidos en las Familias Halkieridae Poulsen, 1967 y Siphogonuchitidae Qian, 1977, demostró que el aspecto espicular de los escleritos de chancellorídeos se debía al nicho ecológico ocupado por el organismo portador del escleritoma y no a la posición taxonómica del mismo (Bengtson, 1977). En efecto, aunque los restos de Halkieridae y Siphogonuchitidae, de presencia exclusiva en el Cámbrico Inferior, consisten en elementos de morfología más sencilla que Chancelloridae, presentan caracteres estructurales semejantes, como apertura basal o cavidad interna. Bengtson y Missarzhevsky (1981) observaron ciertas similitudes en la estructura de los escleritos de sifogonuquítidos, wiwáxidos (Familia Wiwaxiidae Walcott, 1911) y chancellorídeos. Además, sugirieron que todas estas familias constituyen un grupo natural de organismos cámbricos, que definieron como Coeloscleritophora, caracterizados por un exoesqueleto complejo formado por escleritos calcáreos que no crecían por acreción durante la ontogenia, sino que se formaban y mudaban periódicamente de una forma similar a la de los artrópodos.

A pesar de que la existencia de organismos con esqueletos complejos, formados por escleritos aislados, es un hecho común en las comunidades actuales y pasadas, es fácil observar que se ha producido un aumento desproporcionado de la sinonimia a causa del establecimiento de nuevos taxones que representan partes esqueléticas diferentes de un mismo organismo. La sinonimia es uno de los problemas más importantes para

la comprensión de su paleobiología, al dificultar el establecimiento de las afinidades biológicas reales entre los organismos que tenían un multiesqueleto bien desarrollado.

El análisis del escleritoma se basa principalmente en los patrones de presencia y en las características estructurales de los escleritos. En el caso de halkiéridos y chancellorídeos, se pueden establecer comparaciones a partir de formas relacionadas en las que se ha preservado el escleritoma completo (Bengtson y Conway Morris, 1984). Por otra parte, el alto grado de integración del escleritoma de los halkiéridos ofrece la posibilidad de interpretar las características morfológicas de los escleritos en función de su yuxtaposición. Muchos coeloscleritoforados se conocen por sus moldes internos, debido a que la pared de los escleritos es de composición carbonática y suele desaparecer al ser tratada con técnicas de levigado que utilizan compuestos ácidos. Si bien la morfología de los moldes internos es insuficiente para reconocer los diferentes taxones de coeloscleritoforados, la estructura interna de la muralla y las cavidades tiene gran importancia para comprender su origen y composición.

El material procedente de Córdoba, que se describe en este trabajo, presenta una gran variedad morfológica de fósiles de escleritos de este grupo tan complejo. La mayoría de los ejemplares se corresponden con rosetas de chancellorídeos, cuya posición taxonómica real es difícil de establecer a causa de la confusión existente entre la

variabilidad morfológica individual y poblacional del escleritoma, así como de la afinidad biológica del grupo. Todos los restos se han conservado como moldes internos con o sin cubiertas fosfáticas y como fósiles complejos formados por murallas fosfatizadas con estructura en empalizada que replica, en algunos casos, las trazas de la microestructura original.

SITUACIÓN GEOGRÁFICA Y ESTRATIGRÁFICA

Los escleritos de chancellóridos no son restos descritos con frecuencia en los afloramientos de materiales Cámbricos de la Península Ibérica. Tan sólo Sdzuy (1969) describe y define nuevos taxones en diferentes localidades de las zonas de Ossa-Morena y Cantábrica. Por otra parte, Alvaro y Vennin (1996) indican la presencia de escleritos en materiales del Cámbrico de las Cadenas Ibéricas. En nuestro caso, los restos de chancellóridos se han hallado en los materiales fosforíticos de la Formación Pedroche que aflora en la Sierra de Córdoba. Concretamente, los distintos ejemplares forman parte de las asociaciones de fósiles problemáticos que se han obtenido en las localidades del Cerro de Las Ermitas y la cantera de Pay-Jiménez (Fig. 1A). Para ello, se llevó a cabo el muestreo en siete sucesiones estratigráficas cuya situación muestra la Fig. 1 A-B, y cuyo análisis micropaleontológico demostró la presencia y gran abundancia de Chancelloridae en cada una de ellas (Fernández-Remolar, 1999). En este último trabajo se encuentra la distribución estratigráfica de los niveles reseñados en la Tabla 1, de los que proceden la mayoría de los ejemplares fosfáticos estudiados. Los restos de chancellóridos aparecen acompañados por un conjunto de asociaciones que, en algunos casos, son muy diversas y están representadas por *Halkieria*, *Eremactis*, *Pelagiella*, *Latouchella*, *Tannuolina*, *Barskovia*, *Cambrotubulus*.

Los materiales fosforíticos en los que se obtuvieron los restos de chancellóridos consisten fundamentalmente en fosforitas episódicas y multiepisódicas, lutitas verdes con nódulos fosforíticos y calizas nodulosas con niveles bioclásticos delgados, depositados en medios someros y distales o de lagoon de arrecifes calcimicrobianos, en los que se favoreció la fosfatización por un fuerte aporte de materia orgánica alóctona, de origen marino profundo, y autóctona, procedente de las comunidades arrecifal y de plataforma. La asociación de arqueociatos que aparecen en las facies periarrecifales acompañando a los niveles de boundstones calcimicrobianos permite incluir los niveles fosfáticos en el Ovetiense Inferior de la Península Ibérica, unidad cronoestratigráfica que podría correlacionarse con el Atdabaniense de la Plataforma de Siberia y el techo del Meishucuniense de la Plataforma de Yunnan en China.

El material obtenido en la Sierra de Córdoba se encuentra depositado actualmente en el Departamento de Paleontología de la Facultad de Ciencias Geológicas de la Universidad Complutense de Madrid.

CARACTERES MORFOLÓGICOS

Los escleritos de Chancelloridae son elementos compuestos, que se caracterizan por tener desde uno hasta más de veinte radios laterales, que pueden partir de un radio central, o bien converger en el centro del esclerito si falta el radio central (Figs. 2; 3a-b). En los escleritos compuestos, cada radio es una unidad discreta con su propia muralla, por lo que, según algunos autores, en las zonas de contacto entre dos radios contiguos se desarrolla una muralla calcárea doble (Bengtson *et al.*, 1990; Sdzuy, 1969, Lám. 17, fig. 7b). La región basal de los radios tiene un contorno poligonal (Fig. 3e, g), que resulta del contacto entre las murallas de los radios coalescentes. La cavidad interna de la muralla se conecta con el exterior por medio de un foramen (Fig. 3c-d), que tiende a disponerse perpendicularmente al radio, si éste es lateral, o a estar en concordancia con el eje longitudinal, si se trata de un radio central (Fig. 2). El estado de conservación habitual de los escleritos de chancellorias *s.l.* es como moldes internos de las cavidades que, con frecuencia, aparecen con los radios articulados en el residuo insoluble después de levigar las muestras (Fig. 3h-i), si ha tenido lugar el reemplazamiento de la muralla por minerales resistentes a los ácidos que disuelven el carbonato de la matriz (Fig. 7a). En otras ocasiones, lo más frecuente es obtener radios sueltos, debido a que no se ha producido el proceso de reemplazamiento de la muralla o de cristalización de minerales resistentes entre dos radios adyacentes. En otros casos, la muralla puede experimentar un reemplazamiento generalizado, que conduce a la preservación de los rellenos internos y la pared del esclerito con o sin la conservación de la estructura de la muralla original. En algunos de los ejemplares es posible reconocer túmulos o tubérculos que se replican en la superficie externa de los moldes internos (Fig. 3e-f). Por otra parte, si la muralla se conserva por reemplazamiento a minerales fosfáticos, ésta presenta una microestructura fibrosa (Fig. 3j), que se puede replicar igualmente en la superficie de algunos ejemplares de moldes internos.

Inicialmente, Walcott (1920) situó los chancellóridos como un grupo de esponjas caracterizado por la presencia de elementos radiales individualizados. Sdzuy (1969) mantuvo la clasificación de Walcott, incluyó el Orden Chancelloriida dentro de la Clase Heteractinida, y consideró al grupo como el origen del que derivaron las tres clases de esponjas actuales. La relación filogenética entre chancellóridos y poríferos se apoyó en la interpretación de la cavidad interna de los escleritos compuestos, que fue interpretada como una estructura homóloga al canal axial de las espículas de las hexactinélidas y demosponjas, que actuaría como un colector por el que la esponjina se trasladaría desde el esqueleto extraespicular de esponjina a través del foramen basal. Con posterioridad, el cierre del poro basal daría lugar a la formación de las espículas por medio del tejido extraespicular, quedando la cavidad interna como una plesiomorfía, evidencia que representaría el mecanismo primitivo de formación del esqueleto en las

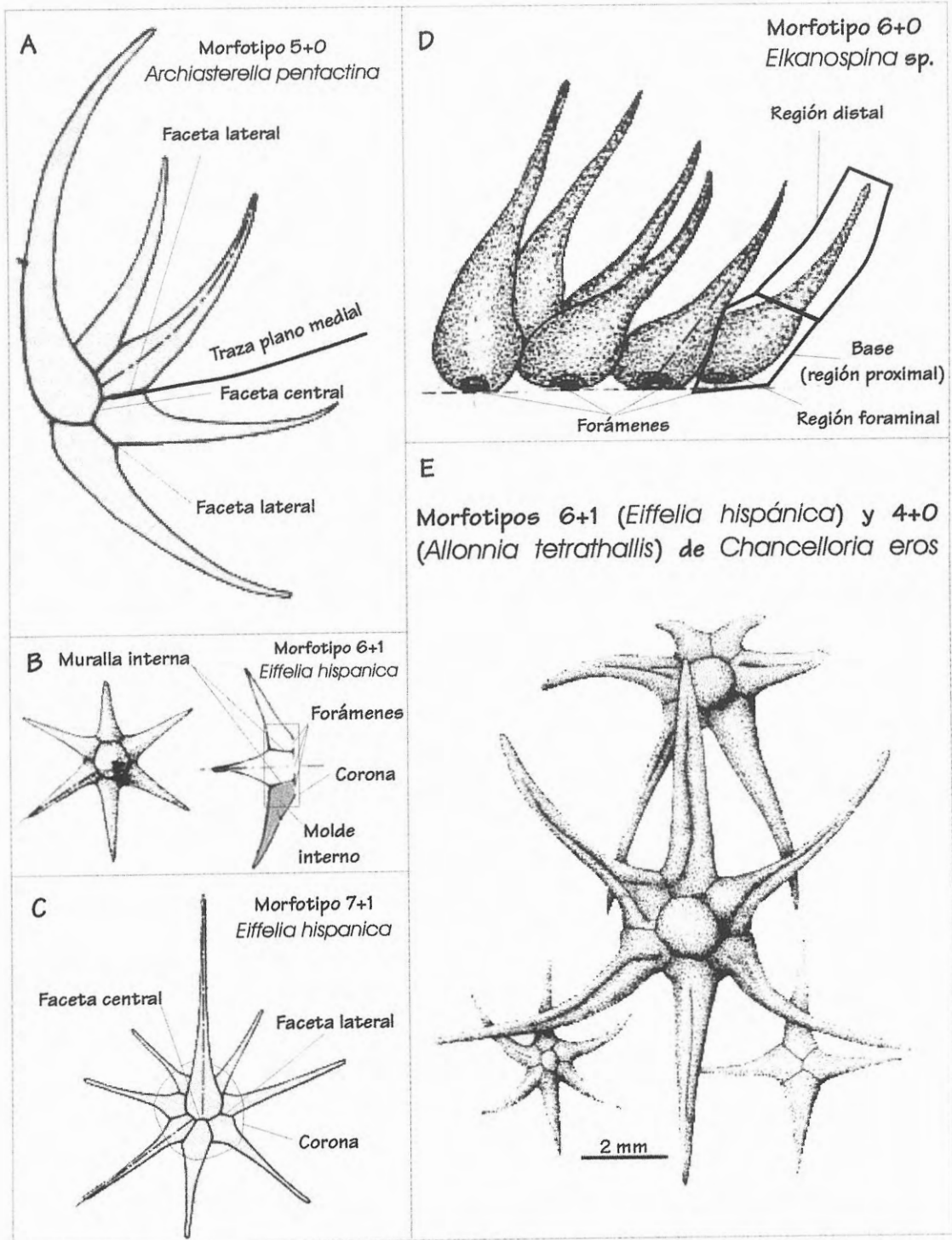


Figura 2. Caracteres generales de los diferentes morfotipos de escleritos que componen el escleritoma de los chancellóridos; **A**, morfotipo 5+0, *Archiasterella pentactina* Sdzuy, 1969, con desarrollo de simetría bilateral orientada según un plano medial; **B**, morfotipo 6+1, *Eiffelia hispanica* Sdzuy, 1969, simetría radial; **C**, morfotipo 7+1, *Chancelloria maroccana* Sdzuy, 1969, simetría radial; **D**, *Elkanospina* sp., esclerito 6+0? de morfología irregular y área basal redondeada; **E**, morfotipos componentes del escleritoma de *Chancelloria eros* Walcott, 1920 (A, B, C y D modificados de Missarzhevsky, 1989; E modificado de Rigby, 1978).

General characters of different sclerite morphotypes forming the Chancelloridae scleritome; A, morphotype 5+0, Archiasterella pentactina Sdzuy, 1969, with a bilateral symmetry orientated according to a medial plane; B, morphotype 6+1, Eiffelia hispanica Sdzuy, 1969, radial symmetry; C, morphotype 7+1, Chancelloria maroccana Sdzuy, 1969, radial symmetry; D, Elkanospina sp., sclerite 6+0? of irregular morphology and rounded basal area; E, different morphotypes of the scleritome of Chancelloria eros Walcott, 1920 (A, B, C and D from Missarzhevsky, 1989, modified; E from Rigby, 1978, modified).

esponjas. Según Sdzuy (1969), la muralla de las "espículas compuestas" de chancellóridos es bastante fina para evitar su ruptura en medios someros y agitados, pero el relleno de esponjina en la cavidad interna reforzaría la resistencia biomecánica a la fragmentación. Además, este autor establece otros criterios, como la composición carbonática y el tipo de simetría de los restos, así como la antigüedad de los chancellóridos, para demostrar la relación filogenética de formas primitivas-derivadas entre chancellóridos, de esqueleto intraespicular de esponjina, y esponjas, compuestas por biomineralización extraespicular y engrosamiento de las espículas.

La estructura interna de los escleritos está formada por cámaras internas independientes en cada radio, que se conectan con el tejido epidermal del organismo a través del foramen basal (Fig. 2). Esta organización es muy parecida a la observada en los escleritos simples de halkiéridos, que se caracterizan por presentar una estructura compuesta de canales internos independientes o conectados y un poro basal de morfología variable. Otro carácter compartido es la disposición del conjunto de los escleritos en el cuerpo del animal, ya que en ambos casos aparecen en la superficie de la masa corporal, en la que no se observan estructuras porosas. Sin embargo, en las esponjas, el tejido mineralizado es utilizado como un almacén para sostener y configurar el sistema de ósculos de alimentación del organismo. Si se pueden establecer homologías entre los chancellóridos y otros coeloscleritoforados por la disposición de las cavidades internas, es un hecho que debe contrastarse por el estudio comparado entre diferentes tipos de cavidades. Sin embargo, se observan un gran número de caracteres compartidos entre halkiéridos y chancellóridos, lo que apoya una afinidad filogenética basada en la estructura interna y no en la semejanza morfológica que existe entre esponjas y chancellorias. Por otra parte, si los halkiéridos forman un grupo hermano o afín al de los chancellóridos, se puede concluir que los organismos portadores de escleritos compuestos de este tipo procedían de animales que perdieron la simetría bilateral y la vagilidad al adoptar una forma de vida sésil.

Según Bengtson y Missarzhevsky (1981), la estructura de los escleritos es incompatible con el tipo de formación espicular de las esponjas, ya que se realiza por la biomineralización modulada por las células cebadoras y formadoras de los esclerocitos, que dirigen el crecimiento de la espícula centrífugamente. Este tipo de desarrollo impediría la formación de murallas internas coalescentes entre dos cavidades vecinas. La formación del esqueleto en los chancellóridos ha sido comparada con la que presentan las ascidias modernas. Estos animales tienen un esqueleto espicular, que se caracteriza porque los elementos se encuentran cubiertos en su parte más externa por una capa cuticular muy delgada que favorece la creación de las condiciones necesarias para la biomineralización del carbonato. En los yacimientos de chancellóridos articulados, se ha observado que los escleritos aparecen cubiertos de una lámina orgánica muy fina, que podría relacionarse con una cutícula biomineralizadora de pared aragonítica (Mehl, 1996).

La revisión del modelo de biomineralización de los escleritos en los coeloscleritoforados es un tema que desborda cualquier investigación a causa del desconocimiento del grupo, de las numerosas variables que deben considerarse en su estudio y de la aplicación de modelos de biomineralización actualistas en el desarrollo del esqueleto dérmico. Sin embargo, creemos que la analogía establecida entre la formación de espículas en las ascidias o las holoturias y el desarrollo de los escleritos en los chancellóridos es una vía que podría llevar a comprender la formación de estas estructuras en un grupo tan antiguo y complejo.

SISTEMÁTICA

Familia *Chancelloriidae* Walcott, 1920

Género tipo: *Chancelloria* Walcott, 1920.

Diagnosis

[Bengtson y Missarzhevsky (1981)]: "Escleritos compuestos de forma estrellada y que presentan un número variado de espinas radiales y una espina o protuberancia central. Cada radio tiene una cavidad interna independiente que se abre hacia el exterior a través de un foramen basal pequeño; la muralla es calcárea. Las superficies que portan los forámenes basales se unen para formar la superficie basal plana de la espícula compuesta."

[Qian y Bengtson (1989)]: "Metazoos con escleritos compuestos y de forma estrellada, formados por radios huecos que convergen en el centro; las caras que tienen los forámenes basales se unen para formar una superficie plana. Las murallas de los radios son delgadas, calcáreas y dobles en la unión con los radios vecinos."

[Bengtson *et al.* (1990)]: "Coeloscleritoforados con armadura que consiste en escleritos espinosos. Los escleritos son generalmente compuestos, y consisten en radios individuales unidos en la base pero que tienen cavidades internas separadas y forámenes. La sección de los radios tiende a ser circular, excepto en su unión basal. Foramen restringido."

Terminología

Para la notación del número de radios de escleritos individuales se utiliza la notación "m+n" establecida por Sdzuy (1969), que indica el número de radios laterales o marginales frente al número de radios centrales en el esclerito. Por tanto, un esclerito "5+0" se caracteriza por presentar únicamente 5 elementos marginales, mientras que el denominado como "11-8+1" representaría una forma compuesta por 11 a 8 radios laterales y uno central.

En la mayoría de las asociaciones fósiles, los escleritos de chancellóridos no aparecen interconectados, por lo que se han establecido diferentes formas en función del número y disposición de los radios. De acuerdo con estos caracteres, Luo *et al.*, 1982 reconocen los siguientes morfotipos a partir de las diferentes formas

encontradas en el Meishucuniense superior de Yunnan (Fig. 2):

- 2+0. *Dimidia* Jiang, 1982.
- 3+0. *Allonnia erromenosa* Jiang, 1982. Aunque *Allonnia tripodophora* Doré y Reid, 1965 no se ha encontrado en la asociación estudiada por Luo *et al.* (1982), este taxón representaría formas con una notación idéntica.
 - 4+0. *Allonnia tetrathallis* Jiang, 1982.
 - 5+0. *Archiasterella pentactina* Sdzuy, 1969.
 - 2+1. *Adversella montanoides* Jiang, 1982.
 - 6+1. *Eiffelia hispanica* Sdzuy, 1969.
 - 7+1. *Chancelloria maroccana* Sdzuy, 1969.
 - 8+1. *Chancelloria altaica* Romanenko, 1968.

La clasificación morfológica de los escleritos según este modelo, sin tener en cuenta otros caracteres, tales como los estructurales, ha favorecido el aumento de la sinonimia, ya que en el trabajo de Luo *et al.* (1982) se hace referencia a numerosas especies. Según Qian y Bengtson (1989), no hay más de 3 o 4 taxones biológicos en las asociaciones del Meishucuniense, que, sin embargo, están representadas por 16 parataxones nominados de 30 formas diferentes.

El estudio de ejemplares de escleritos articulados o la determinación de asociaciones de escleritos obtenidos en varios niveles ha permitido establecer conjuntos de morfotipos que podrían corresponderse con diferentes taxones biológicos. En este sentido, Sdzuy (1969) propone un morfotipo constante para cada especie, que denomina con el término "Archiaster". El número de radios en el archiaster varía dentro de todo el grupo de los chancellorídeos, aunque se ha observado que es fijo en algunas especies del género *Archiasterella*. Rigby (1978) reconoce al menos dos asociaciones de escleritos articulados que incluye en un taxón biológico. La primera asociación se corresponde con un morfotipo 5+1, que se incluye en la especie *Chancelloria pentacta* Rigby, 1978. La asociación correspondiente al taxón *Chancelloria eros* Walcott, 1920 es mucho más variable, e incluye varios morfotipos, correspondientes a formas 6-7+1, 5+1 y 4+0. En las Calizas de Parara, Bengtson *et al.* (1990) establecen una nueva especie de chancellorídeo, *Chancelloria racemifundis* Bengtson, 1990, que presenta formas 3+0, 4+0, 5+0, 6+0, 7+0, 5+1, 6+1, 7+1, 8+1, 9+1, 10+1 y 11+1.

Mediante el estudio de variabilidad y coincidencia de los escleritos en las asociaciones y en función de su morfología, Qian y Bengtson (1989) establecen tres especies de chancellorídeos a partir de los nueve taxones de escleritos procedentes de la asociación de la capa 13 de la sucesión de Meishucun, establecidos por Jiang (*in Luo et al.*, 1982). Las tres especies estarían compuestas por las siguientes asociaciones de escleritos:

1. *Archiasterella cf. pentactina* Sdzuy, 1969, con morfotipos 5+0 y 2+0 (*Archiasterella* /*Archiasterella pentactinal*/*pentaetina* sensu Jiang y *Dimidia*/*Diminia simpleca* Jiang, (*in Luo et al.*, 1982) /*simplexa* sensu Jiang) (Fig. 2A).

2. *Chancelloria cf. eros* Walcott, 1920, con morfotipos 6-8+1 y 4+0. (*Eiffelia bispanical*/*bispanica* sensu Jiang, *Chancelloria maroccana*/*maroccana* sensu Jiang, *Chancelloria altaica* sensu Jiang y *Onychia tetrathallis* Jiang (*in Luo et al.*, 1982)/*tetrathallus*/*tetrithallis*/*tetrithellis* sensu Jiang) (Fig. 2E).

3: *Allonnia erromenosa* Jiang, 1982, con morfotipos 3+0.

Aunque esta interpretación está de acuerdo con la organización de los chancellorídeos conocidos, es posible que algunos de los escleritos del Meishucuniense representen otros escleritomas de especies desconocidas. Qian y Bengtson (1989) reconocen que los escleritos 3+0, 2+0 y 4+0, que son morfotipos similares en la forma de los radios y han sido incluidos en especies diferentes, pueden pertenecer al mismo escleritoma. Además, la inclusión del morfotipo 4+0 de las asociaciones meishucunienses en *Chancelloria eros* Walcott, 1920 es un tanto incoherente, ya que se observan diferencias importantes entre el patrón de ordenación de los escleritos 4+0 de las asociaciones meishucunienses y las formas 4+0 de *C. eros*. Por otra parte, el grado de coincidencia de los escleritos de *C. eros* y los 4+0 es muy bajo, por lo que posiblemente este morfotipo se corresponda con un elemento básico del escleritoma de *Chancelloria eros*.

Además, la existencia de una asociación de escleritos 3+0, 4+0 (= *Onychia tetrathallis* sensu Jiang, *in Luo et al.*, 1982) y 5+0 en la Formación Hazira del Cámbrico Inferior de Pakistán parece apoyar la existencia de otro taxón biológico de chancellorídeo diferente de *Chancelloria eros* (Qian y Bengtson, 1989). Otras asociaciones que recuerdan al patrón 5-3+0 han sido reconocidas en la Formación Yurtus de la Región Aksu-Wushi (Xinjiang) por Qian y Xiao (1984, Lám. 2, fíg. 11 y Lám. 3, fígs. 38 y 39), que figuraron especímenes 5+0 (= *Archiasterella pentactina*) y 3+0 (= *Allonnia tripodophora*). En la parte inferior del Miembro Arenoso de la Secuencia Tal Inferior (Lesser Himalaya), Kumar *et al.* (1987) indican la existencia de una asociación 2+0 (= *Dimidia simpleca*) y 3+0 (= *Allonnia erromenosa*), que podría tratarse de una variación de la asociación típica 5-4-3+0. Por otra parte, Bengtson *et al.* (1990) establecen un nuevo género de chancellorídeos, denominado *Eremactis* Bengtson y Conway Morris, 1990, que se caracteriza por la disposición erecta de los radios, la sección circular en todo el recorrido de la muralla y una fórmula 1-3+0. La existencia de este nuevo género da lugar a una asociación diferente de escleritos que corresponde al escleritoma de una especie nueva de chancellorídeos.

La integración de toda la información disponible sobre este grupo de fósiles permite obtener una serie de conclusiones que pueden ayudar a la correcta determinación de los elementos componentes del escleritoma de las diferentes especies de chancellorídeos. Por tanto, para intentar establecer el escleritoma de una especie biológica de chancellorídeo deben tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

1. La fórmula radial de los escleritos puede ayudar a aproximar la asociación a un determinado escleritoma.

2. La morfología del área basal y apical de los radios establece diferencias de detalle entre escleritos que, a pesar de tener una fórmula análoga, corresponden a especies diferentes.

3. En cualquier asociación debe considerarse la posibilidad de una variabilidad intraespecífica que modifique la proporción en el morfotipo de los escleritos componentes del escleritoma. Además, no debe excluirse la presencia de nuevos morfotipos correspondientes a escleritomas caracterizados por morfotipos bien conocidos.

El grado de coincidencia o correlación de diferentes morfotipos en una sucesión o sucesiones dadas es un criterio necesario para asegurar o invalidar el establecimiento de un escleritoma, aunque en algunos casos el grado de coincidencia podría modificarse por causas ecológicas, tafonómicas o biológicas; por lo que siempre que sea posible, las asociaciones deben establecerse y referirse a partir de escleritomas articulados.

Observaciones

El estudio y descripción de las posibles asociaciones de escleritos, que componen las asociaciones fósiles obtenidas en los materiales del Cámbrico Inferior de Córdoba, han obligado a reestructurar el concepto de género y especie en los fósiles de escleritos aislados. Por esta razón, se plantea, en primer lugar, la descripción de los géneros y especies de los elementos y, en segundo lugar, la determinación de las asociaciones de escleritos que pueden representar especies biológicas hipotéticas.

DESCRIPCIÓN DE MORFOTIPOS AISLADOS

Género *Chancelloria* Walcott, 1920

Especie tipo: *Chancelloria eros* Walcott, 1920.

Diagnos

[Bengtson *et al.* (1990)]: "Escleritos radialmente simétricos, con o sin radios verticales, y con 4-12 radios laterales."

Distribución

La distribución estratigráfica y geográfica es muy extensa; han aparecido en diferentes sucesiones del Cámbrico Inferior-Superior de regiones de la mayoría de los continentes, como Norteamérica, Europa, Asia, Australia, África, Sudamérica y la Antártida.

Chancelloria sp. Forma A
(morfotipos 11-10+1)

Figs. 4a-j; 5a-c, g, j

Material: 86 ejemplares. Moldes internos y murallas reemplazadas a fosfato.

Descripción

Elementos caracterizados por un contorno general ovalado a circular y una tendencia al desarrollo de simetría bilateral o polarización morfológica en el esclerito; el diámetro oscila entre 1 y 2 mm. Esta polarización se manifiesta como una variación morfológica de los radios, que pasan de ser pequeños, erectos o recurvados hacia el extremo opuesto, en uno de los polos del óvalo, a rectos, horizontales y de mayor tamaño, en el polo opuesto. En algunos casos, los radios laterales de menor tamaño pueden estar desplazados marginalmente y perder el contacto parcial o totalmente con el central. El radio central presenta una región basal robusta, cónica y de contorno elíptico; su región distal es grácil y muy alargada, aunque no suele conservarse. La región proximal de los radios laterales tiene forma trapezoidal, y se encuentra comprimida dorso-ventralmente. La faceta basal del radio central está muy desarrollada pero no su altura, lo que resulta en una corona amplia. El área foraminal de cada radio consiste en una depresión ovalada amplia que puede coalescer con las áreas vecinas. En aquellos restos en los que se ha conservado la muralla, se observan elementos ornamentales superficiales, como estrías, pequeñas incisiones orientadas y tubérculos. Algunos ejemplares parecen presentar dos radios centrales.

Discusión

Este morfotipo ha sido descrito con frecuencia en las asociaciones fósiles de la Plataforma de Siberia. Los taxones *Chancelloria primaria* Missarzhevsky, 1989, *Chancelloria verrucata* Missarzhevsky, 1989, *Cinospina araniformis* Missarzhevsky, 1989 y *Cambrobotrys lagenaris* Missarzhevsky, 1989 se caracterizan por poseer 9-11 radios laterales horizontales, rectos o curvados, con desplazamientos marginales. *Cambrobotrys lagenaris* podría tratarse de un morfotipo semejante, al tener fórmula 11+1, radio central bien desarrollado y radios laterales con base trapezoidal; sin embargo, no se observa ni polarización bien marcada ni desarrollo de una corona amplia y baja. Los escleritos más próximos en morfología son *Chancelloria primaria* y *C. verrucata*, que, a pesar de tener una fórmula 9+1, se caracteriza por una corona bien desarrollada en el plano basal, radios laterales con base trapezoidal, desplazamiento marginal, cierta polarización y desarrollo del área foraminal. La polarización más marcada se observa en el género *Cinospina*. Las dos especies del género *Chancelloria* aparecen en las zonas *Heraultipegma* y *Lapworthella tortuosa*, en la base del Tommotiense (Missarzhevsky, 1989).

Distribución

Niveles 95PJ/P8'', 95E4/2, 95E5/2 y 95E5/3. Cantera de Pay Jiménez y Cerro de Las Ermitas, Córdoba (España). Formación Pedroche. Ovetiense inferior (Cámbrico Inferior).

Chancelloria sp. Forma B (morfotipos 8-7+0)
Figs. 5f, h-i, n; 6a-c

Material: 28 ejemplares. Moldes internos y murallas fosfatizadas.

Descripción

Morfotipo muy variable de simetría radial, bilateral o de aspecto irregular. Su tamaño medio es de 700 micras. La morfología general del elemento y de los radios permite diferenciar tres formas:

B1 (Figs. 5f, 6a). Formas de simetría radial y radios afines. Se trata de escleritos cuya morfología se puede explicar como replicación y posterior giro de 51° - 45° de uno de los radios. La región basal tiene forma de cuña, ya que se compone de dos facetas laterales que convergen en el centro geométrico del elemento, sin desarrollar faceta central. La corona es estrecha y alta, resulta de facetas basales y áreas foraminales reducidas. Los radios son erectos con una inclinación de 45° - 30° respecto al plano vertical.

B2 (Figs. 5n; 6b-c). Elementos con simetría bilateral o/polaridad. Se caracterizan por el alargamiento de la forma según un eje perpendicular al plano de simetría. En general, uno de los radios tiene la región basal más desarrollada, con morfología cuadrada o trapezoidal al presentar dos facetas laterales y una o dos frontales. El resto de los radios tienen regiones basales diferentes con formas trapezoidales, al presentar facetas frontales, triangulares o carecer de éstas. La disposición de los radios en torno al de mayor tamaño sigue una relación de polaridad, los que tienen morfología triangular se orientan según el eje de máxima elongación y experimentan desplazamientos marginales, mientras que los que adoptan bases trapezoidales ocupan regiones opuestas. En algunos casos, varios radios desarrollan dos facetas centrales, lo que produce una morfología aparente un tanto irregular, que implica una torsión o curvatura generalizada de todos los radios hacia uno de los extremos del esclerito, según un plano de simetría paralelo a su eje longitudinal. La faceta basal está más desarrollada que en la forma B1.

B3 (Fig. 5h-i). Formas simétricas o asimétricas. Tienen más de un radio lateral con dos facetas centrales, lo que les confiere elementos de simetría semejantes a algunos

ejemplares de B2. La diferencia reside en que estas formas tienen un área basal de aspecto esférico de la que emerge bruscamente una región distal erecta y vertical o, con menos frecuencia, curvada.

Discusión

La forma B1 descrita como *Chancelloria* spp. por Bengtson et al. (1990), pueden ser ejemplares de moldes internos de *Chancelloria racemifundis* Bengtson, 1990 (in Bengtson et al., 1990). Estos escleritos se caracterizan por tener una corona estrecha y alta, como en nuestro material. Por otra parte, la base un tanto esférica y la región distal erecta y vertical, o curvada, que presenta la forma B3, se observa en el género *Elkanospina* (Missarzhevsky, 1989, Lám. III, fig. 2) (Fig. 2).

Distribución

Niveles 95PJ/P3, 95PJ/P8', 95PJ/P8'', 95E4/2, 95E5/2 y 95E5/3. Cantera de Pay Jiménez y Cerro de Las Ermitas, Córdoba (España). Formación Pedroche. Ovetiense inferior (Cámbrico Inferior).

Chancelloria sp. Forma C (morfotipos 8-6+1) Fig. 5d-e

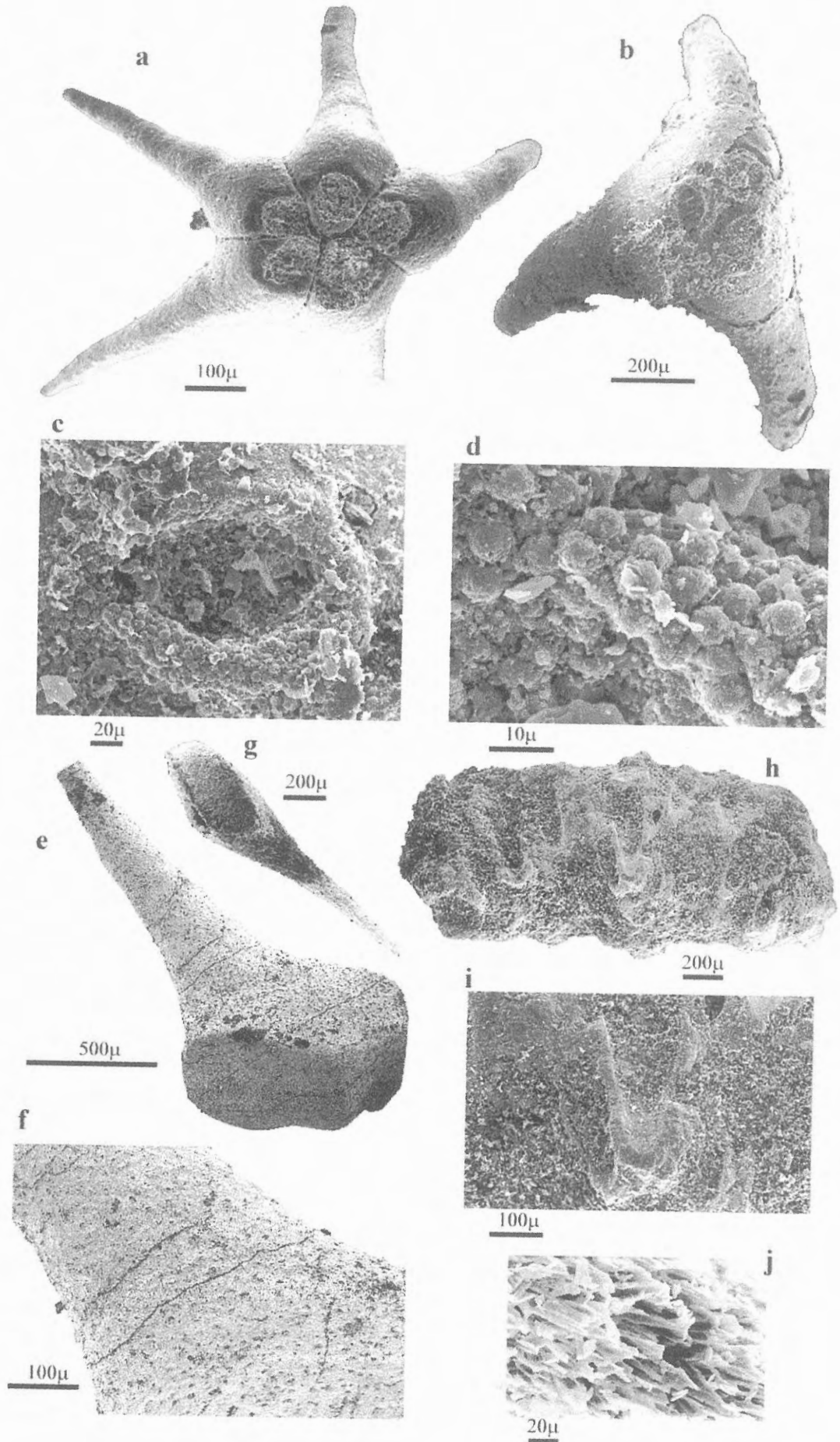
Material: 22 ejemplares. Moldes internos con envueltas fosfáticas.

Descripción

Escleritos de simetría radial y contorno circular con polaridad incipiente o ausente. La base del radio central tiene el mismo tamaño que las de los radios laterales, los cuales presentan relaciones de afinidad al tener morfologías semejantes o idénticas. Los radios laterales tienen regiones centrales robustas y distales rectas con un ángulo de

Figura 3. a. *Chancelloria* sp. Forma D1 (5+0) con simetría pentámera en vista basal que muestra la corona del esclerito así como las cinco áreas foraminales correspondientes. Ejemplar 95E5/3-CH.D5-C.1, molde interno, Formación Pedroche, Ovetiense Inferior (Cámbrico Inferior), Cerro de Las Ermitas, Córdoba. **b-d.** *Allonnia* sp. Forma B2 (3+0), obsérvese la pérdida de simetría radial del ejemplar, **b**, vista basal en la que se reconoce el molde interno cubierto por la muralla fosfatizada; **c**, detalle de un área foraminal con una estructura en herradura formada por unidades esféricas; **d**, detalle de las unidades esféricas de dicha estructura en herradura. Ejemplar 95E5/3-ALL.B3-C.2, Formación Pedroche, Ovetiense Inferior (Cámbrico Inferior), Cerro de Las Ermitas, Córdoba. **e-f.** Radio medial de *Archiasterella* cf. *hirundo*; **e**, vista lateral que muestra una región basal robusta; **f**, detalle de la superficie externa caracterizada por pequeños túmulos. Ejemplar 95PJ/P8''2-ARCHr-C.3, molde interno, Ovetiense Inferior (Cámbrico Inferior), Pay Jiménez, Alcolea de Córdoba. **g.** Radio de *Chancelloria* sp. (n+0). Ejemplar 95E2/4-CHR-C.4, molde interno, Formación Pedroche, Ovetiense Inferior (Cámbrico Inferior), Cerro de Las Ermitas (área meridional), Córdoba. **h-i.** Nódulo con escleritos articulados; **h**, aspecto general del conjunto; los escleritos presentan la misma orientación; **i**, detalle de uno de los escleritos. Ejemplar 95E5/3-ERE-C.5, nódulo compuesto por murallas fosfatizadas de escleritos, Formación Pedroche, Ovetiense Inferior (Cámbrico Inferior), Cerro de Las Ermitas, Córdoba. **j.** Detalle de la impresión de la microestructura fibrosa en la superficie del molde interno del ejemplar de la figura **g**.

a. Basal view of *Chancelloria* sp. Form D1 (5+0) with pentamerous symmetry showing the sclerite corona as well as the five foraminal areas. Internal mould. **b-d.** *Allonnia* sp. Form B2 (3+0) with loss of radial symmetry; **b**, basal view in which the internal mould is covered by a phosphatised coat; **c**, foraminal area with a structure in horseshoe formed by spherical units; **d**, detail of the spherical units forming the horseshoe structure. **e-f.** Medial ray of *Archiasterella* cf. *hirundo*; **e**, lateral view showing a robust basal region; **f**, detail of the outer surface characterised by small tumuli. Internal mould. **g.** Ray of *Chancelloria* sp. (n+0). Internal mould. **h-i.** Phosphatic nodule with articulated sclerites; **h**, general aspect of the sclerites with the same orientation; **i**, detail of the figure **h**. **j.** Fibrous microstructure preserved on the surface of the internal mould of the specimen showed in **g**.



inclinación bajo. Aunque la faceta basal de los radios laterales y central está bien desarrollada, pueden formar una corona alta.

Discusión

Estos morfotipos se corresponden con las especies *Chancelloria altaica* (8+1), *C. maroccana* (7+1) y *Eiffelia hispanica* (6+1), con fórmulas diferentes, pero que tienen radios laterales semejantes, con tendencia a la afinidad.

Distribución

Niveles 95PJ/P3, 95PJ/P8'', 95E2/4, 95E5/2, 95E5/3 y 95E5/3-4. Cantera de Pay Jiménez y Cerro de Las Ermitas, Córdoba (España). Formación Pedroche. Ovetiense inferior (Cámbrico Inferior).

Chancelloria sp. Forma D (morfotipos 6-5+0)

Figs. 3a; 5k-m, o-r; 6e-i; 7b

Material: 416 ejemplares. Moldes internos con envueltas fosfáticas.

Descripción

Elementos de morfología y tamaño muy variados. Se observan formas con simetría radial, bilateral y escleritos asimétricos. En función del tipo de simetría y la morfología de los radios es posible reconocer las siguientes formas:

D1 (Fig. 3a). Escleritos 6+0 y 5+0 con simetría radial, radios laterales con bases triangulares, facetas basales, áreas foraminales reducidas y coronas estrechas y amplias. En casos poco frecuentes se ha observado la existencia de coronas bajas y amplias en escleritos 6+0 y 5+0 de simetría radial. Recuerdan a las formas B1.

D2 (Figs. 5k-m, r; 6e-f; 7b). Escleritos 6+0 y 5+0 con la

elongación máxima perpendicular al plano de simetría bilateral más o menos desarrollada o con el eje de elongación paralelo al plano de simetría bilateral. Uno o dos de los radios presentan dos facetas centrales, mientras que el resto o sólo tiene una, o se componen únicamente de facetas laterales, por lo que adoptan un aspecto triangular. En general, las coronas son altas y estrechas, pero en menor grado que en D1. La polaridad conduce a la distribución de los radios laterales, de mayor y menor áreas basales, a ambos lados del eje de elongación del esclerito. La región distal de los radios es erecta o curvada según el plano de simetría del esclerito, y no suele superar los 30° de inclinación respecto al plano horizontal. En las formas que presentan el eje de elongación paralelo al plano de simetría bilateral, los radios laterales que quedan a ambos lados del eje longitudinal tienden a disponerse perpendiculares al plano de simetría.

D3 (Figs. 5p-q; 6g). Elementos 5+0 con simetría bilateral fuertemente marcada. La morfología es semejante a la de *Allonnia* sp. Forma A (4+0) con simetría tetrarradiada, pero a la que se ha incorporado un radio lateral pequeño, con región basal triangular e incluido en el plano de simetría del esclerito. Esta forma presenta toda una variedad de formas intermedias con el D2.

D4. Escleritos preferentemente 6+0 caracterizados por bases globulares o esféricas que tienden a alinearse en dos filas paralelas. El área marginal es erecta y tiende a formar un ángulo acusado con el plano horizontal, que puede oscilar entre 70 y 90°.

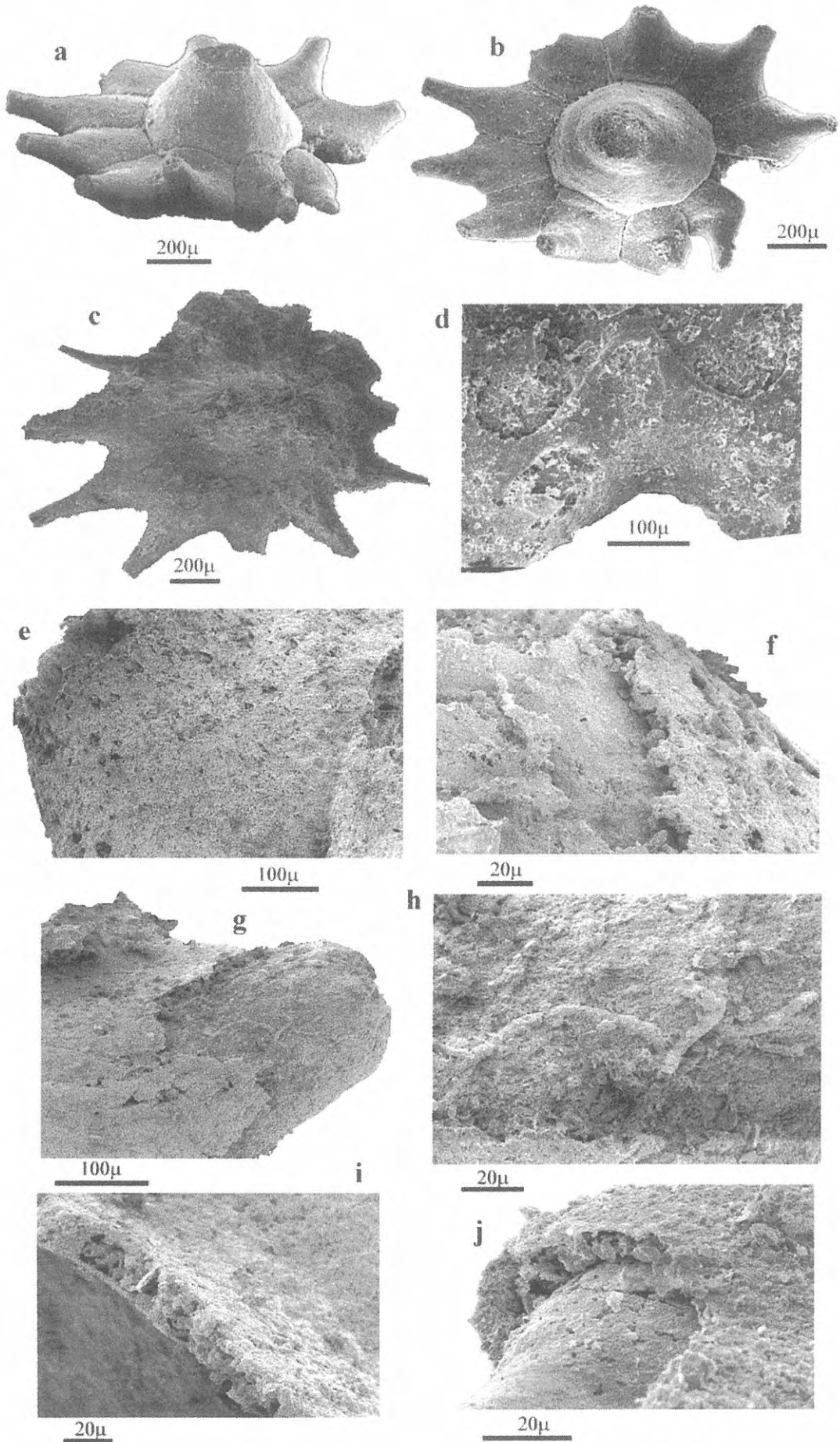
D5 (Fig. 6h-i). Formas con o sin elementos de simetría bilateral, polaridad muy marcada y radios fuertemente curvados.

Discusión

La existencia de determinados patrones de simetría y polaridad permite reconocer alguna semejanza entre las

Figura 4. a-b. *Chancelloria* sp. Forma A (11+1); **a**, vista lateral, radio central de base bien desarrollada y corona baja; **b**, vista dorsal que presenta una polarización en el tamaño y orientación de los radios laterales en torno al central. Ejemplar 95E5/3.-CH.A11-C.6, molde interno con envuelta fosfática, Formación Pedroche, Ovetiense Inferior (Cámbrico Inferior), Cerro de Las Ermitas, Córdoba. **c-d.** *Chancelloria* sp. Forma A (11?+1); **c**, vista basal; **d**, detalle de la región foraminal de dos radios del ejemplar. Ejemplar 95E5/3.-CH.A11-C.7, molde interno con envuelta fosfática, Formación Pedroche, Ovetiense Inferior (Cámbrico Inferior), Cerro de Las Ermitas, Córdoba. **e-i.** *Chancelloria* sp. Forma A (11+1), ejemplar 95PJ/P8''2-CH.A11-C.8; **e**, muralla fosfatizada cuya superficie presenta pequeñas incisiones alineadas, arrugas y túmulos; **f**, contacto entre la muralla fosfatizada y el molde interno fosfático; **g-h**, trazas de cianobacterias? endolíticas situadas sobre el molde interno del mismo ejemplar; **i**, microestructura de la muralla de *Chancelloria* sp. Forma A (11+1) reemplazada a fosfato. La muralla consiste en dos láminas, una externa y otra interna, conectadas entre sí por pilares, láminas transversas y restos de endolitos de mismo ejemplar. Ovetiense Inferior (Cámbrico Inferior), Pay Jiménez, Alcolea de Córdoba. **j.** Muralla fosfatizada de *Chancelloria* sp. Forma A. ejemplar 95E5/1-CH.A-C.9, Formación Pedroche, Ovetiense Inferior (Cámbrico Inferior), Cerro de Las Ermitas, Córdoba.

a-b. *Chancelloria* sp. Form A (11+1); **a**, lateral view of a central ray with a large base and short corona; **b**, dorsal view of a sclerite that presents a lateral ray polarization in size and orientation. Internal mould with a phosphatic coating. **c-d.** *Chancelloria* sp. Form A (11?+ 1); **c**, basal view; **d**, detail of the foraminal region in the intersection of two rays. Internal mould with phosphatic coating. **e-i.** *Chancelloria* sp. Form A (11+1); **e**, phosphatised wall with tiny aligned incisions, wrinkles and tumuli; **f**, contact between the phosphatised wall and the phosphatic internal mould; **g-h**, presence of endolythic cyanobacteria located on the internal mould of the same specimen; **i**, wall microstructure of *Chancelloria* sp. Form (11+1) replaced to phosphate, wich consists of two laminae, an outer lamina and an inner lamina, both connected by pillars, transverse sheets and remains of endolytes. **j.** Phosphatised wall of *Chancelloria* sp. Form A.



formas correspondientes a *Chancelloria* sp. B y *Chancelloria* sp. D. Las formas B1 y D1 tienen simetría radial y son apolares, las formas B2 y D2 siguen un patrón que tiende a la bilateralidad y al desarrollo de polaridad, y los elementos B3 y D4 son característicos por la morfología de la región basal y la tendencia a la irregularidad. La forma D3 podría tratarse de un elemento de transición entre formas simétricas 5+0 y 4+0 por un desplazamiento marginal del radio que elimina la simetría radial. La diferencia en el tipo de simetría del esclerito completo, así como en la morfología de las regiones basal y distal de los escleritos laterales, puede deberse a que proceden de diferentes especies de *Chancelloria*. Sin embargo, el estudio de la procedencia de las formas B2-D2 y B3-D4 no es sencillo a causa del desconocimiento sobre la variación morfológica de los escleritos en un mismo individuo. Por otra parte, las formas de simetría radial han sido descritas por Bengtson *et al.* (1990) y

podría tratarse de moldes internos de *Chancelloria racemifundis* Bengtson (*in* Bengtson *et al.*, 1990). El submorfortipo D4 recuerda a las formas del género *Elkanospina* (Missarzhevsky, 1989, Lám. III, fig. 2).

Distribución

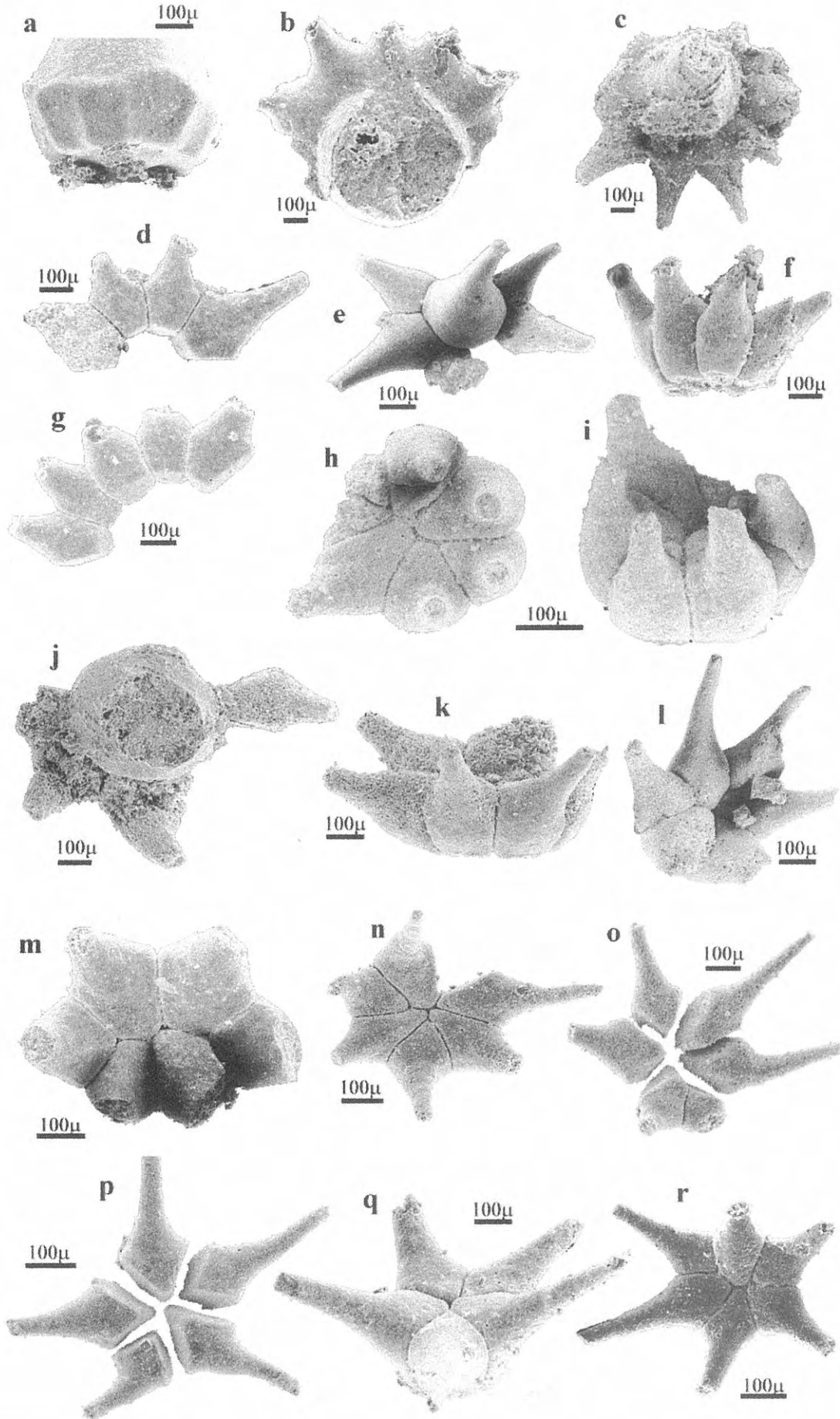
Niveles 95PJ/P3, 95PJ/P8', 95PJ/P8'', 95PJ/P8''2, 95PJ/P8''3, 95E4/2, 95E5/1, 95E5/2, 95E5/3, 95E5/3-4, 95E5/4, 95E6/1, 95E7/0_d y 95E7/1. Cantera de Pay Jiménez y Cerro de Las Ermitas, Córdoba (España). Formación Pedroche. Ovetiense inferior (Cámbrico Inferior).

Chancelloria sp. Forma E (morfortipos 5-4+1) Fig. 6j

Material: 2 ejemplares. Moldes internos con envueltas fosfáticas.

Figura 5. **a.** Parte basal de radio central de *Chancelloria* sp. Forma A (11?+1). Ejemplar 95PJ/P8''-CH.A-C.10, molde interno, Formación Pedroche, Ovetiense Inferior (Cámbrico Inferior), Pay Jiménez, Alcolea de Córdoba. **b.** *Chancelloria* sp. Forma A (11?+1). Ejemplar 95E5/3-CH.A-C.11, molde interno y muralla fosfatizada con estructura en empalizada, Formación Pedroche, Ovetiense Inferior (Cámbrico Inferior), Cerro de Las Ermitas, Córdoba. **c.** *Chancelloria* sp. Forma A (10?+1). Ejemplar 95E5/3-CH.A-C.12, molde interno y muralla fosfatizada con estructura en empalizada, Formación Pedroche, Ovetiense Inferior (Cámbrico Inferior), Cerro de Las Ermitas, Córdoba. **d.** *Chancelloria* sp. Forma C (8?+1). Ejemplar 95PJ/P3-CH.C-C.13, molde interno, Ovetiense Inferior (Cámbrico Inferior), Pay Jiménez, Alcolea de Córdoba. **e.** *Chancelloria* sp. Forma C (6?+1). Ejemplar 95PJ/P3-CH.C-C.14, molde interno, Formación Pedroche, Ovetiense Inferior (Cámbrico Inferior), Pay Jiménez, Alcolea de Córdoba. **f.** *Chancelloria* sp. Forma B1 (7?+0). Ejemplar 95E4/2-CH.B-C.15, molde interno y muralla fosfatizada con estructura en empalizada, Formación Pedroche, Ovetiense Inferior (Cámbrico Inferior), Cerro de Las Ermitas, Córdoba. **g.** *Chancelloria* sp. Forma A (11?+1). Ejemplar 95PJ/P8''-CH.A-C.16, molde interno, Formación Pedroche, Ovetiense Inferior (Cámbrico Inferior), Pay Jiménez, Alcolea de Córdoba. **h-i.** *Chancelloria* sp. Forma B3 (7+0); **h**, vista dorsal, que ejemplar el desarrollo de polaridad; **i**, vista lateral, obsérvese que los radios tienen una base de morfología subsférica. Ejemplar 95E4/2-CH.B3-C.17, molde interno, Formación Pedroche, Ovetiense Inferior (Cámbrico Inferior), Cerro de Las Ermitas, Córdoba. **j.** *Chancelloria* sp. Forma A (10?+1). Ejemplar 95E5/3-CH.A-C.18, molde interno, Formación Pedroche, Ovetiense Inferior (Cámbrico Inferior), Cerro de Las Ermitas, Córdoba. **k.** *Chancelloria* sp. Forma D2 (6+0). Ejemplar 95E4/2-CH.D2-C.19, molde interno, Formación Pedroche, Ovetiense Inferior (Cámbrico Inferior), Cerro de Las Ermitas, Córdoba. **l.** *Chancelloria* sp. Forma D2 (6+0). Ejemplar 95PJ/P3-CH.D2-C.20, molde interno, Formación Pedroche, Ovetiense Inferior (Cámbrico Inferior), Pay Jiménez, Alcolea de Córdoba. **m.** *Chancelloria* sp. Forma D2 (6+0). Ejemplar 95PJ/P8''-CH.D2-C.21, molde interno, Formación Pedroche, Ovetiense Inferior (Cámbrico Inferior), Pay Jiménez, Alcolea de Córdoba. **n.** *Chancelloria* sp. Forma B2 (7+0). Ejemplar 95E4/2-CH.B2.C.22, molde interno, Formación Pedroche, Ovetiense Inferior (Cámbrico Inferior), Cerro de Las Ermitas, Córdoba. **o.** *Chancelloria* sp. Forma D2 (6+0). Ejemplar 95E4/2-CH.D2-C.23, molde interno, Formación Pedroche, Ovetiense Inferior (Cámbrico Inferior), Cerro de Las Ermitas, Córdoba. **p.** *Chancelloria* sp. Forma D3 (5+0). Ejemplar 95E4/2-CH.D3-C.24, molde interno, Formación Pedroche, Ovetiense Inferior (Cámbrico Inferior), Cerro de Las Ermitas, Córdoba. **q.** *Chancelloria* sp. Forma D3 (5+0). Ejemplar 95PJ/P3-CH.D3-C.25, molde interno, Formación Pedroche, Ovetiense Inferior (Cámbrico Inferior), Pay Jiménez, Alcolea de Córdoba. **r.** *Chancelloria* sp. Forma D2 (6+0). Ejemplar 95E5/3-CH.D2-C.26, molde interno, Formación Pedroche, Ovetiense Inferior (Cámbrico Inferior), Cerro de Las Ermitas, Córdoba.

a. Basal area of a central ray of *Chancelloria* sp. Form A (11?+ 1). Internal mould. **b.** *Chancelloria* sp. Form A (11?+ 1). Internal mould and phosphatised wall with structure in barrier. **c.** *Chancelloria* sp. Form A (10?+ 1). Internal mould and phosphatised wall with structure in barrier. **d.** *Chancelloria* sp. C Form (8?+ 1). Internal mould. **e.** *Chancelloria* sp. Form C (6?+ 1). Internal mould. **f.** *Chancelloria* sp. Form B1 (7?+ 0). Internal mould and phosphatised wall with structure in barrier. **g.** *Chancelloria* sp. Form A (11?+ 1). Internal mould. **h-i.** *Chancelloria* sp. Form B3 (7+0); **h**, dorsal view that shows the development of polarity; **i**, lateral view, rays of subspherical base can be observed. Internal mould. **j.** *Chancelloria* sp. Form A (10?+1). Internal mould. **k.** *Chancelloria* sp. Form D2 (6+0). Internal mould. **l.** *Chancelloria* sp. Form D2 (6+0). Internal mould. **m.** *Chancelloria* sp. Form D2 (6+0). Internal mould. **n.** *Chancelloria* sp. Form B2 (7+0). Internal mould. **o.** *Chancelloria* sp. Form D2 (6+0). Internal mould. **p.** *Chancelloria* sp. Form D3 (5+0). Internal mould. **q.** *Chancelloria* sp. Form D3 (5+0). Internal mould. **r.** *Chancelloria* sp. Form D2 (6+0). Internal mould.



Descripción

Escleritos con simetría bilateral y polaridad, formados por radios laterales con regiones basales robustas, que tienen un contorno cuadrado, trapezoidal, triangular o irregular y que igualan o superan en tamaño a la región basal del radio central. La faceta central de los radios laterales se encuentra arqueada, al cubrir lateralmente una superficie mayor que la de los morfotipos con radios centrales.

Discusión

El morfotipo 5-4+1 es característico de *Chancelloria maroccana* (Sdzuy, 1969, Lám. 14, fig. 14), aunque el material obtenido en Córdoba pierde la simetría radial y la afinidad en los radios.

Distribución

Niveles 95PJ/P8'' y 95E5/3. Localidades Cantera de Pay Jiménez y Cerro de Las Ermitas, Córdoba (España). Formación Pedroche. Ovetiense inferior (Cámbrico Inferior).

Género *Allonnia* Doré y Reid, 1965

Especie tipo: *Allonnia tripodophora* Doré y Reid, 1965.

Diagnos

Chancelloríridos de simetría radial o bilateral, correspondientes a morfotipos 3+0 y 4+0. Están compuestos por radios horizontales o verticales que parten de un área basal generalmente alta y en forma de

corona. Los radios forman ángulos de 90°, en formas tetrarradiadas, o 120°, en escleritos trirradiados; que pueden variar dependiendo de su grado de simetría.

Observaciones

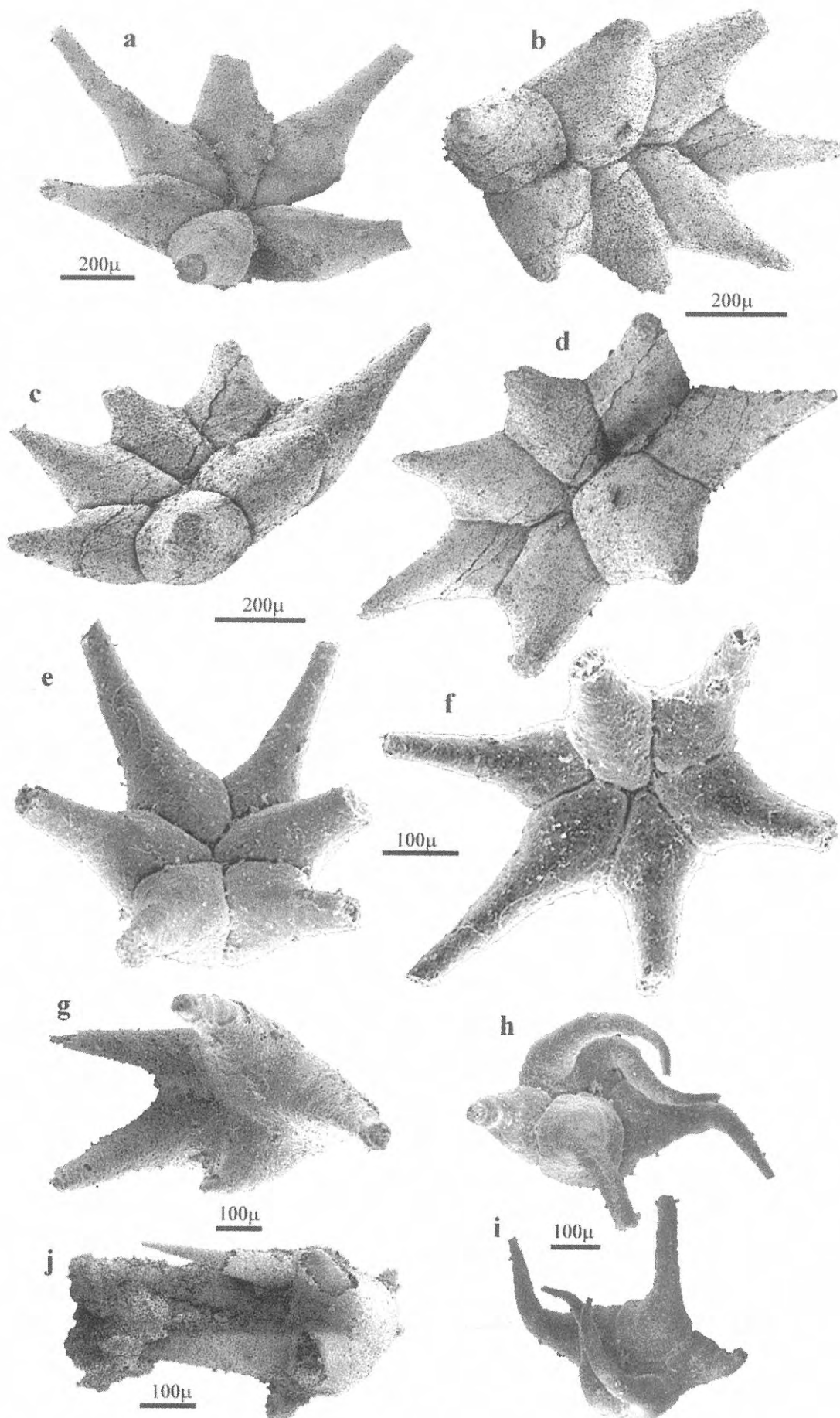
El género *Onychia* fue establecido por Jiang (*in Luo et al.*, 1982) para escleritos de fórmula 4+0. Según Qian y Bengtson (1989), este nombre es homónimo de cuatro taxones de moluscos e insectos establecidos en el siglo XIX. Estos escleritos forman parte del escleritoma de *Chancelloria eros*, aunque su distribución en otros taxones de chancelloríridos es desconocida. Qian y Bengtson (1989) no encuentran razones suficientes que permitan separar al género *Onychia* de *Allonnia*, pues ambos géneros tienden a aparecer en las mismas capas y presentan las mismas características morfológicas, por lo que suponen que son sinónimos, y proponen la inclusión del género *Onychia*, y su especie tipo *Onychia tetrathallis* Jiang (*in Luo et al.*, 1982), en el género *Allonnia*.

Distribución

Las formas adscritas al género *Allonnia* son características de las regiones paleogeográficas correspondientes a diferentes partes de Gondwana. En el Cámbrico Inferior de la Provincia de Yunnan (China), aparecen las especies *Allonnia ? tetrathallis* (Jiang, 1982), *A. erromenosa* Jiang, 1982 y *A. ? simplex* (Jiang, 1982) en la capa 13, correspondiente al Miembro Yuanshan (Formación Qiongzhusi) de la sucesión del área de Meishucun. Previamente, Jiang (*in Luo et al.*, 1982),

Figura 6. **a.** *Chancelloria* sp. Forma B1 (8+0). Ejemplar 95PJ/P8''2-CH.B1-C.27, molde interno, Formación Pedroche, Ovetiense Inferior (Cámbrico Inferior), Pay Jiménez, Alcolea de Córdoba. **b-d.** *Chancelloria* sp. Forma B2 (7+0) con una ligera simetría bilateral; **b**, vista del radio medial caracterizado por la base robusta; **c**, vista lateral que muestra el alargamiento de todo el esclerito definido por los radios laterales; **d**, vista dorsal, se observa que el eje de elongación máxima es perpendicular al plano de simetría bilateral. Ejemplar 95PJ/P8''2-CH.B2-C.28, molde interno, Formación Pedroche, Ovetiense Inferior (Cámbrico Inferior), Pay Jiménez, Alcolea de Córdoba. **e-f.** *Chancelloria* sp. Forma D2 (6+0), la disposición de los radios sigue un patrón tendente a una simetría bilateral, obsérvense las trazas de epilithes situados sobre la región distal del radio de mayor longitud; **e**, vista lateral; **f**, vista dorsal. Ejemplar 95E5/3-CH.D2-C.29, molde interno con envuelta fosfática, Formación Pedroche, Ovetiense Inferior (Cámbrico Inferior), Cerro de Las Ermitas, Córdoba. **g.** *Chancelloria* sp. Forma D3 (5+0). Ejemplar 95E5/3-CH.D3-C.30, muralla fosfatizada con microestructura en empalizada y molde interno, Formación Pedroche, Ovetiense Inferior (Cámbrico Inferior), Cerro de Las Ermitas, Córdoba. **h-i.** *Chancelloria* sp. Forma D5 (5+0); **h**, vista dorsal, se observa la existencia de un radio con una base bien desarrollada de la que parte una región distal de aspecto grácil, mientras que los radios laterales tienen bases pequeñas y regiones distales recurvadas; **i**, vista lateral. Ejemplar 95E5/3-CH.D5-C.31, molde interno con envuelta fosfática, Formación Pedroche, Ovetiense Inferior (Cámbrico Inferior), Cerro de Las Ermitas, Córdoba. **j.** *Archiasterella pentactina* Sdzuy, 1969. Ejemplar 95E5/1-ARCH-C.32, muralla fosfatizada con microestructura en empalizada y molde interno, Formación Pedroche, Ovetiense Inferior (Cámbrico Inferior), Cerro de Las Ermitas, Córdoba.

a. *Chancelloria* sp. Form B1 (8+0). Internal mould. **b-d.** *Chancelloria* sp. Form B2 (7+0) with a slight bilateral symmetry; **b**, view of the medial ray, which is characterized by a robust base; **c**, lateral view showing the lengthening of the whole sclerite defined by the lateral rays; **d**, dorsal view of the sclerite with a maximum elongation axis being perpendicular to the plane of bilateral symmetry. Internal mould. **e-f.** *Chancelloria* sp. Form D2 (6+0), constraining the ray arrangement to a bilateral symmetry, traces of epilithes can also be recognised on the region distal of the longest ray of the sclerite; **e**, lateral view; **f**, dorsal view. Internal mould with phosphatic coating. **g.** *Chancelloria* sp. Form D3 (5+0). Phosphatised wall with microstructure in barrier and internal mould. **h-i.** *Chancelloria* sp. Form D5 (5+0); **h**, dorsal view showing a gracile and large base sclerite, contrasting to the lateral and smaller base sclerites; **i**, lateral view. Internal mould with phosphatic coating. **j.** *Archiasterella pentactina* Sdzuy, 1969. Phosphatised wall with microstructure in barrier and internal mould.



establece estas tres especies en los afloramientos en la Provincia de Yunnan, de la parte superior del Miembro Badaowan (Formación Qiongzhusi). En Australia, Bengtson *et al.* (1990) identifican la especie *Allonnia* cf. *tripodophora* en las Calizas Parara que afloran en las localidades de Curramulka, Barranco Horse y Kulpara, y en las Calizas Ajax del Monte Scott. Su distribución bioestratigráfica abarca las zonas *Abadiella huoi-Pararaia tatei*, intervalo correspondiente al techo del Atdabaniense. Missarzhevsky (1989) y Pospelov *et al.* (1995) indican la existencia del género en la Zona *Yochelcionella stilifera* del Botomiense inferior de la Plataforma de Siberia, y en la Unidad V, correspondiente a la base del Horizonte Natalievka (Atdabaniense inferior) en el Río Kiya, respectivamente. En Mongolia, Esakova y Zhegallo (1996) obtienen *Allonnia tripodophora* en el Atdabaniense y Botomiense, y *Onychia* sp. en la Zona *Mongolitubulus squamifer* (Botomiense inferior). Missarzhevsky y Mambetov (1981) identifican *Allonnia* sp. en las unidades 5, 6 y 11 de la Formación Shabakty en la Zona *Rhombocorniculum cancellatum* (Atdabaniense medio-superior) de Kazajstán. Kumar *et al.* (1987, Figs. 3f, g, i y j) figuran restos de *Allonnia erromenosa* Jiang (*in Luo et al.*, 1982) y *Dimidia simplexa* Jiang (*in Luo et al.*, 1982), que proceden de los

afloramientos en el Valle de Ganga (India) de la parte superior del Miembro Arenoso de la Formación Tal, correlacionados con la Zona III de la parte alta del Meishucuniense. Elicki (1994) identifica *Allonnia tetrathallis*, *A. tripodophora* y *Allonnia* sp. en el Miembro Ludwigsdorf Superior y el Miembro Superior de Carbonatos, unidades que afloran en los Sinclinorios de Görlitz y Doberlug-Torgau (Norte y Este de Sajonia, Alemania), respectivamente. Doré y Reid (1965) establecen la especie *Allonnia tripodophora* a partir de elementos obtenidos en las lutitas nodulosas del Cámbrico Inferior del anticlinal de Moitiers d'Allonne, Carteret (Francia).

Allonnia sp. Forma A (morfortipo 4+0)

Fig. 7c-l, p

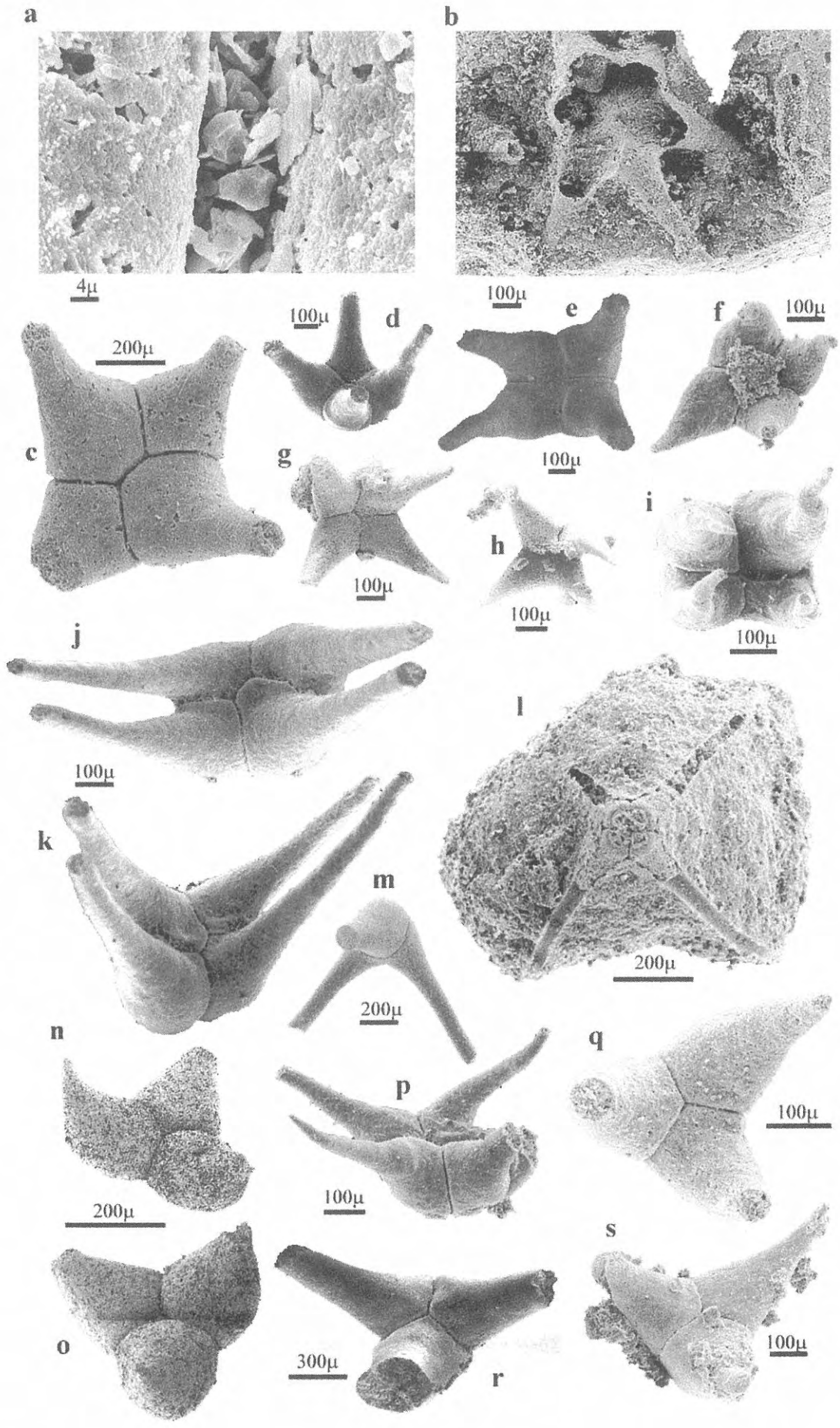
Material: 344 ejemplares. Moldes internos con envueltas fosfáticas.

Descripción

La variabilidad morfológica de este morfortipo es muy amplia, y depende del tipo de simetría y de los radios laterales. En general, reconocemos las siguientes formas:

Figura 7. **a.** Detalle del área de contacto entre dos radios consecutivos, en la parte central se observan cristales de apatito que mantienen unidos los radios vecinos, a ambos lados del área de contacto aparece una estructura masiva criptocristalina correspondiente a los moldes internos. Ejemplar 95E4/2-CH.D3-C.33, Formación Pedroche, Ovetiense Inferior (Cámbrico Inferior), Cerro de Las Ermitas, Córdoba. **b.** *Chancelloria* sp. Forma D2 con desarrollo de simetría bilateral. Muralla fosfatizada con la microestructura fibrosa preservada. Ejemplar 95E5/1-CH.D2-C.34, Formación Pedroche, Ovetiense Inferior (Cámbrico Inferior), Cerro de Las Ermitas, Córdoba. **c-e, g.** Cuatro ejemplares de *Allonnia* sp. Forma A2. 95E5/3-ALL.A2-C.35, moldes internos, Formación Pedroche, Ovetiense Inferior (Cámbrico Inferior), Cerro de Las Ermitas, Córdoba. **f, h-i.** *Allonnia* sp. Forma A2. 95PJ/P3-ALL.A2-C.36, moldes internos, Formación Pedroche, Ovetiense Inferior (Cámbrico Inferior), Pay Jiménez, Alcolea de Córdoba. **j-k.** *Allonnia* sp. Forma A2; **j,** vista dorsal del molde interno de un esclerito con simetría bilateral bien desarrollada según dos planos perpendiculares entre sí; **k,** vista lateral. Ejemplar 95E5/3-ALL.A2-C.37, moldes internos, Formación Pedroche, Ovetiense Inferior (Cámbrico Inferior), Cerro de Las Ermitas, Córdoba. **l.** *Allonnia* sp. Forma A1, región basal. Esclerito incluido en un nódulo fosfático; se observan las cuatro áreas foraminales de cada uno de los moldes internos de los radios. Ejemplar 95E5/3-ALL.A1-C.38, molde interno, Formación Pedroche, Ovetiense Inferior (Cámbrico Inferior), Cerro de Las Ermitas, Córdoba. **m, r.** *Allonnia* sp. Forma B3. Ejemplar 95E5/3-ALL.B3-C.39, moldes internos, Formación Pedroche, Ovetiense Inferior (Cámbrico Inferior), Cerro de Las Ermitas, Córdoba. **n-o.** *Allonnia* sp. Forma B2; **n,** vista lateral, las bases de los radios presentan morfología subsférica; **o,** vista dorsal. Ejemplar 95PJ/P8''2-ALL.B2-C.40, molde interno, Formación Pedroche, Ovetiense Inferior (Cámbrico Inferior), Pay Jiménez, Alcolea de Córdoba. **p.** *Allonnia* sp. Forma A2. Ejemplar con simetría bilateral según dos planos perpendiculares. Ejemplar 95E5/3-ALL.A2-C.41, molde interno, Formación Pedroche, Ovetiense Inferior (Cámbrico Inferior), Cerro de Las Ermitas, Córdoba. **q.** *Allonnia* sp. Forma B2. Ejemplar 95PJ/P8'-ALL.B2-C.42, molde interno, Formación Pedroche, Ovetiense Inferior (Cámbrico Inferior), Pay Jiménez, Alcolea de Córdoba. **s.** *Allonnia* sp. Forma B2. Ejemplar 95PJ/P3-ALL.B2-C.43, molde interno, Formación Pedroche, Ovetiense Inferior (Cámbrico Inferior), Pay Jiménez, Alcolea de Córdoba.

a. Detail of the contact area between two consecutive rays, apatite crystals are observed at the central part maintaining joined the sclerite rays, on the both sides of the contact area a massive and cryptocrystalline structure corresponding to the internal moulds is observed. **b.** *Chancelloria* sp. Form D2 with a bilateral symmetry and phosphatised wall with preserved fibrous microstructure. **c-e, g.** Four specimens of *Allonnia* sp. Form A2. Internal moulds. **f, h-i.** *Allonnia* sp. Form A2. Internal moulds. **j-k.** *Allonnia* sp. Form A2; **j,** dorsal view of the internal mould of a sclerite with bilateral symmetry arranged in two perpendicular planes; **k,** lateral view. Internal moulds. **l.** *Allonnia* sp. Form A1, basal region. Sclerite included in a phosphatic nodule; the four foraminal areas of each ray can be appreciated. Internal mould. **m, r.** *Allonnia* sp. Form B3. Internal moulds. **n-o.** *Allonnia* sp. Form B2; **n,** lateral view presenting the bases of the rays subspherical morphology; **o,** dorsal view. Internal mould. **p.** *Allonnia* sp. Form A2. Specimen with bilateral symmetry defined by perpendicular planes. Internal mould. **q.** *Allonnia* sp. Form B2. Internal mould. **s.** *Allonnia* sp. Form B2. Internal mould.



A1 (Fig. 71). Formas de simetría tetrarradiada. La morfología básica es la de elementos formados por radios de bases triangulares con facetas y forámenes estrechos, coronas altas y regiones marginales delgadas y largas. Los cuatro forámenes tienen forma semicircular en la parte externa y triangular en la interna, mediante la cual se conectan lateralmente. Sin embargo, es frecuente encontrar ejemplares cuyos radios laterales presentan bases comprimidas dorso-ventralmente y regiones marginales robustas de contorno triangular o que no desarrollan facetas de contacto entre los radios vecinos que tienen un área foraminal amplia.

A2 (Fig. 7c-k, p). Escleritos con simetría bilateral, determinada por el contacto entre dos radios laterales mediante sus facetas centrales respectivas. Los radios suelen tener forma triangular o robusta, aunque también aparecen ejemplares con áreas marginales delgadas y alargadas. En general, los radios que se encuentran a ambos lados del plano de simetría tienden a disponerse hacia uno de los extremos. Algunos ejemplares poco frecuentes desarrollan dos planos de simetría bilateral, que se disponen entre sí formando un ángulo de 90°. La corona suele ser alta y estrecha, pero puede reducir su componente vertical en aquellos especímenes con radios comprimidos dorso-ventralmente. La región marginal de los radios tiende a estar erecta y a no superar los 45°, aunque puede alcanzar la verticalidad o curvarse irregularmente en su extremo distal.

A3. Formas de pequeño tamaño y coronas circulares muy desarrolladas, de las que parten perpendicularmente radios gráciles fusionados en su región basal.

Discusión

La variabilidad morfológica se corresponde con la de

la especie *Allonnia tetrathallis* Jiang (in Luo *et al.*, 1982) por Qian y Bengtson (1989, Fig. 6: D-E). La existencia de formas gráciles y robustas, con diferentes tipos de simetría, podría ser debida a su pertenencia a diferentes especies. Por otra parte, el morfotipo A3 puede tratarse de un elemento correspondiente al género *Eremactis*.

Distribución

Niveles 95PJ/P3, 95PJ/P7, 95PJ/P8', 95PJ/P8'', 95PJ/P8''2, 95PJ/P8''3, 95E4/2, 95E5/1, 95E5/2, 95E5/3, 95E5/4, 95E6/1 y 95E7/0a. Cantera de Pay Jiménez y Cerro de Las Ermitas, Córdoba (España). Formación Pedroche. Ovetiense inferior (Cámbrico Inferior).

Allonnia sp. Forma B (morfotipo 3+0)

Figs. 3b-d; 7m-o, q-s; 8a-b

Material: 131 ejemplares. Moldes internos con envueltas fosfáticas.

Descripción

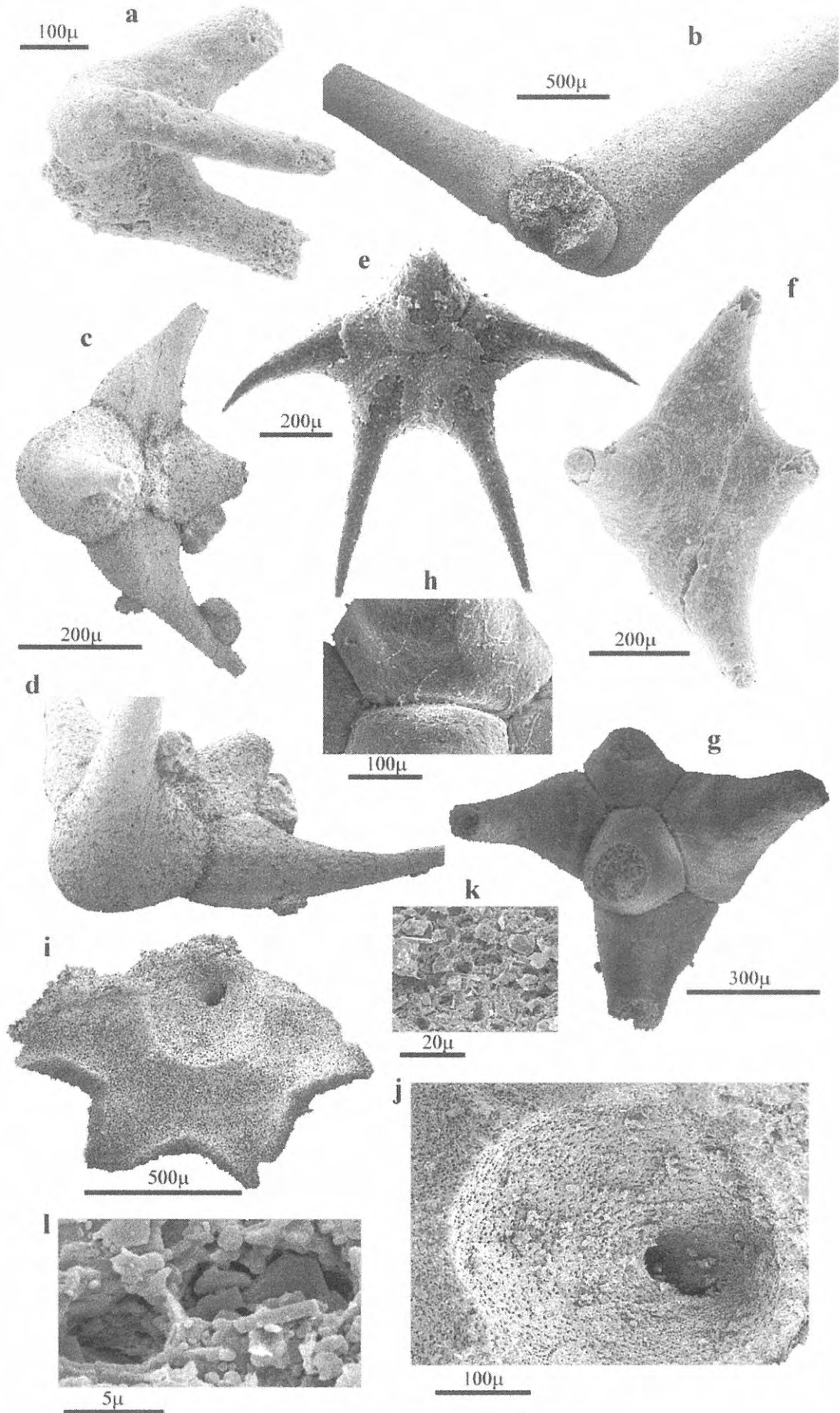
Se observan tres morfotipos diferentes:

B1. Formas gráciles y de pequeño tamaño, con coronas altas y estrechas. Los radios se componen de una región marginal alargada y delgada.

B2 (Figs. 3b-d; 7n-o, q, s). Elementos formados por radios de contorno triangular, con tendencia a una compresión dorso-ventral. La región distal es corta y se conecta de manera gradual con una región basal, ligeramente redondeada y que presenta forámenes de gran diámetro, rodeados por estructuras en forma de herradura, compuestas por pequeñas unidades esféricas. Los radios pueden

Figura 8. **a.** *Allonnia* sp. Forma B3? Ejemplar 95PJ/P8''-ALL.B-C.44, molde interno, Formación Pedroche, Ovetiense Inferior (Cámbrico Inferior), Pay Jiménez, Alcolea de Córdoba. **b.** *Allonnia* sp. Forma B3. Ejemplar 95E5/3-ALL.B3-C.45, molde interno, Formación Pedroche, Ovetiense Inferior (Cámbrico Inferior), Cerro de Las Ermitas, Córdoba. **c-d, f.** *Archiasterella* cf. *hirundo* Bengtson, 1990; **c**, vista dorsal; obsérvese el contacto directo de los dos radios mediales por medio de facetas centrales; **d**, vista lateral, que presenta una región basal de uno de los radios mediales robusta y un tanto esférica. Ejemplar 95PJ/P8''2-ARCH-C.46, molde interno. **f.** Ejemplar 95PJ/P8''-ARCH-C.47, muralla fosfatizada, Formación Pedroche, Ovetiense Inferior (Cámbrico Inferior), Pay Jiménez, Alcolea de Córdoba. **e.** *Archiasterella pentactina* Szdzy, 1969. Ejemplar 95E5/3-ARCH-C.48, molde interno con envuelta fosfática y trazas de la muralla fosfatizada, Formación Pedroche, Ovetiense Inferior (Cámbrico Inferior), Cerro de Las Ermitas, Córdoba. **g-h.** *Chancelloria* sp. Forma E (5-4+1); **g**, vista dorsal en la que se aprecia un radio central y cuatro laterales; **h**, detalle del contacto entre dos radios; obsérvese la presencia de trazas de endolitos dispuestos en la superficie del molde interno. Ejemplar 95E5/3-CH.E.-C.49, molde interno con envuelta fosfática, Formación Pedroche, Ovetiense Inferior (Cámbrico Inferior), Cerro de Las Ermitas, Córdoba. **i-l.** *Archiasterella pentactina* Szdzy, 1969. Molde externo con impresiones de la ornamentación de la superficie de la muralla; **i**, vista general, que permite reconocer un radio medial y cuatro laterales; **j**, detalle del radio central; **k-l**, detalle de las impresiones porosas del molde externo. Ejemplar 95E5/3-ARCH-C.50, molde externo, Formación Pedroche, Ovetiense Inferior (Cámbrico Inferior), Cerro de Las Ermitas, Córdoba.

a. *Allonnia* sp. Form B3? Internal mould. **b.** *Allonnia* sp. Form B3. Internal mould. **c-d, f.** *Archiasterella* cf. *hirundo* Bengtson, 1990; **c**, dorsal view which shows a direct contact between two medial rays by central facets; **d**, lateral view that presents a robust and somewhat spherical basal region of a medial ray. Internal mould. **f.** Phosphatised wall. **e.** *Archiasterella pentactina* Szdzy, 1969. Internal mould with phosphatic coating and phosphatised wall. **g-h.** *Chancelloria* sp. Form A (5-4+1); **g**, dorsal view, in which a central and four lateral rays are appreciated; **h**, detail of the contact between two rays where the presence of endolithe traces on the internal mould surface can be observed. Internal mould with phosphatic coating. **i-l.** *Archiasterella pentactina* Szdzy, 1969. Outer mould with impressions of the wall surface ornamentation; **i**, general view showing a medial and four lateral rays; **j**, detail of the central ray; **k-l**, detail of the porous impressions of the outer mould.



desarrollar afinidad o presentar variabilidad en un mismo esclerito.

B3 (Figs. 7m, r; 8a-b). Formas de gran tamaño, cuyos radios tienden a adoptar disposición ortogonal así como simetría bilateral. Los radios tienen sección redondeada u ovalada y normalmente no presentan relaciones de afinidad, ya que uno de ellos se encuentra más desarrollado que el resto. Las facetas basales de los tres radios experimentan un desplazamiento hacia el plano perpendicular de uno de los radios, que con frecuencia resulta ser el de diferente tamaño o morfología.

Discusión

Los morfotipos B1 y B2 parecen corresponderse con las especies *Allonnia tripodophora* y *A. erromenosa* Jiang (in Luo *et al.*, 1982), respectivamente. El morfotipo B3 presenta caracteres que no son comunes en el género *Allonnia*, puesto que la faceta basal recuerda a la observada en el género *Archiasterella*. Sin embargo, este último género no ha sido asociado a morfotipos 3+0, por lo que se incluye como una forma diferente del género *Allonnia*.

Distribución

Niveles 95PJ/P3, 95PJ/P8', 95PJ/P8'', 95PJ/P8''2, 95PJ/P8''3, 95E4/2, 95E5/2, 95E5/3, 95E5/3-4, 95E5/4 y 95E5/7. Cantera de Pay Jiménez y Cerro de Las Ermitas, Córdoba (España). Formación Pedroche. Ovetiense inferior (Cámbrico Inferior).

Género *Archiasterella* Sdzuy, 1969

Especie tipo: *Archiasterella pentactina* Sdzuy, 1969.

Diagnos

[Sdzuy (1969)]: "Archiasterélidos cuyo archiaster predominante tiene 5 o más radios; uno de los radios puede adoptar un trazado recto desde el plano basal. Junto a las "archiasteres" pueden aparecer espículas diactinas, que posiblemente no tienen estructura del tipo archiaster."

[Qian y Bengtson (1989)]: "Chancellóridos con escleritos de tipo 5+0, en los que uno de los radios se encuentra recurvado desde el plano de la faceta basal. Pueden presentar morfotipos 2+0."

[Bengtson *et al.* (1990)]: "Escleritos de simetría bilateral que no tienen radio central, aunque uno de ellos se dispone sagital y marginalmente y se curva desde el plano de la faceta basal. El número de radios marginales es generalmente 4 ó 5; también pueden aparecer escleritos 2+0."

Distribución

Sdzuy (1969) establece la especie *Archiasterella pentactina* a partir del material obtenido en la parte alta de las Capas de los Molinos, correspondientes a la Banda *Cornuta sevillana* (Marianiense), que afloran en Cazalla de la Sierra; y *Archiasterella antiqua* Sdzuy, 1969 en las capas del Cámbrico Inferior de Los Barrios de Luna,

correspondientes a los niveles inferiores a la "Fauna de *Dolerolenus*". Missarzhevsky (1989) sitúa, en la Plataforma de Siberia, *Archiasterella pentactina* en la Zona *Yochelcionella stilifera* del Botomiense inferior. *Archiasterella pentactina* fue hallada por Qian y Bengtson (1989) en la capa 13 de la sucesión de Meishucun, en el Miembro Yuanshan (Formación Qiongzhusi) y forma parte de la Asociación *Lapworthella-Tannuolina-Sinosachites*, correlacionada con la parte alta del Meishucuniense. En Australia, Bengtson establece la especie *Archiasterella hirundo* Bengtson (in Bengtson *et al.*, 1990) a partir de los ejemplares obtenidos en las Calizas Parara que afloran en las localidades de Curramulka, Barranco Horse y Kulpara, así como en las Calizas Ajax del Monte Scott. Su distribución bioestratigráfica aparece restringida a la Zona *Abadiella huoi-Pararaia tatei*, que se corresponde con el techo del Atdabaniense. Elicki (1994) identifica *Archiasterella pentactina* y *A. hirundo* en el Miembro Ludwigsdorf Superior y el Miembro Superior de Carbonatos, unidades litoestratigráficas del Atdabaniense superior que afloran en los Sinclinorios de Görlitz y Doberlug-Torgau (norte y este de Sajonia, Alemania). Algunos de los escleritos figurados por Landing y Bartowsky (1996, Fig. 8), procedentes del Cámbrico Inferior de New York, parecen ejemplares de *Archiasterella hirundo*, aunque son determinados como diferentes formas 4+0 correspondientes al género *Chancelloria*.

Archiasterella pentactina Sdzuy, 1969

Figs. 6j; 8e, i-k

Material: 29 ejemplares. Moldes internos con envueltas fosfáticas, murallas silicificadas y moldes externos.

Descripción

Formas 5+0 con simetría bilateral fuertemente desarrollada, con los radios comprimidos dorso-ventralmente. El aspecto general del esclerito es muy característico, ya que está formado por cuatro radios laterales que disponen en el mismo plano sus regiones proximales y distales, y un único radio medial. La longitud máxima puede superar los 2 mm. El radio lateral, por el que pasa el plano de simetría, se caracteriza por presentar una región basal trapezoidal robusta y una marginal pequeña y ganchuda. En las facetas laterales de este radio se conectan otros dos que tienen una región distal puntiaguda, grácil y curvada hacia uno de los extremos del plano de simetría y una región basal con un hábito triangular. El esclerito se completa por dos radios de región distal erecta y región basal trapezoidal. Las facetas basales son planas y muy amplias, y portan forámenes de diámetro grande. La superficie parece estar formada por espinas o pequeños tubérculos. Algunos especímenes presentan caracteres especiales que los diferencian del morfotipo antes descrito. Éstos suelen ser de menor tamaño, tienen radios erectos que tienden a disponerse paralelos. Los radios con mayor región basal tienen una región distal de mayor longitud que en la forma anterior.

Discusión

Las características que presenta el material obtenido en la Sierra de Córdoba son típicas de *Archiasterella pentactina*.

Distribución

Niveles 95PJ/P8'', 95E5/2, 95E5/3 y 95E5/4. Cantera de Pay Jiménez y del Cerro Las Ermitas, Córdoba (España). Formación Pedroche. Ovetiense inferior (Cámbrico Inferior).

Archiasterella cf. *hirundo* Bengtson, 1990

Figs. 3e-f; 8c-d, f

Material: 87 ejemplares. Moldes internos con envueltas fosfáticas, murallas silicificadas y moldes externos.

Descripción

Morfotipo 4+0 con simetría bilateral, caracterizado porque el plano de simetría contiene una región medial formada por dos radios y una lateral, por otros dos. Los radios están comprimidos dorso-ventralmente, con excepción de uno de los radios mediales que tiene una región basal ligeramente esférica, circular o triangular, compuesta de dos facetas laterales y una central. Su región distal es erecta o ligeramente curvada hacia el extremo opuesto del esclerito, y muy alargada (duplica sin dificultad la longitud del resto de los radios). Los radios laterales tienen una región proximal triangular, formada por dos facetas laterales, una de las cuales contacta con cada una de las facetas laterales del radio de mayor tamaño. El otro radio medial tiene una región proximal compuesta de una faceta central y dos proximales, lo que le permite conectar con todos los radios del esclerito. Además, este radio se caracteriza por estar incluido en el plano de simetría bilateral y en posición opuesta al de mayor desarrollo. En general, los dos radios laterales y uno de los mediales son paralelos al plano horizontal, que es el que contiene las facetas basales. Los forámenes tienen un diámetro grande, forma elíptica y ocupan la parte externa de las facetas basales. La superficie está compuesta de pequeños tubérculos y estructuras fibrosas orientadas.

Discusión

La morfología de los radios de los ejemplares obtenidos en Córdoba es diferente a la de los ejemplares estudiados por Bengtson (*in Bengtson et al.*, 1990, Figs. 29 y 30), ya que las formas Australianas son de menor tamaño y más gráciles que los especímenes hallados en España. Además, el contacto de las facetas centrales se realiza en los radios mediales y no en los laterales, que es lo que sucede en los ejemplares de Australia. Sin embargo, Bengtson reconoce formas análogas a *Archiasterella hirundo* en las que la conexión de las facetas centrales se lleva a cabo por los radios mediales, como en *Archiasterella* cf. *hirundo* (Bengtson *et al.*, 1990, Figs. 29 y 30). Este morfotipo presenta los mismos caracteres que las formas ibéricas, por lo que suponemos que se trata de los mismos escleritos. Probablemente

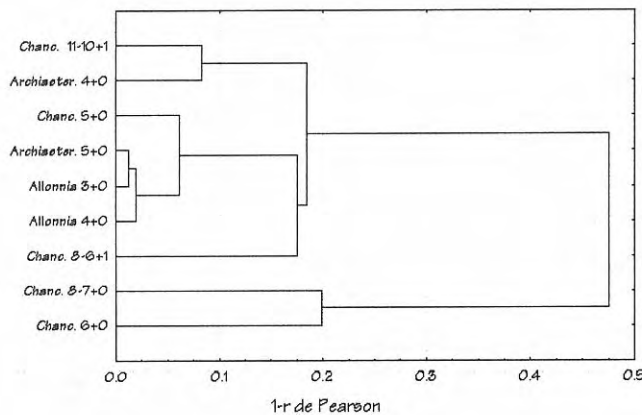


Figura 9. Dendrograma de la concurrencia estratigráfica de los diferentes morfotipos de escleritos de chancellóridos obtenidos en Pay-Jiménez y el Cerro de Las Ermitas.

Dendrogram of the stratigraphical concurrence of chancellorid sclerite morphotypes obtained in Pay-Jiménez and Cerro de Las Ermitas.

algunos de los ejemplares de simetría bilateral, que han sido determinados como *Allonnia* sp. A1, se correspondan con el taxón *Archiasterella hirundo*, al presentar dos radios laterales que se conectan entre sí por medio de facetas centrales, y dos radios mediales con desplazamiento marginal.

Distribución

Niveles 95PJ/P3, 95PJ/P8', 95PJ/P8'', 95PJ/P8''2, 95E4/2, 95E5/1, 95E5/2, 95E5/3, 95E5/3-4, 95E5/4 y 95E7/0_q. Cantera de Pay Jiménez y Cerro de Las Ermitas, Córdoba (España). Formación Pedroche. Ovetiense inferior (Cámbrico Inferior).

ASOCIACIONES DE ESCLERITOS. IMPLICACIONES PALEOBIOLOGICAS

La correlación de la coincidencia estratigráfica existente entre los diferentes escleritos, inferida mediante la elaboración de un dendrograma de correlación (Fig. 9; Tablas 1 y 2), así como la observación de la morfología de los escleritos aislados, permiten proponer las siguientes asociaciones de escleritos, que podrían representar parcial o totalmente los diferentes escleritomas de las especies presentes en los materiales del Cámbrico Inferior de Córdoba (Fig. 9):

1. *Chancelloria* sp. 1. Asociación compuesta por escleritos correspondientes al morfotipo *Chancelloria* sp. Forma A. Los escleritos incluidos en esta asociación presentan una correlación muy alta con el morfotipo *Archiasterella hirundo* y, en menor medida, con *Chancelloria* sp. Forma B (8-6+1). Sin embargo, en el dendrograma, los morfotipos 11-10+1 y 7-8+0 se agrupan en diferentes conjuntos lo que,

Morfotipos	Chanc. FA	Chanc. FB	Chanc. FD 6+0	Chanc. FD 5+0	Chanc. FC	Archiast. 5+0	Archiast. 4+0	Allonn. FA 4+0	Allonn. FB 3+0
95PJ/P3	0	2	18	14	2	0	2	19	8
95PJ/P7	0	0	0	0	0	0	0	1	0
95PJ/P8	0	2	1	2	0	0	5	8	1
95PJ/P8'	16	9	68	66	5	3	23	15	18
95PJ/P8'2	0	0	1	1	0	0	1	1	1
95PJ/P8'3	0	0	1	1	0	0	1	1	1
95E42	1	2	16	23	0	0	4	11	1
95E51	0	0	3	1	0	0	1	1	0
95E52	31	5	6	18	3	2	17	25	17
95E53	38	2	43	136	10	15	28	207	75
95E53-4	0	0	0	1	1	0	2	0	4
95E54	0	0	4	6	0	5	1	4	7
95E70'd	0	0	0	0	0	0	2	2	0

Tabla 1. Matriz de datos de presencias absolutas que muestra el número de ejemplares por nivel muestreado. Obsérvese que el número no coincide con el indicado con en el apartado de taxonomía. Se han eliminado aquellos ejemplares dañados o fragmentados (p.e. radios asociados o aislados) que pudieran proceder de un mismo ejemplar.

Data matrix of absolute presence that shows the number of sclerites in each sampled level. The total number of specimens does not coincide with the number expressed in the taxonomy section. Those elements damaged or broken that could proceed from a same specimen were rejected.

	Chanc. FA	Chanc. FB	Chanc. FD 6+0	Chanc. FD 5+0	Chanc. FC	Archiast. 5+0	Archiast. 4+0	Allonn. FA 4+0	Allonn. FB 3+0
Chanc. FA	0	0.450500757	0.428784221	0.188796893	0.249600872	0.174137026	0.082588524	0.21699743	0.134197935
Chanc. FB	0.450500757	0	0.198623776	0.533540606	0.618465483	0.761382401	0.268066168	0.858606398	0.694208205
Chanc. FD 6+0	0.428784221	0.198623776	0	0.198747903	0.367119044	0.41210705	0.191034332	0.496011198	0.383007765
Chanc. FD 5+0	0.188796893	0.533540606	0.198747903	0	0.161195606	0.052651998	0.108839065	0.085181303	0.046077222
Chanc. FC	0.249600872	0.618465483	0.367119044	0.161195606	0	0.177905947	0.169727683	0.217256427	0.14302206
Archiast. 5+0	0.174137026	0.761382401	0.41210705	0.052651998	0.177905947	0	0.192085966	0.018042589	0.012766711
Archiast. 4+0	0.082588524	0.268066168	0.191034332	0.108839065	0.169727683	0.192085966	0	0.262419671	0.152758002
Allonn. FA 4+0	0.21699743	0.858606398	0.496011198	0.085181303	0.217256427	0.018042589	0.262419671	0	0.021482905
Allonn. FB 3+0	0.134197935	0.694208205	0.383007765	0.046077222	0.14302206	0.012766711	0.152758002	0.021482905	0

Tabla 2. Matriz de correlación resultante del índice 1-r de Pearson.

Correlation matrix of the 1-r of Pearson index.

- junto con su inclusión en morfotipos diferentes de escleritos, favorece su agrupación en asociaciones diferentes. Por otra parte, aunque las formas 11-10+1 y *Archiasterella hirundo* presenten una alta correlación, es evidente que forman parte de organismos diferentes, lo que indicaría que su coincidencia en los mismos niveles estratigráficos está determinada por condiciones paleoecológicas o tafonómicas.
- Chancelloria* sp. 2. Asociación de formas 8-3+0 (p.p. *Allonnia* sp. Formas A y B). La correlación entre los morfotipos 5+0, 4+0 y 3+0 es muy elevada, por lo que aparecen en el dendrograma asociados en el mismo grupo. Se han añadido posteriormente las formas 6+0 y 7- 8+0 al presentar un tipo de simetría y una morfología radial similares.
 - Chancelloria* cf. *eros* (sensu Qian y Bengtson, 1989). Formada por morfotipos 8-6+1 y parte de los 4+0. La presencia de morfotipos 4+0 en esta asociación está apoyada por la morfología de los radios laterales y la correlación alta entre las formas 4+0 y 8-6+1.
 - Archiasterella* sp. Formada por los morfotipos *Archiasterella pentactina*, *Archiasterella* cf. *hirundo* y, posiblemente, las formas de mayor tamaño y simetría bilateral correspondientes a *Allonnia* 3+0, lo

que explicaría la correlación tan alta entre las formas *Archiasterella pentactina* y *Allonnia* sp. B (3+0).

- Allonnia* sp. Asociación formada por el morfotipo *Allonnia* sp. B2, y que ha sido establecida por Qian y Bengtson (1989).

El establecimiento de estas cinco asociaciones es una propuesta que debe considerarse con sumo cuidado, ya que muchos de los morfotipos con morfologías semejantes están definidos a partir de escleritos que proceden de diferentes especies. Además, la coincidencia en los mismos niveles de los diferentes morfotipos de escleritos puede estar dirigida tanto por factores biológicos como paleoecológicos o tafonómicos. Por tanto, estas asociaciones son simples modelos que deben verificarse con la comparación y el estudio de escleritomas completos y la obtención de material nuevo en Córdoba.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo no habría resultado factible sin la ayuda de muchos compañeros y amigos. Deseo expresar mi más sincero agradecimiento a los Doctores Antonio Perejón

Rincón y Elena Moreno, del Departamento de Paleontología de la UCM, al Doctor Peter Carls, del Instituto de Geología de la Universidad Técnica de Braunschweig y a los Doctores Malgorzata Moczyłowska y Stefan Gunnarson, del Departamento de Paleontología y del Departamento de Biología Evolutiva de la Universidad de Uppsala, respectivamente. La finalización de este trabajo ha sido posible por una Beca Postdoctoral del Centro de Astrobiología.

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, J. et Vennin, E. 1996. Spicules d'éponges et Chancelloriidae cambriens des Chaînes Ibériques (NE Espagne). *Revue de Micropaléontologie*, **39**, 293-304.
- Bengtson, S. 1977. Aspects of problematic fossils in the early Palaeozoic. *Acta Universitatis Upslensis*, **415**, 1-71.
- Bengtson, S. and Conway Morris, S. 1984. A comparative study of Lower Cambrian *Halkieria* and the Middle Cambrian *Wiwaxia*. *Lethaia*, **17**, 307-329.
- Bengtson, S. and Missarzhevsky, V. B. 1981. Coeloscleritophora. A major group of enigmatic Cambrian metazoans. *Short Papers for the Second International Symposium on the Cambrian System, Geological Survey of the United States. Open-File Report*, **81-743**, 19-21.
- Bengtson, S., Conway Morris, S., Cooper, B.J., Jell, P.A. and Runnegar, B. 1990. *Early Cambrian Fossils from South Australia*. Association of Australasian Palaeontologist, Memoir **9**, 1-363.
- Doré, F. et Reid, R. E. 1965. *Allonnia tripodophora* nov. gen. nov. sp. nouvelle éponge du Cambrien inférieur de Carteret (Manche). *Comptes Rendus des Séances de l'Académie des Sciences de Paris*, **1**, 20-21.
- Elicki, O. 1994. Lower Cambrian carbonates from eastern Germany: Palaeontology, stratigraphy and palaeogeography. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Abhandlungen*, **191**, 69-93.
- Esakova, N.V. i Zhegallo, E.A. 1996. Biostratigrafiya i fauna nizhnego kembriya Mongolii [Biostratigraphy and fauna of the Lower Cambrian in Mongolia.]. In: *Trudy Sovmestnoj rossijsko-mongol'skoj paleontologicheskoy ehkspeditsii* (Ed. A. Y. Rozanov). Nauka, Moscow, **46**, 1-214.
- Fernández-Remolar, D. C. 1999. Las calizas fosforíticas del Ovetiense Inferior de la Sierra de Córdoba. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, **95**, 15-45.
- Kumar, G., Bhatt, D. K. and Raina, B. K. 1987. Skeletal microfauna of Meishucunian and Qiongzhusian (Precambrian-Cambrian boundary) age from the Ganga Valley, Lesser Himalaya, India. *Geological Magazine*, **124**, 167-171.
- Landing, E. and Bartowsky, K. 1996. Oldest shelly fossils from the Taconic Allocthon and the late early Cambrian sea-levels in Eastern Laurentia. *Journal of Paleontology*, **70**, 741-761.
- Luo Huilin, Jiang Zhiwen, Wu Xiche, Song Xueliang and Ouyang Lin 1982. *The Sinian-Cambrian boundary in eastern Yunnan, China*. People's Publishing House, Yunnan, 1-265.
- Mehl, D. 1996. Organization and microstructure of the chancelloriid skeleton, implications for the biomineralization of the Chancelloriidae. *Bulletin de L'Institut Océanographique de Monaco, n. spéc.*, **14**(4), 377-385.
- Missarzhevsky, V.V. 1989. Drevneishiye skeltniye okamenelosti i stratigrafiya pograniichnykh tolschch dokembriya i kembriya [Oldest skeletal fossils and stratigraphy of Precambrian and Cambrian boundary beds]. *Trudy Geologicheskogo Instituta, Akademiya. Nauka SSSR*, **443**, 1-237.
- Missarzhevsky, V.V. i Mambetov, A. M. 1981. Stratigrafiya i fauna pograniichnykh sloev kembriya i dokembriya Malogo Karatau [Stratigraphy and fauna of Cambrian and Precambrian boundary beds of Maly Karatau]. *Trudy Geologicheskogo Instituta, Akademiya. Nauka SSSR*, **326**, 1-92.
- Pospelov, A.G., Pelman, Yu.L., Zhuravleva, V.A., Luchinina, V.A., Kuznetsova, V. G., Esakova, N.V., Ermak, V.V. and Asakarina, N.A. 1995. Biostratigraphy of the Kiya River section. *Annales de Paléontologie*, **81**(4), 169-246.
- Poulsen, V. 1967. Fossils from the Lower Cambrian of Bornholm. *Matematisk-Fysiske meddeleser / Danske videnskabernes selskar*, **36**, 1-48.
- Qian Yi 1977. Hyolitha and some problematica from the Lower Cambrian Meishucunian Stage in central and southwestern China. *Acta Palaeontologica Sinica*, **16**, 255-275.
- Qian Yi and Bengtson, S. 1989. Palaeontology and biostratigraphy of the Early Cambrian Meishucunian Stage in Yunnan Province, south China. *Fossils and Strata*, **24**, 1-156.
- Qian Jianxin and Xiao Bing 1984. An Early Cambrian small shelly fauna from Aksu-Wushi Region. *Professional Papers on Stratigraphical Palaeontology*, **13**, 65-90.
- Rigby, J. K. 1978. Porifera of the Middle Cambrian Wheeler Shale, from the Wheeler Amphitheater, House Range, in western Utah. *Journal of Paleontology*, **52**, 1325-1345.
- Romanenko, E. V. 1968. Kembrische gugki ostryada Heteractinellida Altai [Esponjas cámbricas del Orden Heteractinellida de Altai]. *Paleontologicheskii Zhurnal*, **2**, 134-137.
- Sdzuy, K. 1969. Unter- und mittelkambrische Porifera (Chancelloriida und Hexactinellida). *Paläontologische Zeitschrift*, **43**(3/4), 115-147.
- Walcott, C. D. 1911. Cambrian geology and palaeontology. II. Middle Cambrian annelids. *Miscellaneous Collections of the Smithsonian*, **57**, 109-144.
- Walcott, C. D. 1920. Cambrian geology and paleontology. IV. Middle Cambrian Spongiae. *Miscellaneous Collections of the Smithsonian*, **67**(6), 261-364.

Manuscrito recibido: 3 de abril, 2000

Manuscrito aceptado: 4 de agosto, 2000