

## Diversidad de equinodermos y carpoideos en el Cámbrico Inferior y Medio de la Península Ibérica

### *Diversity of Lower-Middle Cambrian echinoderms and carpooids from Spain*

María Dolores GIL CID y Patricio DOMÍNGUEZ ALONSO<sup>1</sup>

#### RESUMEN

SEPKOSKI (1987) distingue dos fases de diversificación: una inicial en el Cámbrico (denominada *Cambrian fauna*) y una segunda fase durante el Ordovícico (denominada *Paleozoic fauna*). Asimismo postula la existencia de una tercera fase (*Modern Fauna*). SEPKOSKI, incluye en la *Fauna Cámbrica* braquiópodos inarticulados, trilobites, hyolites, coelocrinoides y moluscos monoplacóforos. El registro de Equinodermos fósiles determinables en el Cámbrico Inferior español (Marianense) se encuentra en la localidad de Alanís (Sevilla) con *Gogia* (*Alaniscystis andalusiae* UBAGHS & VIZCAINO, 1991) y quizás una segunda especie de *Gogia*. Los siguientes registros se encuentran ubicados en diferentes localidades correspondientes a la parte media del Cámbrico Medio (Caesaraugustiense). Entre estas áreas destacan: Zafra (Extremadura), Cadenas Ibéricas (Aragón), Cordillera Cantábrica (Asturias y León). El registro de fósiles de equinodermos del Cámbrico Medio evidencia una mayor diversidad genérica: *Sotocinctus*, *Gyrocystis*, *Progyrocystis*, *Trochocystoides*, *Asturicystis*, *Ceratocystis* y *Eocystites*. Entre las formas aún no descritas cabe señalar la existencia un nuevo Eocrinoide pedunculado y una nueva especie de *Gogia*. Paleoecológicamente se analizan aspectos tales como morfología, nutrición, movilidad y relación con el sustrato; estos aspectos permiten diferenciar dos modos de vida: 1. formas sésiles con brazos erectos (formas filitradoras pasivas) 2. formas vágiles detritívoras (Carpoideos Cincta y Cornuta). Estas últimas aparecen en el Cámbrico medio y fueron contemporáneos de los primeros.

**Palabras clave:** Diversidad, Morfología, Equinodermos, Carpoideos, Cámbrico, España.

<sup>1</sup> Dpto. de Paleontología, Facultad de Ciencias Geológicas (Universidad Complutense de Madrid) e Instituto de Geología Económica (CSIC-UCM), 28040 Madrid.

## ABSTRACT

SEPKOSKI (1987) documented two phases of diversification: an initial phase in the Cambrian (named *Cambrian Fauna*), a second phase during the Ordovician (named *Paleozoic fauna*) and a third postulated phase (the *Modern Fauna*). SEPKOSKI included within his *Cambrian Fauna* inarticulated brachiopods, trilobites, hyolithids, eocrinoids and monoplacophoran molluscs. Spanish Lower Cambrian echinoderms fossil record (Marianense stage) has a very good locality in where the fossils appear articulated and almost to complete in the *Saukianda* beds. This area is Alanís zone (near Sevilla); the collected material is basically *Gogia* (*Alaniscystis andalusiae* UBAGHS & VIZCAINO, 1991 and perhaps a second undescribed *Gogia*). Others invertebrates are archaeocyathids, trilobites, hyolithids and inarticulated brachiopods. The second correspond to the middle Middle Cambrian (Caesaraugustense stage) and includes a variety of localities as Zafra, Cadenas Ibéricas, Cordillera Cantábrica (Asturias and León). The record has a major diversity with many genera: *Sotocinctus*, *Gyrocystis*, *Progyrocystis*, *Trochocystoides*, *Asturicystis*, *Elliptocinctus*, *Ceratocystis*, *Eocystites*, isolated plates and an undescribed stemmed eocrinoid (gen. nov.) and *Gogia*?. From a general point of view this material has a good preservation. We can differentiate two modes of life: 1. sessile forms with arm erected (filtering) and 2. a lower tiering level detritivorous vagile forms (Carpoids Cincta and Cornuta). The last appear in the Middle Cambrian and were contemporaneous with the first.

**Key words:** Diversity, Morphology, Echinoderms, Carpooids, Cambrian, Spain.

## INTRODUCCIÓN

Los equinodermos constituyen uno de los principales grupos de invertebrados fósiles en relación con las grandes radiaciones o diversificaciones del Cámbrico (primera radiación), y Ordovícico (segunda radiación) (SEPKOSKI, 1987). Según el registro de fósiles conocido, los invertebrados dominantes en el Cámbrico Inferior y Medio son los trilobites y los arqueociatos. El conocimiento y distribución del registro de equinodermos del Paleozoico Inferior español es muy reciente. Si bien, históricamente uno de los primeros hallazgos de equinodermos fósiles del Paleozoico mundial corresponde a un Cincta español (*Trochocystites bohemicus* [= *Gyrocystis* sp.] PRADO, VERNEUIL & BARRANDE, 1856), no fue hasta casi un siglo después cuando se iniciaron, estudios específicos sobre equinodermos y carpoideos del Cámbrico y Ordovícico hispano (HERNÁNDEZ SAMPELAYO, 1933; MELÉNDEZ, 1952; CHAUVEL & MELÉNDEZ, 1984, entre otros).

Los yacimientos con fósiles «completos» de equinodermos de edad Cámbrico Inferior y Medio son muy escasos. J. SPRINKLE, al hablar sobre la radiación cámbrica estima en 75 el número de localidades que en todo el mundo han proporcionado restos más o menos articulados; 21 de esas localidades se concentran en las Montañas Rocosas (SPRINKLE, 1992, pág. 376). Desde esta perspectiva, el objetivo de este trabajo es presentar el estado actual sobre el registro de equinodermos y carpoideos para el Cámbrico Inferior y Medio de la Península Ibérica, tanto en taxones como en localidades, muchas de las cuales han suministrado excelentes especímenes.

El material que ha servido de base para este trabajo consta de las colecciones de los autores obtenidas en campañas de campo a lo largo de una treintena de años. Por otro lado, hemos tenido en consideración los datos publicados y colecciones de determinados autores (v. g. FRIEDRICH, col. tesis doctoral *in Würzburg*). Nuestro material procede en su mayor parte de material asociado a muestras con trilobites, braquiópodos e hyolites. También se han realizado campañas específicas de colecta. Adicionalmente, se han estudiado colecciones públicas (ITGE, Museo Geominero; Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid) así como fondos privados (Col. SARACHAGA-SEGURA, Col. VIZCAINO).

Con este material se ha confeccionado un mapa de distribución geográfica de los hallazgos ordenados según criterios sistemáticos y cronoestratigráficos. En la Tabla 1 hemos sintetizado la relación de los diferentes equinodermos y carpoideos conocidos por los autores para los materiales del Paleozoico español. El criterio de agrupación adoptado ha sido por Clases (Cornuta, Cineta y Eocrinoidea); también aparecen indicadas las áreas de procedencia de los fósiles. Entre las contribuciones más significativas en relación con estos organismos cabe citar: FRIEDRICH, 1993; SDZUY, 1993; SCHROEDER, 1973; UBAGHS & VIZCAINO, 1991; GIL & DOMÍNGUEZ, 1995a, 1995b, 1998). En esta recopilación es significativo el alto número de especies conocidas para el Cámbrico Medio frente a la baja presencia detectada en el Cámbrico Inferior.

Una visión sintética de estos datos en un contexto geográfico es la que se ofrece en la Fig. 1. Aquí tenemos la distribución de los equinodermos y carpoideos conocidos en el Cámbrico español; en las siete áreas generales de ubicación se ha intentado reflejar mediante símbolos el tipo de organismo recolectado así como el número de especies presentes en cada área. Destaca la abundancia de especies de la Clase Cineta, la cual ha sido profusamente estudiada por diferentes equipos (SCHROEDER, 1973; FRIEDRICH, 1993; SDZUY, 1993; GIL & DOMÍNGUEZ, 1995a, 1995b, 1998; DOMÍNGUEZ, 1999).

---

**CÁMBRICO INFERIOR (Marianense)**
**Eocrinoidea**

- Gogia* (*Alaniscystis*) *andalusiae* UBAGHS & VIZCAINO, 1991 Alanís  
*Gogia* sp. nov. (GIL & DOMÍNGUEZ, inédit.) Alanís

**CÁMBRICO MEDIO (Cesaraugustiense)****Cincta**

- Sucocystis melendezi* (SCHROEDER, 1973) Aragón  
*Gyrocystis badulesiensis* FRIEDRICH, 1993 Aragón  
*Gyrocystis cruzae* GIL & DOMÍNGUEZ, 1995 Asturias  
*Gyrocystis erecta* FRIEDRICH, 1993 Aragón  
*Gyrocystis testudiformis* FRIEDRICH, 1993 Aragón, Asturias.  
*Gyrocystis platessa* JAEKEL, 1918 Asturias, Demanda,  
Aragón  
*Gyrocystis* sp. A (GIL & DOMÍNGUEZ, 1995) Zafra  
*Progyrocystis disjuncta* FRIEDRICH, 1993 Aragón  
*Progyrocystis* sp. nov. A (GIL & DOMÍNGUEZ, inédit.) Asturias  
*Trochocystoides parvus* SDZUY, 1993 Asturias  
*Sotocinctus ubaghsi* SDZUY, 1993 Asturias  
gen. nov. sp. nov. (cf. *Sotocinctus*) (FRIEDRICH, 1993) León  
*Asturicystis jaekeli* SDZUY, 1993 Asturias

**Cornuta**

- Ceratocystis* sp. nov. A (GIL & DOMÍNGUEZ, 1998) Zafra  
*Ceratocystis* sp. nov. B (GIL & DOMÍNGUEZ, 1998) Córdoba

**Eocrinoidea**

- Gogia* sp. nov. (GIL & DOMÍNGUEZ, inédit.) Aragón  
*Eocystites* sp. (GIL & DOMÍNGUEZ, 1998) Zafra  
gen. nov. sp. nov. (GIL & DOMÍNGUEZ, inédit.) León

**CÁMBRICO SUPERIOR****Eocrinoidea**

- Oryctoconus lobatus* COLCHEN & UBAGHS, 1969 Demanda
- 

Tabla I.—Relación de Equinodermos y Carpoideos del Cámbrico de la Península Ibérica.

Table I.—List of Echinoderms and Carpoids from Cambrian of Iberian Peninsula.

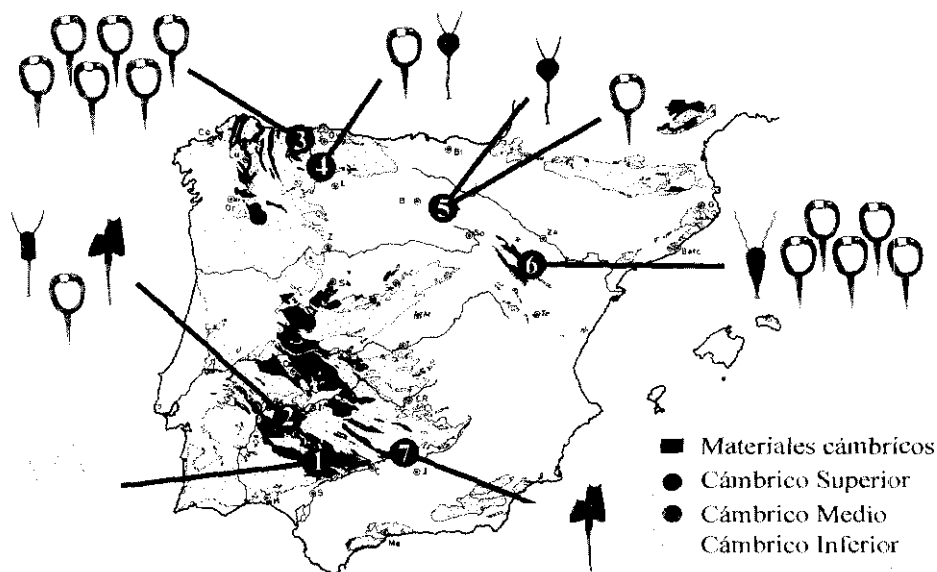


Figura 1.—Distribución geográfica de los diferentes equinodermos y carpoideos del Cámbrico (Inferior, Medio y Superior) conocidos para la Península Ibérica (Mapa de LOTZE, 1961). 1. Área de Alanís-Cerro del Hierro. 2. Área de Zafra. 3. Zona Cantábrica asturiana. 4. Zona Cantábrica leonesa. 5. Sierra de la Demanda. 6. Cadenas Celtibéricas. 7. Sierra de Córdoba. Ver Fig. 2 para nombres de los taxones representados.

Figure 1.—Geographic distribution of known echinoderms and carpooids from Lower, Middle and Upper Cambrian of Iberian peninsula (base map after LOTZE, 1961). 1. Alanís-Cerro del Hierro. 2. Zafra. 3. Cantabrian zone (Asturias). 4. Cantabrian zone (León). 5. Sierra de la Demanda. 6. Cadenas Celtibéricas. 7. Sierra de Córdoba. See Fig. 2 for names of groups.

## DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

Desde un punto de vista geográfico, las principales áreas de interés son las que aparecen en la Fig. 1 y que a continuación describimos:

1. *Área de Alanís-Cerro del Hierro (provincia de Sevilla).* El material procedente de este área pertenece a las denominadas «Capas con *Saukian-da*» (RICHTER & RICHTER, 1940) de edad Cámbrico Inferior (Marianense). Se trata de un área excepcional en la que aparecen placas aisladas (HENNINGSMOEN, 1957), así como ejemplares articulados y muy completos de

*Gogia*, uno de los pelmatozoos más primitivos conocidos. Los ejemplares articulados se obtuvieron con motivo de los trabajos de campo de uno de los autores (D. GIL CID) y fueron estudiados en detalle por UBAGHS & VIZCAINO, 1991. Los restos de placas aisladas son muy abundantes en algunos de los yacimientos de este área. En otros, son frecuentes los ejemplares articulados. También se encuentran con facilidad masas oblongas de placas aglutinadas.

2. *Área de Zafra*. En las denominadas Capas del Playón se ha obtenido un abundante registro de placas aisladas de *Ceratocystis* (Carpoideo Cornuta), adicionalmente también aparecen restos de pelmatozoos (GIL & DOMÍNGUEZ, 1998) y de Cincta (GIL & DOMÍNGUEZ, 1992, 1995a, 1995b y 1998). La asociación, de edad Cámbrico Medio (Cesaraugustiense), comprende abundantes trilobites (*Paradoxides*, *Conocoryphe*, *Jincella*, *Ctenocephalus*, etc.), braquiopodos (*Jamesella* y *Yorkia*) e hyolithes.

3 y 4. *Zona Cantábrica asturiana* (*Ferredal de Quintana, Soto de Caso, etc.*) y *leonesa* (*Los Barrios de Luna*). Desde el punto de vista histórico fué en este área donde se citaron los primeros especímenes de carpoideos fuera de Bohemia (PRADO, VERNEUIL & BARRANDE, 1856). En su conjunto, y para el Cámbrico Medio, es un área muy rica en cuanto al número de localidades y taxones encontrados.

5. *Sierra de la Demanda*. El área ha sido estudiada entre otros por JOSOPAIT & SCHMITZ, 1971, los Carpoideos (Cincta) recolectados por estos autores fueron estudiados posteriormente por FRIEDRICH, 1993. Por otra parte, en esta zona se han descrito los únicos restos conocidos de pelmatozoos procedentes del Cámbrico Superior ibérico (*Oryctoconus lobatus* COLCHEN & UBAGHS, 1969) que son placas columnares aisladas, posiblemente de un eocrinoideo.

6. *Cadenas Celtibéricas*. Esta región es muy rica en afloramientos de edad Cámbrico Medio que han proporcionado abundantes especímenes de carpoideos Cincta (Jarque, Badules, Lanzuela, Valdemiedes y Ateca). Una descripción de los mismos puede encontrarse en FRIEDRICH, 1993. Adicionalmente, en Valdemiedes aparecen especímenes de *Gogia* sp. nov. (GIL & DOMÍNGUEZ, inédito).

7. *Sierra de Córdoba*. En materiales pizarrosos del Cámbrico Medio de la localidad de Fuente de Bernardo (LIÑÁN, 1978) aparecen placas aisladas de *Ceratocystis* (Carpoideo Cornuta) (GIL & DOMÍNGUEZ, 1998).

La distribución estratigráfica de los hallazgos se recoge en la Fig. 2.

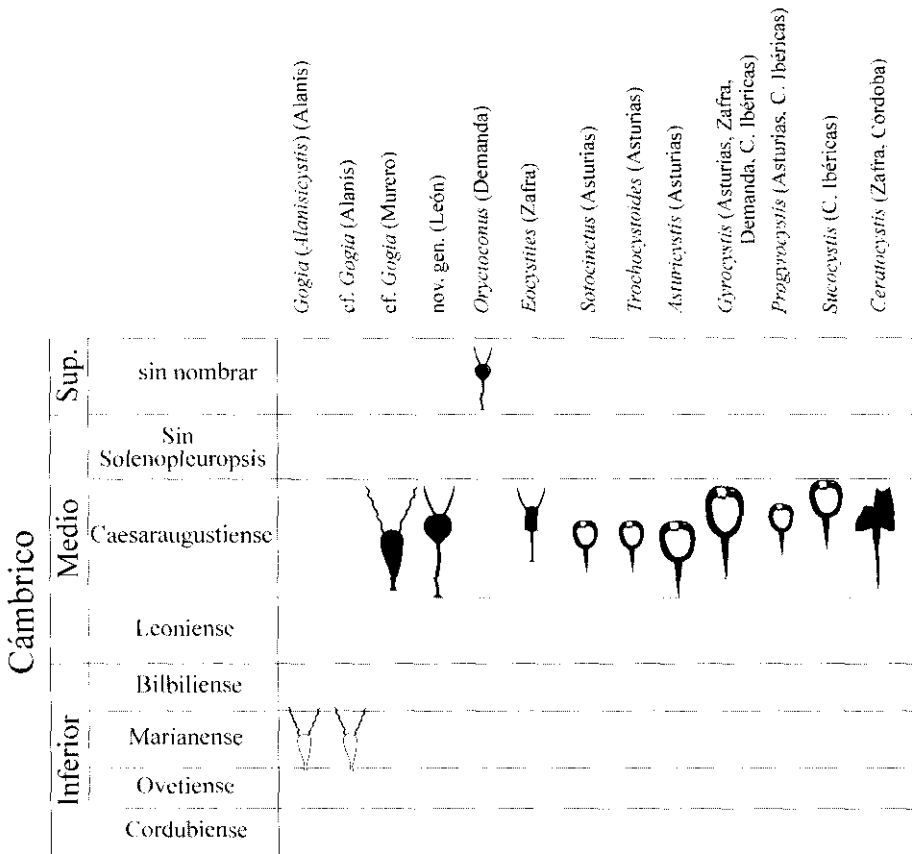


Figura 2.—Localización estratigráfica de los equinodermos y carpoideos del Cámbrico Inferior y Medio de la Península Ibérica.

Figure 2.—Stratigraphic Localization of known echinoderms and carpooids from Lower and Middle Cambrian of Iberian peninsula.

## BIODIVERSIDAD

### 1. DIVERSIDAD MORFOLÓGICA

Entre los organismos recolectados en las localidades expresadas en la Fig. 1 encontramos dos patrones morfológicos bien diferenciados:

1. *Formas con simetría radial fijas al sustrato.* Estos animales presentan un cuerpo globoso, en su extremo superior tienen una boca, rodeada de brazos

y en el extremo opuesto presentan un pedúnculo o estructura similar, con un órgano de fijación distal. Entre estos podemos diferenciar:

1.a. *Formas con pedúnculo s. str.* El pedúnculo es una estructura extracorporal bien diferenciada. Por lo general es largo, flexible y compuesto por elementos esqueléticos similares repetidos a lo largo de su eje. A este morfotipo corresponde *Eocystites*.

1.b. *Formas sin pedúnculo diferenciado.* La teca, en el extremo opuesto a la boca se adelgaza progresivamente formando una estructura que funcionalmente es similar a un pedúnculo. A este morfotipo corresponde *Gogia*.

2. *Formas asimétricas libres.* Estos animales tienen un cuerpo asimétrico deprimido dorsoventralmente con la boca en posición anterior y a la derecha y una cola posterior en la línea media. Podemos diferenciar:

2.a. *Formas con movilidad activa.* El animal posee una cola impulsora con la que se desplaza. A este morfotipo corresponde *Ceratocystis*.

2.b. *Formas con movilidad pasiva.* El animal se mueve o se reorienta según las corrientes de agua y en virtud de estas. A este morfotipo corresponde *Gyrocystis* y en general los *Cincta*.

## 2. DIVERSIDAD TAXONÓMICA

Para el Cámbrico de la Península Ibérica se han descrito tres Clases de equinodermos y carpoideos: *Cincta*, *Cornuta* y *Eocrinoidea*. En este sentido debemos notar que los *Eocrinoideos* son un grupo parafilético y que *Eocystites* podría ser considerado como *Rombifera*. Los *Cincta* están representados por seis géneros descritos y uno que aún permanece sin descripción formal. Los *Cornuta* se encuentran representados por un solo género y los *Eocrinoidea* tres descritos y uno inédito. El listado específico y su distribución geográfica queda recogido en la Tabla 1. Para el Cámbrico Inferior la diversidad taxonómica es muy baja mientras que para el Cámbrico Medio podemos considerarla como moderada.

Respecto a la baja diversidad observada en el Cámbrico Superior (tan sólo placas aisladas de *Oryctoconus*) la entendemos como un artefacto que es consecuencia de: 1. el sesgo existente en las investigaciones hacia el Cámbrico Inferior y Medio, 2. la calidad de los afloramientos de esta edad en la Península Ibérica y 3. el bajo rendimiento paleontológico de estos yacimientos, al menos en relación con equinodermos y carpoideos.



### 3. DIVERSIDAD ECOLÓGICA

Dentro de este aspecto consideraremos básicamente el modo de vida en cuanto a la movilidad y la nutrición (Fig. 3). Para el Cámbrico Inferior, encontramos formas sésiles sin pedúnculo *s. str.* que serían suspensívoros con filtro externo (filtradores pasivos). En la Fig. 4 queda reflejada la gradación (=tiering) de las áreas de captación de los nutrientes.

En el Cámbrico Medio el espectro es más amplio ya que en cuanto a la movilidad aparecen organismos tanto vágiles (activos y pasivos) como sésiles. Con respecto a los aspectos de captura de nutrientes aparecen diferentes estrategias: suspensívoros activos (con filtro interno) y pasivos (con filtro externo), además hay evidencias de detritívoros activos; si bien estos últimos tomarían el alimento de la interfase agua-sedimento.

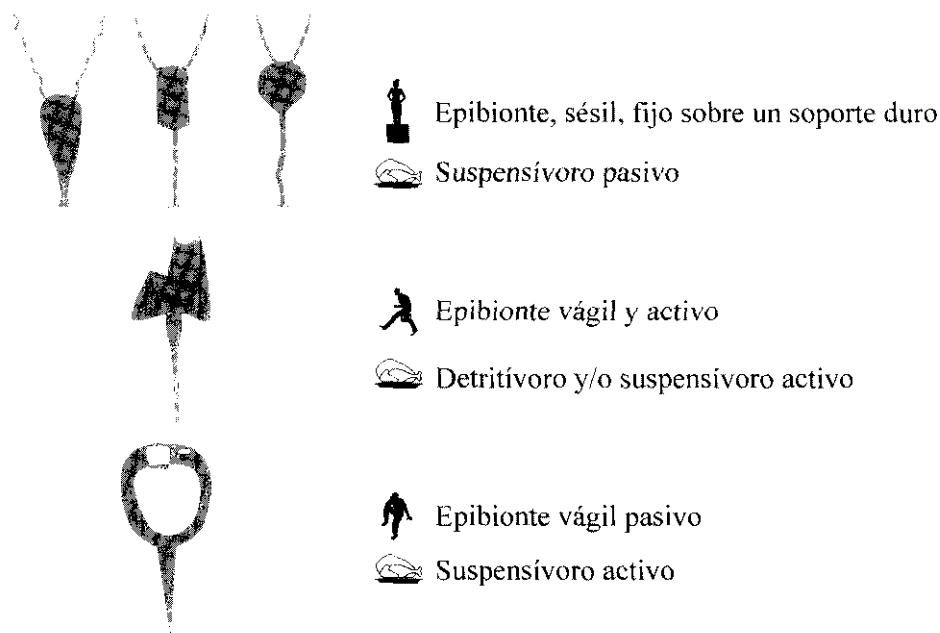


Figura 3.—Modos de vida de los equinodermos y carpoideos del Cámbrico Inferior y Medio de la Península Ibérica.

Figure 3.—Mode of life of known echinoderms and carpooids from Lower and Middle Cambrian of Iberian peninsula.

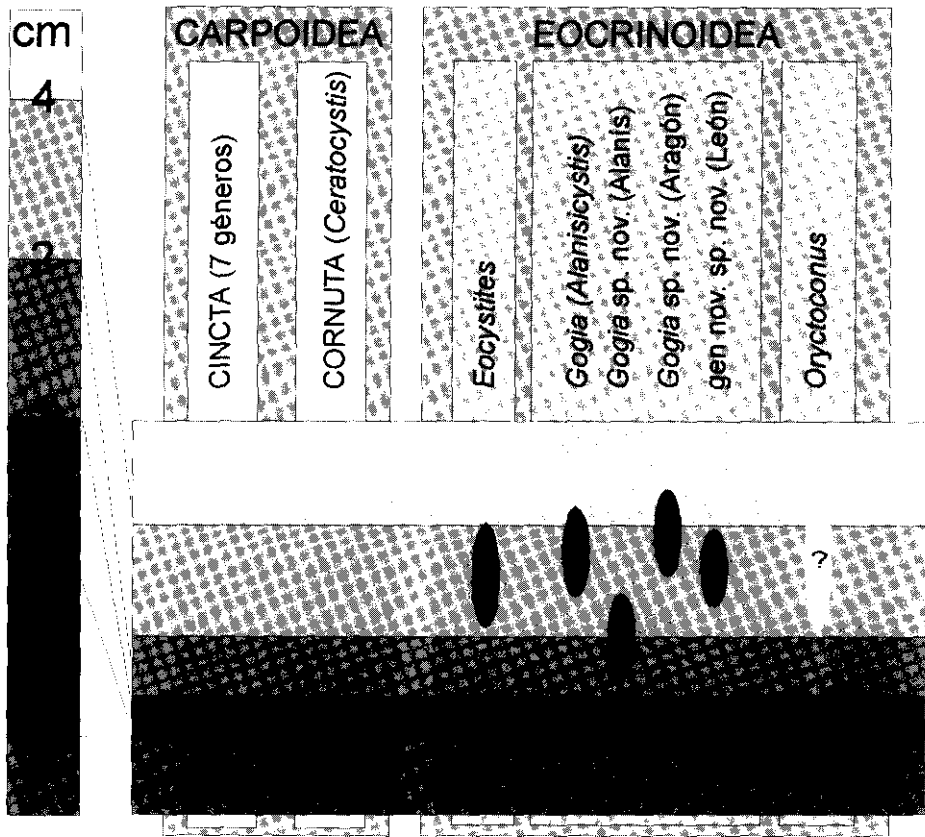


Figura 4.—Gradación vertical (tiering) de la explotación de recursos y captura de alimento de los diferentes tipos de equinodermos y carpoideos del Cámbrico Inferior y Medio de la Península Ibérica.

Figure 4.—Tiering of known echinoderms and carpooids of Lower and Middle Cambrian from Iberian peninsula.

## CONCLUSIONES

En la Península Ibérica se encuentran algunos de los afloramientos de edad cámbrica más importantes del mundo en cuanto a la abundancia, riqueza y calidad de los fósiles de equinodermos y carpoideos, los cuales aparecen recogidos en la Fig. 1.

Desde el Cámbrico Inferior al Cámbrico Medio se produce un incremento en la biodiversidad que se manifiesta en los registros de los diferentes grupos

de invertebrados. Estos patrones afectan igualmente a los equinodermos de tal manera que la diversidad, en sus diferentes aspectos, es superior en el Cámbrico Medio respecto al Cámbrico Inferior y constituye la base de la radiación ordovícica.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo es una contribución al equipo Euro-Africano (Coord. F. Paris) del IGCP n.º 410 «The Great Ordovician Biodiversification Event» y al PB97-1232. Agradecemos las sugerencias de los revisores Jaume GALLEMÍ, Florentin PARIS y Daniel VIZCAÍNO que han mejorado el texto.

Recibido el día 28 de octubre de 1998

Aceptado el día 18 de febrero de 1999

## BIBLIOGRAFÍA

- CHAUVEL, J. & MELÉNDEZ, B. 1984. Etude systématique de quelques cystoïdes diploporites et homalozoaires du Cambrien et de l'Ordovicien. *In*: GUTIÉRREZ, J. C., CHAUVEL, J., MELÉNDEZ, B. & SMITH, A. B.; Los equinodermos (Cystoïdea, Homalozoa, Stellozoa, Crinozoa) del Paleozoico inferior de los Montes de Toledo. *Estudios Geológicos*, **40**: 429-440.
- COLCHEN, M. & UBAGHS, G. 1969. Sur des restes d'Echinodermes (?) du Cambro-Ordovicien de la Sierra de la Demanda (Burgos-Logroño, Espagne). *Bulletin Société géologique du France*, **7**, **XI**: 649-654.
- DOMÍNGUEZ, P. (1999). Early evolution of Echinoderms: class Ctenocystoidea and its relatives revisited, 1998. *In*: M. D. CANDIA CARNEVALI & F. BONASORO (Eds.) *Echinoderm research*, pags. 263-268, Balkema.
- FRIEDRICH, W.-P. 1993. Systematik und Funktionmorphologie mittelkambrischer Cincta (Carpoidea, Echinodermata). *Beringeria*, **7**: 1-190.
- GIL CID, M. D. & DOMÍNGUEZ, P. 1992. *Decacystis cf. hispanicus* del Cámbrico Medio de Zafra: Sistemática, Taxonomía e interpretación paleozoológica. *In*: J. GALLEMÍ (Ed.): *Libro de resúmenes de las VIII Jornadas de Paleontología*, págs. 59-60. Museu de Geologia de Barcelona. Sociedad Española de Paleontología.
- GIL CID, M. D. & DOMÍNGUEZ, P. 1995a. Presencia de *Gyrocystis* Jaekel, 1918 en el Cámbrico Medio de Zafra (Badajoz). *Revista de la Sociedad geológica de España*, **8**(1-2): 99-110.
- GIL CID, M. D. & DOMÍNGUEZ, P. 1995b. *Gyrocystis cruzae* una nueva especie de Cincta (Echinodermata carpoidea) del Cámbrico medio de El Ferredal de Quintana (Asturias, España). *Boletín Geológico y Minero*, **106** (6): 517-531.
- GIL CID, M. D. & DOMÍNGUEZ, P. 1998. «Carpoidea» and Pelmatozoa from the Middle Cambrian of Zafra (SW Spain). *In*: R. MOOI & M. TELFORD (Eds.), *Echinoderms*:

- San Francisco, págs. 93-98. Balkema.
- HENNINGSMOEN, G. 1957. Los trilobites de las capas de *Saukianda*, Cámbrico inferior, en Andalucía. *Estudios Geológicos* **14**: 251-271.
- HERNÁNDEZ SAMPELAYO, P. H. 1933. El Cámbrico en España. Explicación del nuevo mapa geológico en España en escala 1:1.000.000. Tomo I. *Memoria del Instituto Geológico Minero de España*, págs. 297-514.
- JOSOPAIT, V. & SCHMITZ, U. 1971. Beitrag zur Stratigraphie im Unter- und Mittelkambrium der Sierra de la Demanda (NE-Spanien). *Münsterische Forschungen zur Geologie und Paläontologie*, **19**: 85-99.
- LIÑÁN, E. (1978). Biostratigrafía de la Sierra de Córdoba. *Tesis Doctorales de la Universidad de Granada*, **191**: 1-212 + 17 láminas.
- LOTZE, F. 1961. Stratigraphie. In: F. LOTZE & K. SDZUY, Das Kambrium Spaniens. *Abhandlungen der Mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse*, 1-498.
- MELÉNDEZ, B. (1952). Los Carpoideos de España. *Las Ciencias*, **17**: 497-516.
- PRADO, C. de; VERNEUIL & BARRANDE, J. 1856. Sur l'existence de la Faune primordiale de la chaîne cantabrique. *Bulletin Société géologique du France*, **2**, XVII: 516-554.
- RICHTER, R. & RICHTER, E. 1940. Die Saukianda-Stufe von Andalusien, eine fremde Fauna im europäischen Ober-Kambrium. *Abhandlungen der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft*, Abh. **450**: 1-88.
- SCHROEDER, R. 1973. Carpoideen aus dem Mittelkambrium Nordspaniens. *Palaeontographica*, Abt. A, **141(5-6)**: 119-142.
- SDZUY, K. 1993. Early Cineta (Carpoidea) from the Middle Cambrian of Spain. *Beringeria*, **8**: 189-207.
- SEPKOSKI, J. J. (Jr.) 1987. Environmental trends in extinction during the Phanerozoic. *Science* **235**: 64-66.
- SPRINKLE, J. 1992. Radiation of Echinodermata. In: J. H. LIPPS & P. W. SIGNOR (Eds.), Origin and Early Evolution of the Metazoa. *Topics in Geobiology*, **10**: 375-398.
- UBAGHS, G. & VIZCAINO, D. 1991. A new Eocrinoid from the Lower Cambrian of Spain. *Palaeontology*, **33(1)**: 249-256.