

# EL CÁMBRICO MEDIO DE LA SIERRA DE CÓRDOBA (OSSA-MORENA, S DE ESPAÑA): TRILOBITES Y PALEOICNOLOGÍA. IMPLICACIONES BIOESTRATIGRÁFICAS Y PALEOAMBIENTALES

*Eladio LIÑÁN<sup>1</sup>, Javier ÁLVARO<sup>1</sup>, Rodolfo GOZALO<sup>2</sup>, José Antonio GÁMEZ-VINTANED<sup>1</sup> y Teodoro PALACIOS<sup>3</sup>*

<sup>1</sup> Departamento de Geología (Área de Paleontología). Facultad de Ciencias. Universidad de Zaragoza. 50009-Zaragoza.

<sup>2</sup> Departamento de Geología. Facultad de Biológicas. Universitat de València. 46100-Burjassot (Valencia).

<sup>3</sup> Departamento de Biología y Producción Vegetal (Área de Paleontología). Facultad de Ciencias. Universidad de Extremadura. 06071-Badajoz.

Liñán, E., Álvaro, J., Gozalo, R., Gámez-Vintaned, J.A. y Palacios, T. 1995. El Cámbrico Medio de la Sierra de Córdoba (Ossa-Morena, S de España): trilobites y paleoicnología. Implicaciones bioestratigráficas y paleoambientales. [The Middle Cambrian rocks of Sierra de Córdoba (Ossa-Morena, S Spain): trilobites and palaeoichnology. Biostratigraphical and palaeoenvironmental implications]. *Revista Española de Paleontología*, **10** (2), 219-238. ISSN 0213-6937.

## ABSTRACT

Two Middle Cambrian fossiliferous outcrops are known in the south of Spain, one of which is studied in this paper in order to describe its stratigraphical section, its palaeontological contents and its facial characteristics.

The fossil assemblages allow the middle-upper part of the Leonian stage to be recognized, as well as the beginning of the Lower Caesaraugustian stage, defined in northern Spain. The bio and lithofacial analyses suggest that deposition took place below the storm wave level, in a circalittoral environment characterized by an association of miomeroid and polymeroid trilobites together with palinomorpha, hyoliths, inarticulate brachiopods and ichnofossils.

The data recorded evidence a widespread distribution of the trilobites *Badulesia tenera* and *Badulesia granieri* on over a large domain in the northern margin of Gondwana, and allow transferring the Spanish biostratigraphic scale for the Lower Caesaraugustian substage into that domain. Furthermore, the correlation between the first appearance biohorizon of *Badulesia tenera* and the base of the Paradoxides paradoxissimus stage of Baltica provides a correlation element between the Sierra de Córdoba and the Scandinavian Peninsula.

The finding, for the first time in Spain, of *Parasolenopleura aculeata* and *Dolichometopus* sp. suggests some connection between Baltica and southern Iberia, which has not been observed in northern Spain.

**Key words:** Spain, Ossa-Morena, Middle Cambrian, Biostratigraphy, palaeoenvironments, Trilobites, Palaeoichnology, Acritarchs.

## RESUMEN

Se estudia uno de los dos únicos afloramientos del Cámbrico Medio fosilífero existentes en el sur de España, reconstruyéndose la sucesión estratigráfica de los niveles con trilobites e icnofósiles y analizándose su contenido paleontológico.

Las asociaciones fósiles encontradas permiten reconocer la parte media-superior del piso Leoniense y la base del piso Caesaraugustiense, definidos para el ámbito de la Península Ibérica. El análisis de biofacies y litofacies sugiere un depósito sublitoral, por debajo de la influencia de las tormentas (circalitoral), cuyo registro fósil se caracteriza por una mezcla de trilobites polímeros y miómeros, junto a palinomorfos, hiolites, braquiópodos inarticulados e icnofósiles.

Los datos aportados evidencian la amplia distribución de *Badulesia tenera* y *Badulesia granieri* en un gran sector del margen septentrional de Gondwana, y permiten trasladar la escala bioestratigráfica española del

Caesaraugustiense Inferior a este sector. La correlación del biohorizonte de aparición de *Badulesia tenera* con la base del piso de *Paradoxides paradoxissimus* de Báltica aporta también un punto de correlación de la Sierra de Córdoba con la Península Escandinava.

El hallazgo de *Parasolenopleura aculeata* y *Dolichometopus* sp. muestra, por primera vez, una conexión faunística entre Báltica y el sector meridional de Iberia, que no ha sido observada con el sector septentrional.

**Palabras clave:** España, Ossa-Morena, Cámbrico Medio, Bioestratigrafía, paleoambientes, Trilobites, Paleoicnología, Acritarcos.

## INTRODUCCIÓN

Los mayores problemas para la correlación del Cámbrico Medio de la Península Ibérica provienen de la escasez de afloramientos fuera de la región Cantábrica y las Cadenas Ibéricas. Así, no se conocen afloramientos de Cámbrico Medio en el centro de España, mientras en el sur sólo se ha confirmado su presencia, mediante trilobites, en los afloramientos occidentales de la Cubeta de Alconera (Bard, 1964) y los orientales de la Cubeta de Córdoba (Liñán Guijarro, 1978), empleando la terminología de cubetas propuesta por Liñán (1984). Otros posibles afloramientos son los de las cubetas de Cumbres (Ruiz López *et al.*, 1984), Vila Boim (Gonçalves, 1971) y Cala (Schneider, 1941), donde todavía no se han encontrado fósiles concluyentes (Fig. 1a).

Un problema añadido es la escasez de especies comunes encontradas entre el norte y el sur de la Península Ibérica. Mientras más del noventa por ciento de las especies conocidas del Cámbrico Medio son comunes en los afloramientos de la región Cantábrica y las Cadenas Ibéricas, sólo dos especies de trilobites miómeros y dos de polímeros (Liñán Guijarro, 1978; Gil Cid, 1985; Gozalo *et al.*, 1994) eran, hasta ahora, los únicos comunes entre el norte y el sur. Ello es debido no sólo a los cambios de facies existentes entre estas regiones de la Península, sino también al incompleto conocimiento taxonómico que se tenía debido a la fuerte deformación que presentan las capas fosilíferas en Sierra Morena, donde hasta el momento sólo hay datos de yacimientos aislados, sin conexión estratigráfica.

El objetivo de este trabajo consiste en muestrear de nuevo los yacimientos paleontológicos del Cámbrico Medio de la Sierra Morena oriental, revisar la taxonomía existente y situar los yacimientos dentro de la serie estratigráfica local, cuya evolución sedimentaria es también analizada.

## LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA Y GEOLÓGICA

El área estudiada se sitúa al oeste de la ciudad de Córdoba, en la carretera que va a Villaviciosa, tres kilómetros al noroeste de su intersección con el río Guadiato (Fig. 1b). La sección comienza en la Fuente de Bernardo y continúa por la carretera en dirección a Córdoba. Desde el punto de vista geológico la región se

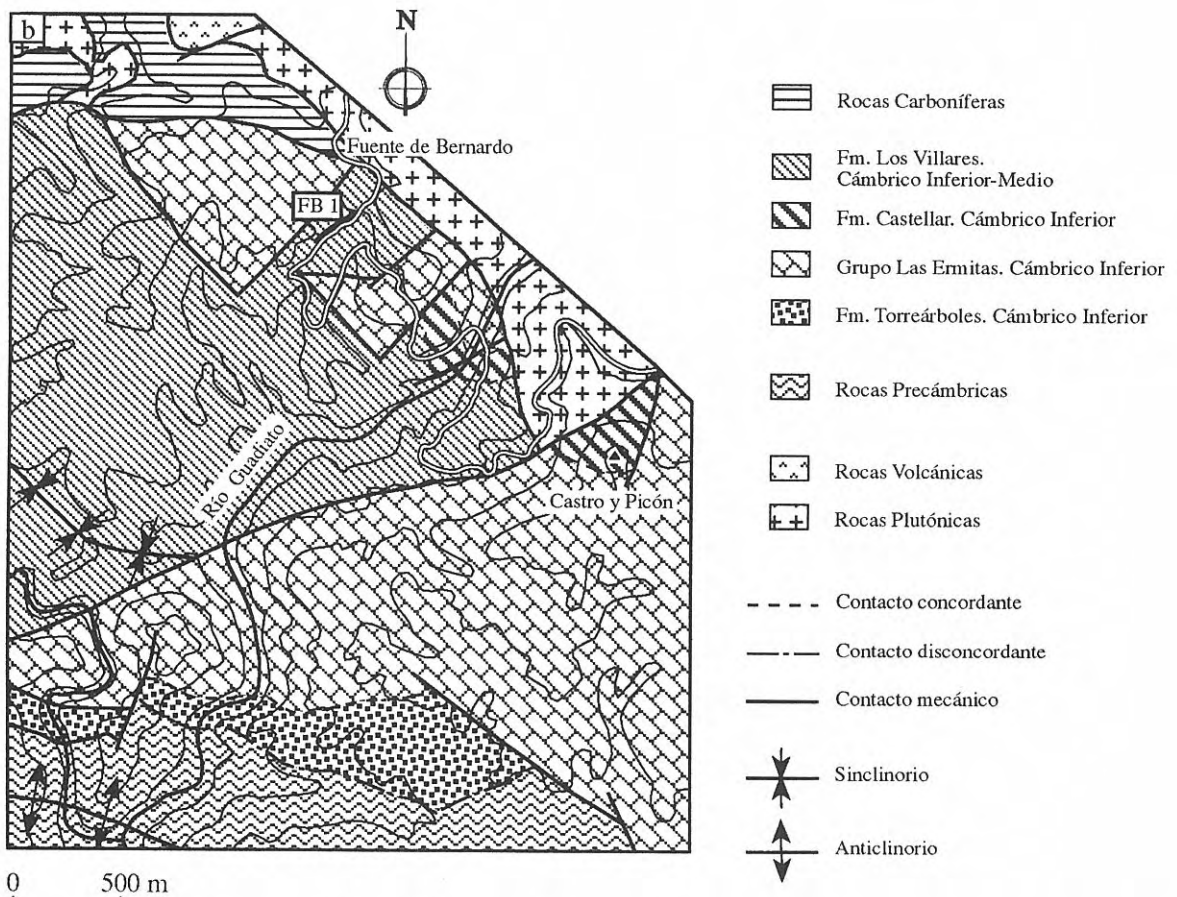
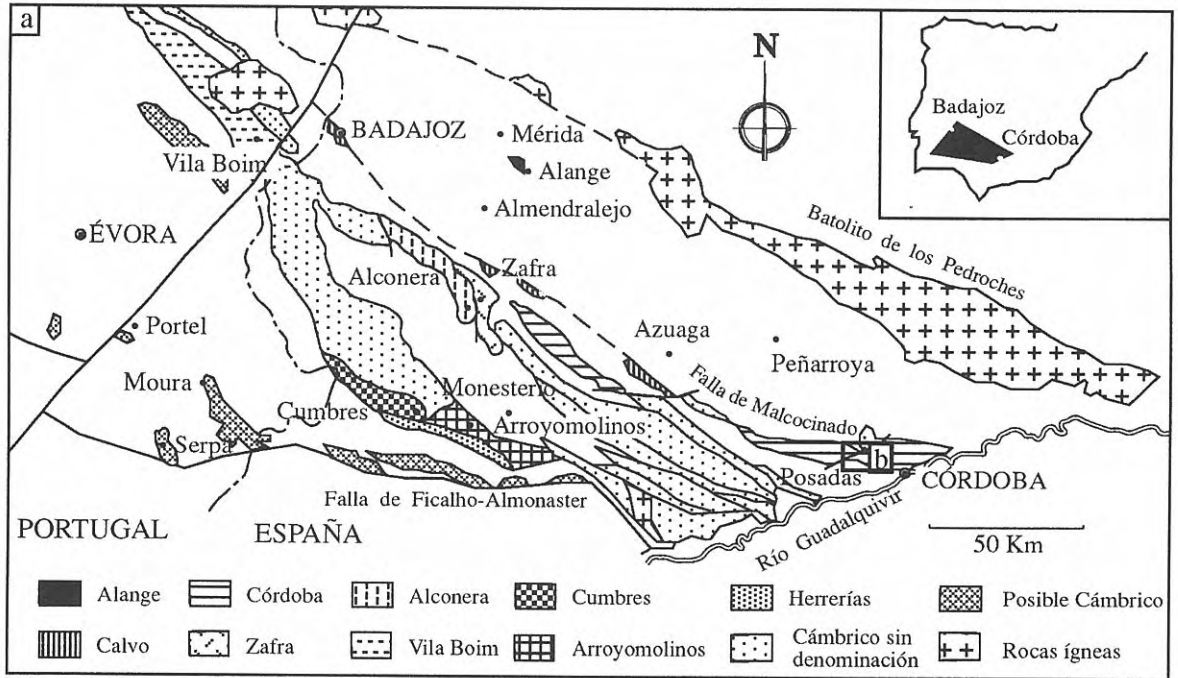
enmarca en la Zona estructural de Ossa-Morena (Lotze, 1945), y dentro de ella en el Dominio Córdoba-Alanís (Delgado-Quesada *et al.* 1977), donde se han diferenciado diversas cubetas con significado tectonoestratigráfico (Liñán, 1984; Liñán y Quesada, 1990). En una de ellas, la Cubeta de Córdoba, se enmarca este trabajo. En el área estudiada, los materiales del Cámbrico Medio configuran, según Liñán Guijarro (1978), un sinclinal cortado en su parte meridional por la falla sinestrosa de Castro y Picón, y limitado al norte por una intrusión granodiorítica y los materiales de la cuenca carbonífera de Las Albertillas (Fig. 1b).

## LITOESTRATIGRAFÍA Y FACIES

La Serie del Cámbrico Medio está representada en la Sierra de Córdoba por la Formación Los Villares (Liñán Guijarro, 1978), constituida por un miembro I samítico con niveles microconglomeráticos aislados y otro superior, miembro II, predominantemente lutítico, aunque también presenta intercalaciones de bancos de areniscas. En el trabajo original de definición, y en posteriores, ambos miembros fueron cartografiados dentro de una región de varios cientos de kilómetros, por lo que pueden ser considerados como formaciones. El miembro I tiene una posición estratigráfica y composición litológica similar al Miembro Castellar de la Formación La Lapa, en la Cubeta de Alconera (Vegas, 1971; Liñán y Perejón, 1981). Este Miembro llega a desaparecer hacia el suroeste.

Se propone en este trabajo unificar el miembro I de la Formación los Villares (Liñán Guijarro, 1978) y el Miembro Castellar de la Formación La Lapa (Liñán y Perejón, 1981) bajo el nombre de Formación Castellar; y restringir el nombre de Formación Los Villares al antiguo miembro II de Liñán Guijarro (1978), donde se sitúan los yacimientos paleontológicos estudiados aquí (Fig. 2). La Formación Castellar, así considerada, puede reconocerse en casi todo el ámbito de Ossa-Morena, incluyendo Portugal, donde se la conoce como la "Barra Quartzítica" (Oliveira, 1984). La Formación Los Villares, en el sentido nuevo de este trabajo, es susceptible de dividirse en varios miembros. Aquí se estudia su parte inferior, que posee un amplio registro de trilobites, a la que sigue una sucesión de materiales lutíticos finamente laminados en los que no se han encontrado trilobites.

La sucesión estudiada, con numerosos trilobites, está bien expuesta a lo largo de la carretera (Fig. 1b). Debido a las fallas y al sinuoso recorrido de la carretera, que hace que



**Figura 1.** Situación geográfica y geológica del área estudiada. a: Cubetas sedimentarias diferenciadas en el Cámbrico de la Zona de Ossa-Morena, según Liñán y Quesada (1990). b: Contexto geológico de la sección estudiada de la Fuente de Bernardo (FB<sub>1</sub>), según Liñán Guijarro (1978).

se repitan las capas, la sucesión estratigráfica no es fácil de reconstruir. Consiste en unos 70 m de lutitas verdes a grises, masivas a ligeramente laminadas, que contienen una proporción variable de intercalaciones de areniscas de color gris oscuro y microconglomeráticas (Fig. 3). Las intercalaciones groseras pueden ser masivas o configurar niveles centimétricos caracterizados por sus bases erosivas y una granoselección interna.

En lámina delgada, los constituyentes terrígenos groseros poseen una mala selección textural y están soportados por la matriz.

Los niveles microconglomeráticos contienen un amplio espectro de fragmentos de roca, con distribuciones bi a polimodales. Entre los granos de cuarzo pueden distinguirse mono y policristales (de 0,06 a 0,4 mm) con extinción ondulante y formas angulosas a subangulosas. Los granos policristalinos muestran contactos suturados. Algunos monocristales (de 0,6 a 1,2 mm), con extinción recta y sin inclusiones, se destacan por un redondeamiento excelente y el engolfamiento de sus contornos. Los feldespatos han sufrido reemplazamiento a minerales de la arcilla. Los fragmentos líticos (de argilitas y limolitas) varían de subangulosos a subredondeados, con tamaños muy variables, entre la arena fina y la grava. También han sido identificados clastos milimétricos a centimétricos, provenientes del retrabajamiento erosivo de sedimento ya litificado (por tanto, de carácter polifásico e intraformacional), cuyos elementos incluyen bioclastos y granos de cuarzo y feldespatos, localmente cementados por carbonato.

Los bioclastos aparecen en proporciones variables en toda la sección, formando a veces niveles centimétricos calcareníticos de base erosiva. Estos niveles (generalmente de tipo "packstone" encrinítico) están compuestos por fragmentos de equinodermos, trilobites y braquiópodos, de tamaños milimétricos a centimétricos; es decir, son mayores que los constituyentes terrígenos. Cuando los bioclastos aparecen inmersos en las lutitas masivas, mantienen su aspecto articulado. A menudo aparecen recristalizados, reemplazados por sílice, dolomita o clorita.

La matriz está compuesta por mica, minerales de la arcilla y cuarzo.

## TRILOBITES

Las primeras referencias a la existencia de trilobites del Cámbrico Medio en la Sierra de Córdoba se deben a

Liñán Guijarro (1978), quien describe y figura diecisiete taxones de trilobites procedentes de la Fuente de Bernardo, la mayoría de ellos en nomenclatura abierta. En este trabajo se recogen las noticias previas sobre el hallazgo de trilobites en la región. Gil Cid (1985) citaría después *Condylopyge rex* (Barrande, 1846).

En este trabajo se estudia nuevo material extraído en los citados puntos y se revisa el material estudiado anteriormente. La nomenclatura utilizada sigue los criterios expuestos por Liñán y Gozalo (1986). En la revisión de los agnostoideos se seguirá la clasificación propuesta por Shergold *et al.* (1990) y en el resto de los trilobites la de Harrington *et al.* (1959). Todo el material figurado (trilobites e icnofósiles) se encuentra depositado en el Museo Paleontológico de la Universidad de Zaragoza con las siglas MPZ95-1 a MPZ95-49.

ORDEN AGNOSTIDA Salter, 1864

Superfamilia AGNOSTOIDEA M'Coy, 1849

Familia **Peronopsidae** Westergård, 1936

Género *Peronopsella* Sdzuy, 1968

Especie tipo: *Peronopsella prokovskajae* Sdzuy, 1968.

*Peronopsella prokovskajae* Sdzuy, 1968

Lám. I, fig. 1

v. 1978 *Peronopsella prokovskajae* Sdzuy, 1968; Liñán Guijarro, 148-149, lám. 8, figs. 8-10, fig. 34 (con sinónimos anteriores).

**Material:** Molde interno de un pigidio conservado en lutitas. MPZ95-1.

**Observaciones:** El pigidio está mal conservado. En él se observa un raquis poco marcado con el tubérculo axial flanqueado por dos tenues surcos, lo que unido a la gran anchura del borde posterior, que es bastante plano, permite asignar el ejemplar a esta especie.

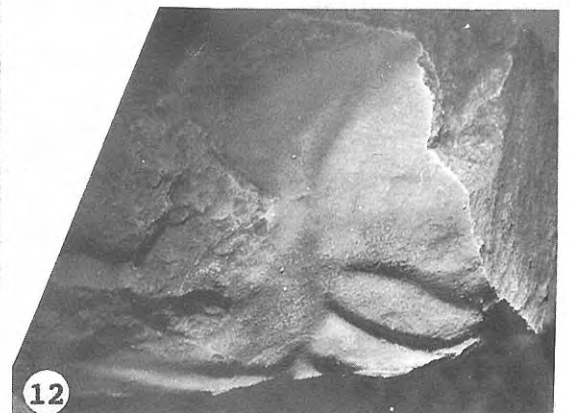
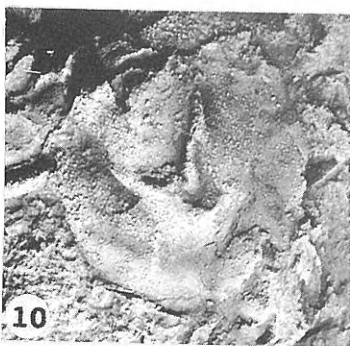
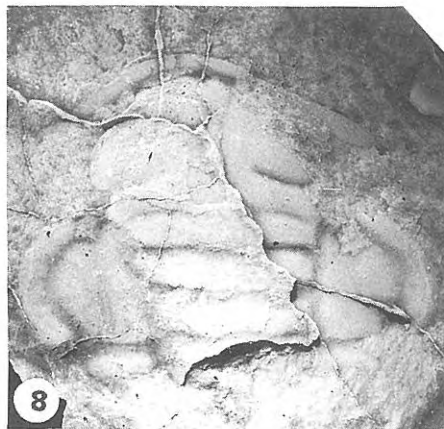
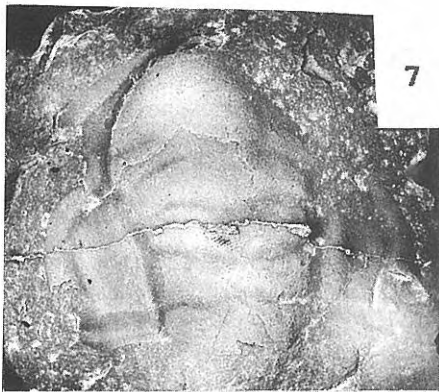
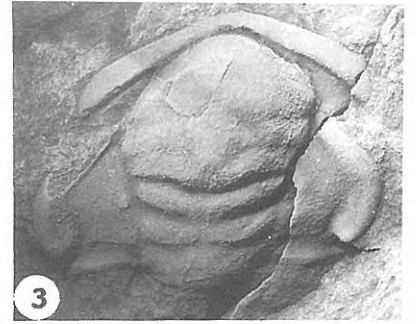
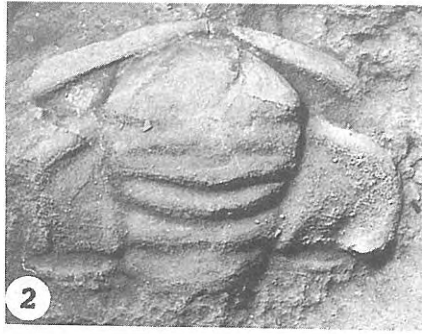
**Distribución estratigráfica en la sección FB<sub>1</sub>:** El ejemplar encontrado procede del nivel FB<sub>1</sub>/3. Liñán Guijarro (1978) encuentra también esta especie en su nivel 1 del yacimiento de la Fuente de Bernardo, que es un nivel estratigráfico ligeramente inferior al FB<sub>1</sub>/1 de este trabajo y que está situado unos doscientos metros al Este de la sección estudiada. En ambos casos dentro de materiales del Leoniense Medio.

### Lámina I

(Todos los ejemplares de la lámina son moldes internos)

- |        |   |              |   |
|--------|---|--------------|---|
| 1      | <i>Peronopsella prokovskajae</i> Sdzuy, 1968, Pigidio (MPZ95-1), FB <sub>1</sub> /3R, (x8).   | 7, 8, 10, 11 | <i>Paradoxides (Eccaparadoxides)</i> cf. <i>pusillus</i> Barrande, 1846. 7. Cranidio, molde de látex, (MPZ95-8), FB <sub>1</sub> /23, (x1). • 8. Cranidio, molde de látex, (MPZ95-9), FB <sub>1</sub> /23, (x1,5). • 10. Pigidio (MPZ95-10), FB <sub>1</sub> /29, (x3). • 11. Pigidio, (MPZ95-11), FB <sub>1</sub> /23, (x3). |
| 2-6, 9 | <i>Paradoxides (Eccaparadoxides) szuyi</i> Liñán Guijarro, 1978. 2. Cranidio (MPZ95-2), FB <sub>1</sub> /3R, (x3). • 3. Cranidio (MPZ95-3), FB <sub>1</sub> /3R, (x2). • 4. Cranidio (MPZ95-4), FB <sub>1</sub> /3R, (x2). • 5. Pigidio (MPZ95-5), FB <sub>1</sub> /3R, (x10). • 6. Pigidio (MPZ95-6), FB <sub>1</sub> /1, (x8). • 9. Pigidio (MPZ95-7), FB <sub>1</sub> /3R, (x2,5). | 12           | <i>Paradoxides (Hydrocephalus)</i> cf. <i>donayrei</i> Liñán y Gozalo, 1986. Fragmento de cranidio (MPZ95-12), FB <sub>1</sub> /15, (x1,5).   |

Lámina I



## Cubeta de ALCONERA

Liñán y Perejón (1981)		En este trabajo		Serie
"Capas del Playón" > 300 m		"Capas del Playón"		Cámbr. Medio
Fm. La Lapa	Mb. Castellar 40 m	Fm. Castellar		Cámbrico Inferior
	Mb. Vallehondo 750 m	Fm. La Lapa	Mb. Vallehondo	
	Mb. Las Vegas 350 m		Mb. Las Vegas	

## Cubeta de CÓRDOBA

Liñán (1978)		En este trabajo		Serie
Fm. Los Villares	Tramo II > 400 m	Fm. Los Villares > 300 m		Cámbrico Medio
	Tramo I 75 m	Fm. Castellar 84 m		Cámbrico Inferior
Fm. Santo Domingo 180 m		Fm. Santo Domingo $\geq$ 130 m		

**Figura 2.** Nomenclatura estratigráfica de la parte alta del Cámbrico Inferior y del Cámbrico Medio de Sierra Morena. El límite Cámbrico Inferior-Medio en la Cubeta de Alconera, según Palacios (1993).

Superfamilia **CONDYLOPYGOIDEA** Raymond, 1913  
 Familia **Condylopygidae** Raymond, 1913  
 Género *Condylopyge* Hawle und Corda, 1847  
 Especie tipo: *Battus rex* Barrande, 1846.

### *Condylopyge* cf. *rex* (Barrande, 1846)

**Material:** Un fragmento de pigidio conservado en lutitas como molde externo e interno.

**Observaciones:** El desarrollo del raquis con una constricción media, con cuatro lóbulos y un tubérculo axial alargado, así como los anchos y planos bordes laterales del pigidio, permiten la asignación genérica y recuerdan a la especie *C. rex*.

**Distribución estratigráfica en la sección FB<sub>1</sub>:** El ejemplar se ha encontrado en el tramo FB<sub>1</sub>/21, en la Biozona *Badulesia granieri* (Caesaraugustiense Inferior).

ORDEN REDLICHIIIDA Richter, 1933  
 SUBORDEN REDLICHIIINA Harrington, 1969  
 Superfamilia **PARADOXIDOIDEA** Hawle & Corda, 1847  
 Familia **Paradoxidae** Emrich, 1839  
 Género *Paradoxides* Brongniart, 1822  
 Especie tipo: *Entomostracites paradoxissimus* Wahlenberg, 1821.

Subgénero *Paradoxides* (*Eccaparadoxides*) Šnajdr, 1957  
 Especie tipo: *Paradoxides pusillus* Barrande, 1846.

### *Paradoxides* (*Eccaparadoxides*) *sdzuyi* Liñán Guijarro, 1978 Lám.I, figs. 2-6, 9

v\*1978 *Paradoxides* (*Eccaparadoxides*) *sdzuyi* n.sp.;  
 Liñán Guijarro, 176-179, lám. 9, figs. 5-11, figs. 42-44.

v. 1984 *Eccaparadoxides sdzuyi* Liñán, 1979 (sic); Liñán, 301.

**Material:** Una veintena de cranidios, cinco pigidios y unas diez librígenas, conservados en limolitas areniscosas, todos ellos en forma de moldes internos y externos. MPZ95-2 a MPZ95-7.

**Descripción enmendada:** Cranidio: véase Liñán Guijarro (1978).

Pigidio: Contorno pentagonal a subredondeado, con su extremo posterior ligeramente cóncavo, que origina dos pequeños vértices. El raquis es de forma cónica, posee un único surco próximo al margen anterior. El campo pleural presenta una plataforma elevada alrededor del raquis, que se engrosa en posición posterocentral; también aparecen dos surcos pleurales cortos, próximos al margen anterior y con un desarrollo subparalelo al margen lateral. Los pigidios encontrados miden de 4 a 6 mm de longitud, la relación longitud del raquis/longitud del pigidio (lr/lp) es de 2/3.

**Observaciones:** El material estudiado procede de la misma localidad tipo en la que fue definida la especie. El hallazgo de varios pigidios ha permitido la descripción correcta de este elemento del caparazón, que sólo era conocido por un ejemplar incompleto. El resto de las piezas halladas se encuentran dentro de la variabilidad intraespecífica.

Para la comparación del cranidio de *P. (E.) sdzuyi* con especies próximas, véase Liñán Guijarro (1978). El pigidio presenta un gran parecido con el de *P. (Acadoparadoxides) mureroensis* Sdzuy, 1958, pero posee una plataforma elevada alrededor del raquis, ausente en *P. (A.) mureroensis*; este carácter lo hace muy parecido al pigidio determinado como *P. (Eccaparadoxides) sp. indet.* procedente del Leonense Inferior de Murero (Liñán y Gozalo, 1986).

**Distribución estratigráfica en la sección FB<sub>1</sub>:** Los ejemplares se han encontrado en los tramos FB<sub>1</sub>/1 al FB<sub>1</sub>/7, excepto en el FB<sub>1</sub>/5. Liñán Guijarro (1978) cita esta especie en el nivel 1 del yacimiento de la Fuente de Bernardo, que se encuentra en una posición ligeramente inferior al material aquí estudiado, asignándole una edad entre la parte superior del subpiso de *Conocoryphe ovata* y la parte inferior del subpiso de *Acadolenus* (Sdzuy, 1971), que en la

nomenclatura actual de Liñán *et al.* (1993) corresponden al Leoniense Medio-Superior. Por todo ello, y dada su posición en relación con la Biozona Badulesia tenera, *Paradoxides* (*Eccaparadoxides*) *szuyi* debe caracterizar, a grandes rasgos, el Leoniense Medio.

*Paradoxides* (*Eccaparadoxides*) cf. *pusillus*  
Barrande, 1846

Lám. I, figs. 7, 8, 10, 11

v. 1978 *Paradoxides* (*Eccaparadoxides*) cf. *pusillus*  
(Barrande 1846); Liñán Guijarro, 79-180, lám. 9,  
figs. 1-4.

**Material:** Una veintena de cranidios, algunos de ellos con parte del tórax, seis pigidios y varias librígenas, conservados en lutitas y areniscas muy finas, todos ellos en forma de moldes externos e internos. MPZ95-8 a MPZ95-11.

**Observaciones:** Los cranidios presentan las mismas características apuntadas por Liñán Guijarro (1978). De los seis pigidios encontrados en los mismos niveles, cinco de ellos presentan una relación lr/lp algo inferior a 2/3, mientras que el otro tiene una relación cercana a 1/2, lo que pudiera deberse a un fenómeno de dimorfismo (Liñán y Gozalo, 1986). Estos dos tipos de pigidios, cortos y largos, se observan también en el material de Bohemia figurado por Šnajdr (1958), sólo que allí predominan los pigidios largos, es decir, con una relación cercana a 1/2.

Estos pigidios son bastante parecidos a los asignados a la especie *Paradoxides* (*Eccaparadoxides*) *szuyi* pero son más estrechos, con la plataforma en su parte posterior menos desarrollada y el borde posterior cóncavo, mientras que en *P. (E.) cf. pusillus* es recto.

**Distribución estratigráfica en la sección FB<sub>1</sub>:** Los ejemplares de *P. (E.) cf. pusillus* se han encontrado en los tramos FB<sub>1</sub>/12, FB<sub>1</sub>/14 y del FB<sub>1</sub>/18 al FB<sub>1</sub>/24. Liñán Guijarro (1978) cita esta especie en los niveles 2, 3 y 4 del yacimiento de la Fuente de Bernardo, asignándole una distribución en los subpisos de Acadolenus y Badulesia según la antigua nomenclatura de Sdzuy (1971), que en la actual de Liñán *et al.* (1993) corresponden al Leoniense Superior y al Caesaraugustiense Inferior, respectivamente. La distribución encontrada en este trabajo se solapa con la indicada por Liñán Guijarro (1978).

Subgénero *Paradoxides* (*Hydrocephalus*) Barrande,  
1846; nov. emend., Šnajdr, 1958

Especie tipo: *Hydrocephalus carens* Barrande, 1846.

*Paradoxides* (*Hydrocephalus*) cf. *donayrei*  
Liñán y Gozalo, 1986

Lám. I, fig. 12

**Material:** Un fragmento de cranidio conservado como molde interno en lutitas. MPZ95-12.

**Observaciones:** Se parece por el tipo de ojo y la sutura a *Paradoxides* (*Hydrocephalus*) *donayrei* del Caesaraugustiense Medio y la base del Superior, sin embargo no presenta el mamelón central característico en el área palpebral, ni tampoco la ornamentación de crestas

genales. Esto, unido a una posición estratigráfica inferior, hace que se le prefiera asignar una nomenclatura abierta.

Liñán Guijarro (1978) encuentra en los niveles basales de esta localidad (Leoniense Medio) dos cranidios que asigna a *Paradoxides* aff. *lyelli* que sin duda pertenecen al subgénero *Hydrocephalus*. La diferencia básica de *P. aff. lyelli* con *P. (H.) cf. donayrei* reside en que aquél tiene la rama posterior de la sutura muy corta.

**Distribución estratigráfica en la sección FB<sub>1</sub>:** El ejemplar se ha encontrado en el tramo FB<sub>1</sub>/15, que corresponde al Leoniense Superior.

Superfamilia **ELLIPSOCEPHALOIDEA** Matthew, 1887

Familia **Ellipsocephalidae** Matthew, 1887

Género *Ellipsocephalus* Zenker, 1833

Especie tipo: *Trilobites hoffi* Schlotheim, 1823.

*Ellipsocephalus bernardi* Liñán Guijarro, 1978

Lám. II, figs. 1-6.

v \* 1978 *Ellipsocephalus bernardi* n. sp.; Liñán Guijarro,  
182-184, lám. 10, figs. 7-11.

v. 1978 *Ellipsocephalus* sp. 1; Liñán Guijarro, 184-185,  
lám. 10, fig. 5.

v. 1978 *Ellipsocephalus* sp. 2; Liñán Guijarro, 185-186,  
lám. 10, fig. 6.

v ? 1978 *Ellipsocephalus* sp. indet.; Liñán Guijarro, 186,  
lám. 11, fig. 1.

**Material:** Unos cincuenta cranidios, cinco librígenas, dos tórax incompletos y tres ejemplares casi completos, en uno de los cuales se observa el pigidio; todo ello conservado en lutitas, algunas de tipo calcáreo. Los ejemplares se conservan en forma de moldes internos y/o externos. MPZ95-13 a MPZ95-18.

**Diagnosis enmendada:** *Ellipsocephalus* con lóbulos palpebrales gruesos, semicirculares y con una longitud que es 1/2 de la longitud sagital de la glabella, que se prolongan en una tenue arista ocular; ésta desaparece en el surco dorsal de la glabella. El área preocular está situada en un plano inferior respecto al área palpebral y forma una rampa en las inmediaciones de la arista ocular, que si se deforma puede situar al área preocular debajo de la arista ocular (véase Liñán Guijarro, 1978: lám. 10, fig. 7-8). Tiene además un borde anterior relativamente ancho y poco marcado, el anillo occipital bien delimitado y acabado en una larga espina cónica. La longitud del cranidio es de 2 a 2,5 veces la de los ojos y el parámetro de sutura (S) es secante y convergente. La librígena presenta una corta espina genal (Lám. II, fig. 5) y el tórax posee largas espinas axiales (Lám. II, fig. 6).

**Descripción enmendada:** **Cranidio:** véase Liñán Guijarro (1978).

**Librígena:** De forma subtriangular, con una espina genal corta y de sección redondeada. El borde marginal es muy ancho, y en su extremo anterior casi coincide con la superficie visual, que es ancha y vertical.

**Tórax:** Presenta doce segmentos, los cuales poseen, en su anillo axial, una larga espina, cuya base redondeada ocupa toda la anchura del mismo. Las pleuras torácicas presentan

un surco pleural ancho que se estrecha y se incurva hacia atrás al llegar a la punta pleural, con terminación apuntada dirigida hacia la región posterior.

**Pigidio:** Es triangular con un raquis cónico en el que se delimitan de tres a cuatro segmentos, y que llega casi hasta el margen posterior. El campo pleural del pigidio tiene surcos pleurales bien marcados.

**Observaciones:** Liñán Guijarro (1978), en los niveles inferiores de esta localidad, encontró tres cranidios, que diferenció de *E. bernardi* porque presentaban un borde anterior más abultado y la rampa que une el área preocular con la arista ocular más suave, por lo que fueron clasificados dentro de este género, en nomenclatura abierta; de ellos, *E. sp.* 1 tenía un margen anterior más apuntado y una espina occipital más larga.

La reconstrucción de la sucesión estratigráfica ha evidenciado un registro continuo de ejemplares que muestran una evolución gradual desde las formas de los niveles inferiores hasta *E. bernardi*, por lo que se incluyen todas ellas dentro de la variabilidad intraespecífica de este taxón.

Se diferencia del cranidio de *E. hoffi*, especie del Cámbrico Medio de Bohemia, por el borde más ancho de la especie cordobesa, así como por el área palpebral elevada; además de por la presencia de espina genal en la librígena y de fuertes espinas axiales en el tórax.

**Distribución estratigráfica en la sección FB<sub>1</sub>:** Los ejemplares de esta especie se han encontrado en los siguientes tramos: FB<sub>1</sub>/1 al FB<sub>1</sub>/4, FB<sub>1</sub>/11, FB<sub>1</sub>/14, FB<sub>1</sub>/15, FB<sub>1</sub>/20a y FB<sub>1</sub>/20b. Liñán Guijarro (1978) cita esta especie y las formas incluidas en sinonimia, en los niveles 1, 2, 3 y 4 del yacimiento de la Fuente de Bernardo. La distribución contrastada en este trabajo para esta especie incluye del Leonense Medio a la Biozona Badulesia tenera (parte basal del Caesaraugustense).

ORDEN CORYNEXOCHIDA Kobayashi, 1935

Familia **Dolichometopidae** Walcott, 1916

Género *Dolichometopus* Angelin, 1854

Especie tipo: *Dolichometopus svecicus* Angelin, 1854.

*Dolichometopus* sp.

Lám. II, fig. 7.

**Material:** Un cranidio de 22 mm de longitud y 21 mm de anchura en la región posterior; las relaciones son:

Lg/Lc=6/7 y Ag/Ac=1/2. El ejemplar es un molde interno, conservado en lutitas. MPZ95-19.

**Descripción:** **Cranidio:** Tiene una forma trapezoidal, con el margen anterior convexo. La glabela es subrectangular, con una pequeña constricción en la parte central y con su parte anterior algo apuntada, delimitada por un surco dorsal poco profundo, siendo menos marcado en la parte central de la glabela; el surco occipital es muy tenue y delimita un ancho anillo occipital que presenta un pequeño tubérculo occipital. El área palpebral es amplia, elongada y abombada; el área preocular es más pequeña, subcuadrangular y se encuentra en un plano inferior al área palpebral (Lám. II, fig. 7b), la cual está inclinada hacia la sutura. El área preglabellar es casi inexistente, forma una depresión en la que se desarrolla una estrecha banda parafrental; el borde anterior es estrecho y poco marcado, presenta una anchura homogénea en todo su desarrollo. La sutura es opistoparia, con la rama anterior corta y recta, la rama ocular curvada y larga, y la rama posterior corta y recta, incurvándose en la región posterior; el parámetro "S" es secante. El surco posterior está poco marcado y tiene un recorrido subparalelo al margen posterior, delimitando un borde posterior ancho. El lóbulo palpebral es largo y arqueado, con una longitud cercana a la mitad de la longitud de la glabela; el lóbulo palpebral es ancho, con la anchura ligeramente menor en su parte anterior; el surco palpebral es poco profundo, pero nítido, excepto en la parte anterior que está muy difuminado; el lóbulo palpebral se inicia a la altura del lóbulo frontal de la glabela y termina a la altura de la mitad del primer lóbulo glabellar.

El perfil del cranidio presenta la glabela en un nivel más alto, y cae bruscamente en la región del borde anterior que forma una ligera rampa ascendente. El área palpebral ocupa una altura intermedia, para luego caer en la región preocular en forma de rampa, en las cercanías de la glabela, y bruscamente, en las regiones más exagitales, hasta unirse al borde anterior. El borde anterior en perfil es convexo.

**Observaciones:** Los caracteres descritos en el cranidio permiten asignar el ejemplar al género *Dolichometopus*, en el que hasta el momento se han descrito dos especies: *D. svecicus* Angelin, 1854 y *D. acadicus* Matthew, 1897. El ejemplar aquí recogido tiene un mayor parecido con la primera especie. Siguiendo la revisión realizada por Westergård (1948), *Dolichometopus* sp. de Córdoba se distingue claramente

## Lámina II

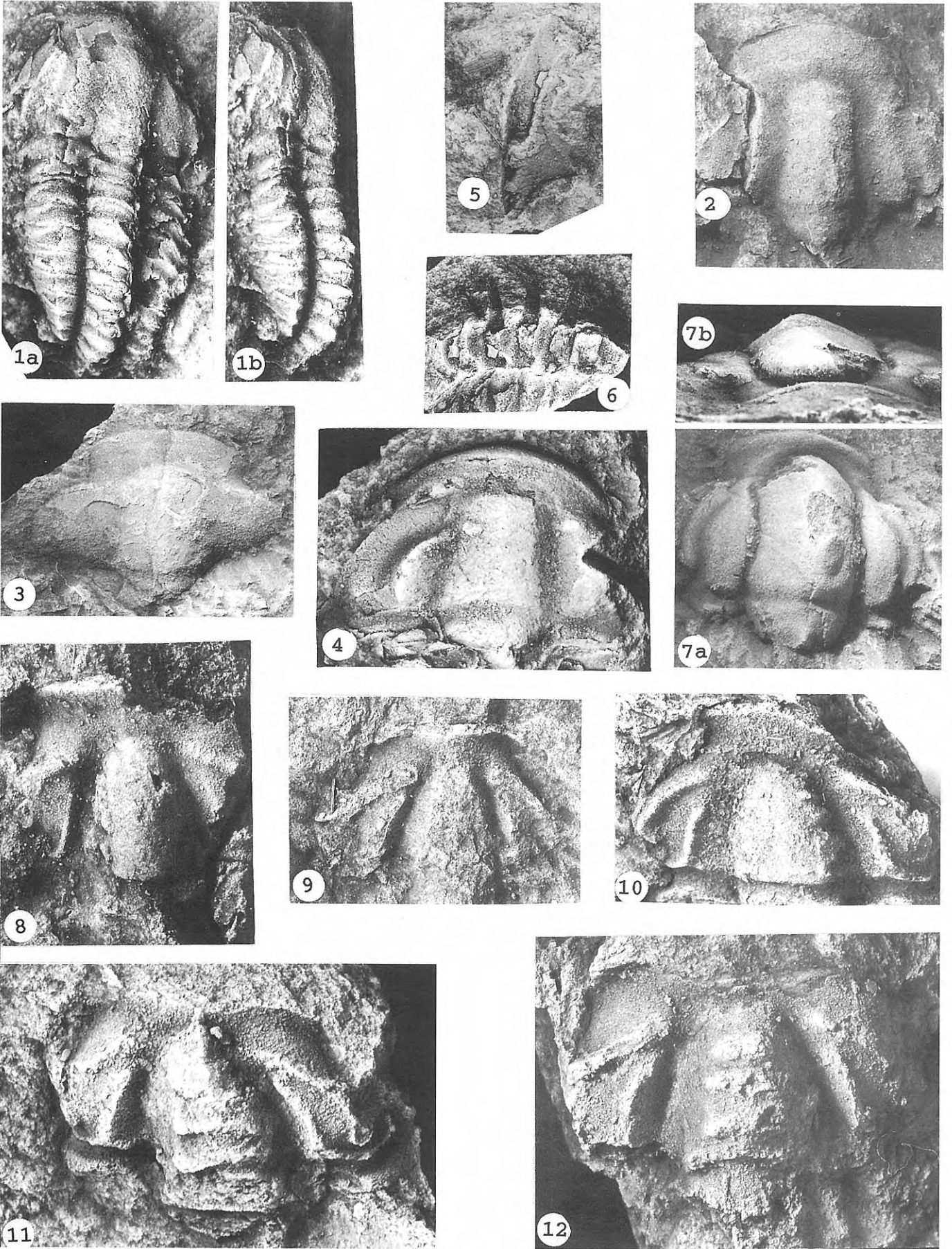
(Todos los ejemplares de la lámina son moldes internos, excepto las figuras 7 y 8, que son moldes de látex)

1-6 *Ellipsocephalus bernardi* Liñán Guijarro, 1978. 1. Ejemplar casi completo (MPZ95-13), 1a. vista frontal, 1b. vista lateral, FB<sub>1</sub>/1, (x4). • 2. Cranidio (MPZ95-14), FB<sub>1</sub>/3, (x4). • 3. Cranidio (MPZ95-15), FB<sub>1</sub>/20, (x2,5). • 4. Cranidio (MPZ95-16), FB<sub>1</sub>/1, (x2,5). • 5. Librígena (MPZ95-17), FB<sub>1</sub>/4R, (x5). • 6. Anillos axiales del tórax de perfil, obsérvense las largas espinas axiales de los mismos, (MPZ95-18), FB<sub>1</sub>/4R, (x5).

7 *Dolichometopus* sp. Cranidio (MPZ95-19), 7a. vista frontal, 7b. vista anterior, FB<sub>1</sub>/22, (x1,5).  
8, 9 *Badulesia tenera* (Hartt in Dawson, 1868). 8. Cranidio, morfotipo A, (MPZ95-20), FB<sub>1</sub>/22, (x6). • 9. Cranidio, morfotipo B, (MPZ95-21), FB<sub>1</sub>/22, (x6).  
10-12 *Badulesia granieri* (Thoral, 1935). 10. Cranidio, obsérvense las crestas glabellares incipientes, (MPZ95-22), FB<sub>1</sub>/20, (x3). • 11. Cranidio (MPZ95-23), FB<sub>1</sub>/22, (x6). • 12. Cranidio (MPZ95-24), FB<sub>1</sub>/22, (x4).



Lámina II



porque presenta una estrecha banda parafrontal y los ojos más largos que en *D. svecicus*; además la rama posterior de la sutura no es tan divergente.

**Distribución estratigráfica en la sección FB<sub>1</sub>:** El único ejemplar recolectado se ha encontrado en el tramo BF1/22, dentro de la Biozona *Badulesia granieri*, en el Caesaraugustiense Inferior.

ORDEN PTYCHOPARIIDA Swinnerton, 1915

SUBORDEN PTYCHOPARIINA Richter, 1933

Superfamilia SOLENOPLEUROIDEA Angelin, 1854

Familia *Solenopleuridae* Angelin, 1854

Subfamilia *Solenopleurinae* Angelin, 1854

Género *Badulesia* Sdzuy, 1968

Especie tipo: *Liostracus granieri* Thoral, 1935.

### *Badulesia tenera* (Hartt in Dawson, 1868)

Lám. II, figs. 8-9.

- 1978 *Badulesia tenera* (Hartt); Skehan *et al.*, 694, 697, figs. 3a-c.
- v. 1986 *Badulesia tenera* (Hartt in Dawson, 1868); Liñán y Gozalo, 61, lám. 27, figs. 7-8 (con sinonimias anteriores).
- 1986 *Badulesia tenera* (Hartt in Dawson, 1868); Dean *et al.*, 223-224, figs. 10 e, f, h-k.
- 1988 *Badulesia* aff. *tenera* (Hartt in Dawson, 1868); Dean (in Martin and Dean), 21, lám. 2, figs. 9, 11.
- v. 1990 *Badulesia tenera*; Valenzuela *et al.*, 51.
- v. 1991 *Badulesia tenera*; Gámez *et al.*, 257, 264, lám. I, fig. 4.
- v. 1993 *Badulesia tenera*; Gozalo *et al.*, 56.
- non 1993 *Badulesia tenera* (Hartt); Levi-Setti, 187, lám. 111.

**Material:** 6 cranidios conservados como moldes internos en lutitas areniscosas y carbonatadas. MPZ95-20 y MPZ95-21.

**Observaciones:** El material no está muy bien conservado pero se observan perfectamente los caracteres de la especie, estudiada en detalle por Sdzuy (1968). Se destacan, sin embargo, dos morfotipos, de acuerdo con la disposición del par de crestas (ocular e interna) de sus fixígenas: uno de ellos (morfotipo A, Lám. II, fig. 8) presenta dos crestas curvas divergiendo desde su extremo anterior hacia el postero-lateral, y un segundo (morfotipo B, Lám. II, fig. 9) que, además de presentar estos caracteres anteriores, ha desarrollado un apéndice o prolongación triangular de la cresta interna en el extremo postero-interior de la fixígena, dirigido hacia el centro del anillo occipital. Este segundo carácter permitió a Sdzuy (1968) individualizar la población Soto E en la región Cantábrica.

**Distribución estratigráfica en la sección FB<sub>1</sub>:** Los ejemplares proceden de los tramos FB<sub>1</sub>/18 a FB<sub>1</sub>/24. Esta especie fue encontrada por Liñán Guijarro (1978) en el yacimiento 4 de la Fuente de Bernardo. Subpiso Caesaraugustiense Inferior, Biozonas *Badulesia tenera* y *Badulesia granieri*.

### *Badulesia granieri* (Thoral, 1935)

Lám. II, figs. 10-12.

- v. 1986 *Badulesia granieri* (Thoral, 1935); Liñán y Gozalo, 61-62, lám. 23, figs. 10-13, lám. 24, figs. 1-7 (con sinonimias anteriores).
- v. 1991 *Badulesia granieri*; Gámez *et al.*, 256, 264.
- v. 1993 *Badulesia granieri*; Gozalo *et al.*, 54, lám. I, fig. 8.
- 1993 *Badulesia tenera* (Hartt); Levi-Setti, 187, lám. 111.

**Material:** Cuatro cranidios conservados en lutitas areniscosas como moldes internos. MPZ95-22 a MPZ95-24.

**Observaciones:** El material presenta los mismos problemas de conservación que en la especie anterior. Pese a ello, pueden identificarse claramente los caracteres de la especie, considerando los especímenes en los que aparecen crestas glabulares incipientes incluidos en la variación intraespecífica (Lám. II, fig. 10). Al igual que ocurre en la especie *Badulesia tenera*, las crestas fixígenales no mantienen su simetría, principalmente debido a procesos de deformación tectónica.

**Distribución estratigráfica en la sección FB<sub>1</sub>:** Los ejemplares estudiados proceden de los tramos desde FB<sub>1</sub>/20 hasta FB<sub>1</sub>/22. Subpiso Caesaraugustiense Inferior, Biozona *Badulesia granieri*.

Género *Jincella* Šnajdr, 1957

Especie tipo: *Solenopleura prantli* Růžička, 1944.

### *Jincella?* aff. *sulcata* Sdzuy, 1968

Lám. III, figs. 1-4.

- v. 1978 *Jincella?* sp. 1; Liñán Guijarro, 186-188, lám. 11, figs. 2-3.

**Material:** Cinco cranidios y un ejemplar con parte del tórax, conservados en lutitas. MPZ95-25 a MPZ95-28.

**Observaciones:** La especie *Jincella?* *sulcata* fue descrita originalmente en Asturias y asignada a este género con dudas, debido a que por sus caracteres distintivos podría tratarse de un nuevo género. Los ejemplares aquí encontrados se parecen a *J.?* *sulcata*, salvo que el área preglabular se encuentra ligeramente deprimida y es atravesada por una única fila de tubérculos, en lugar de las dos o tres filas de los ejemplares asturianos; por esta razón pudiera tratarse de una nueva especie.

Los ejemplares muestran una variabilidad en la anchura del borde. El ejemplar que conserva los segmentos torácicos muestra espinas axiales de base ahorquillada, que se adaptan a la superficie del anillo axial.

**Distribución estratigráfica en la sección FB<sub>1</sub>:** Los ejemplares recolectados están en los tramos FB<sub>1</sub>/1 y FB<sub>1</sub>/3, en niveles similares a los que en 1978 encontró Liñán Guijarro *Jincella?* sp.1. Siguiendo lo expuesto en *Paradoxides* (*Eccaparadoxides*) *sdzuyi*, estos niveles deben representar el Leonense Medio. En el nivel 4 del yacimiento de la Fuente de Bernardo se ha encontrado también *J.?* aff. *sulcata*, en la Biozona *Badulesia tenera* (Caesaraugustiense Inferior).

Género *Parasolenopleura* Westergård, 1953

Especie tipo: *Calymene aculeata* Angelin, 1851.

*Parasolenopleura aculeata* (Angelin, 1851)

Lám. III, figs. 5-7.

1953 *Parasolenopleura aculeata* (Angelin, 1851);

Westergård, 23-25, lám. 5, figs. 6-10, lám. 6, figs. 1-4.

1959 *P. aculeata* (Angelin); Harrington *et al.*, fig. 204-12.

**Material:** Cuatro cranidios, conservados en lutitas como moldes internos y externos; algunos de los niveles son de tipo calcáreo. MPZ95-29 a MPZ95-31.

**Observaciones:** El material de Andalucía presenta una morfología dentro de la variabilidad intraespecífica, según refleja el material figurado por Westergård (1953); existen ligeras diferencias en la anchura del borde anterior, que es algo menor.

**Distribución estratigráfica en la sección FB<sub>1</sub>:** Este taxón se ha recolectado en los tramos FB<sub>1</sub>/20b y FB<sub>1</sub>/22 al 24. En la parte alta de la Biozona *Badulesia tenera* y en la Biozona *Badulesia granieri* (Caesaraugustiense Inferior). El material procedente de Suecia pertenece a la Zona *Ptychagnostus* (*Triplagnostus*) *gibbus*, en la base del piso de *Paradoxides paradoxissimus* (Westergård, 1953). Por tanto, los ejemplares de ambas regiones presentan una distribución estratigráfica similar.

Familia **Conocoryphidae** Angelin, 1854

Género *Conocoryphe* Hawle und Corda, 1847

Especie tipo: *Trilobites sulzeri* Schlotheim, 1823.

Subgénero *Conocoryphe* (*Parabailiella*) Thoral, 1946

Especie tipo: *Parabailiella languedocensis* Thoral, 1946.

*Conocoryphe* (*Parabailiella*) aff. *matutina*  
Sdzuy, 1968

v. 1978 *Conocoryphe* (*Parabailiella*) aff. *matutina* (Sdzuy, 1968); Liñán Guijarro, 191-192, lám. 12, figs. 1-6.

**Material:** Una veintena de cranidios en forma de moldes internos y externos, conservados en lutitas.

**Observaciones:** En todos los ejemplares encontrados la sutura marginal atraviesa el surco marginal, por lo que se clasifican como *Conocoryphe* (*Parabailiella*). La presencia de aristas oculares rudimentarias y débiles, así como la ornamentación presente, asemejan los ejemplares andaluces a la especie *C. (P.) matutina* de Asturias, aunque existen las diferencias que ya fueron resaltadas por Liñán Guijarro (1978), por lo que se mantienen en nomenclatura abierta.

**Distribución estratigráfica en la sección FB<sub>1</sub>:** El material ha sido recolectado en los tramos FB<sub>1</sub>/1, FB<sub>1</sub>/3, FB<sub>1</sub>/10 y FB<sub>1</sub>/15. Liñán Guijarro (1978) lo cita en el nivel 4 del yacimiento de la Fuente de Bernardo, asociado a *Badulesia tenera*, donde también se han recolectado nuevos ejemplares. Por lo tanto, la distribución de este grupo en la región de estudio se extiende del Leonense Medio al Caesaraugustiense Inferior.

## PALEOICNOLOGÍA

Los icnofósiles están presentes con abundancia desigual y escasa variedad a lo largo de la sucesión estudiada. Se trata de estructuras de bioturbación (madrigueras y pistas de reptar intraestratales) de dimensiones comprendidas entre las milimétricas y las centimétricas. Se han identificado los icnotaxones *Cylindrichnus concentricus* Toots in Howard, 1966, *Palaeophycus* ichnosp. y *Planolites* ichnosp. El primero es muy abundante desde el tramo FB<sub>1</sub>/1 hasta el FB<sub>1</sub>/4, coincidiendo con la tafofacies representada por *Jincella?* y *Ellipsocephalus* (ver más abajo), y vuelve a aparecer en el tramo FB<sub>1</sub>/17. Los otros dos icnotaxones se encuentran en diferentes puntos de la columna, siempre escasamente representados, y sus mayores ejemplares apenas superan un centímetro de diámetro.

A continuación se estudia el material recolectado de *Cylindrichnus concentricus*, que consideramos el icnotaxón más característico de la sección.

ICNOGÉNERO *Cylindrichnus* Toots in Howard, 1966

ICNOESPECIE TIPO: *Cylindrichnus concentricus* Toots in Howard, 1966.

*Cylindrichnus concentricus* Toots in Howard,  
1966.

Lám. III, figs. 8-13.

- 1962 *Cylindrichnus concentricus* n. gen., n. sp.; Toots, 64. (Inédito). *Nomen nudum*.
- \* 1966 *Cylindrichnus concentricus*; Toots in Howard, 45, fig. 10.
- 1970 *Asterosoma* form "*Cylindrichnus concentricus*"; Frey, p. 12, fig. 3A, lám. 2, fig. 5, lám. 3, figs. 1, 2.
- 1970 *Asterosoma* Form *Cylindrichnus*; Frey y Howard, 160, 162, figs. 2a, 7b.
- 1971 *Asterosoma* Form *Cylindrichnus*; Howard, fig. 11.
- pars 1971 *Asterosoma* form *Cylindrichnus*; Maberry, 13, lám. 2, figs. 1, 2, 5.
- 1972 *Asterosoma* form "*Cylindrichnus concentricus*"; Frey, 22, fig. 9B.
- 1972 *Asterosoma*; Howard, fig. 1.
- ? 1973 *Anemonichnus concentricus* n. gen., n. sp.; Chamberlain y Clark, 677, lám. 3, fig. 8.
- 1974 *Cylindrichnus concentricus* Howard 1966; Fürsich, 31-32, figs. 26, 27a,c.
- 1975 *Cylindrichnus concentricus* Toots in Howard, 1966; Häntzschel, W57, fig. 36.4 a, b.
- 1981 *Cylindrichnus concentricus* Howard 1966; Fürsich, p. 154.
- 1982 *Cylindrichnus concentricus* Howard, 1966; Frey y Howard, figs. 2E, 4F.
- 1984 *Cylindrichnus concentricus* Howard 1966; Howard y Frey, 203-204, fig. 8A.
- 1985 *Cylindrichnus concentricus* Howard, 1966; Frey y Howard, 377-378, figs. 8.1, 10.3, 10.4, 10.9, 16.11.

?1989 *Cylindrichnus operosus* ichnosp. n.; Orłowski, 218, fig. 3, lám. 15.1-3.

**Material:** 60 ejemplares conservados como relieves completos ("full reliefs") en lutitas de color verde, gris claro y gris amarillento. Los icnoespecímenes figurados llevan las siglas MPZ95-32 a MPZ95-48.

**Descripción:** Tubos cilíndricos o subcilíndricos simples, con un relleno zonado más o menos grueso, compuesto por núcleo y manto. El manto está formado, a su vez, por capas concéntricas alternantes. Las secciones oblicuas pueden exhibir un zonado pseudoexcéntrico (Lám. III, fig. 8). Los tubos se disponen más o menos oblicuos a la superficie de estratificación, frecuentemente cercanos a la vertical y paralelos entre sí (Lám. III, fig. 11). Distintos ejemplares pueden presentar orientaciones notablemente diferentes dentro de una misma muestra.

El núcleo tiene la misma composición que la roca circundante aunque, en algunos ejemplares, su centro se halla ocupado por una pequeña masa de aspecto carbonoso o una mineralización ferruginosa (Lám. III, figs. 13 y 10 respectivamente). Las capas del manto son de dos tipos, unas de material gris oscuro de aspecto arcilloso-carbonoso y otras de material idéntico a la roca circundante (más claro). Las capas oscuras son siempre más finas que las otras, y su espesor varía entre 0,022 y 0,143 mm; el espaciado entre capas es irregular. Este manto, formado por capas concéntricas alternantes, es asimilable a un grueso revestimiento.

La sección transversal de los tubos es circular o elíptica. El diámetro total de los tubos varía entre 1,20 y 5,70 mm, con un valor medio de 2,898 mm y una desviación típica de

1,051 para 60 mediciones efectuadas. En las secciones oblicuas se ha considerado tan sólo el diámetro menor de las mismas. En los ejemplares con mayor desarrollo conservado, el tamaño de la sección transversal apenas varía en dirección longitudinal. El diámetro del núcleo varía entre 0,15 y 2,30 mm, con un valor medio de 0,889 mm y una desviación típica de 0,535 para 32 ejemplares medidos. No se ha podido medir en ningún caso la longitud total del tubo, siendo la máxima longitud observable de 41,65 mm. No se han hallado estructuras terminales, asimilables a aberturas de los tubos en la interfase sedimento-agua. Algunos tubos aparecen colapsados (Lám. III, fig. 13). Se trata, invariablemente, de especímenes con un manto muy poco desarrollado, esto es, con escaso número de capas de revestimiento; debieron de colapsar penecontemporáneamente, antes de que el productor consolidara definitivamente la madriguera.

Los ejemplares pueden llegar a tocarse, e incluso a introducirse uno en el espacio previamente ocupado por otro. Así, algunas madrigueras se hallan deformadas por la implantación subsecuente de otra vecina (Lám. III, fig. 12).

**Interpretación e implicaciones paleoambientales:** Frey y Howard (1970) interpretaron su "*Asterosoma* Form *Cylindrichnus*" (= *Cylindrichnus concentricus*) como madrigueras de organismos suspensívoros abiertas a la interfase sedimento-agua. Esta interpretación, sin embargo, no estuvo argumentada por ningún análisis detallado de las pistas. La propuesta más concreta sobre el origen de *Cylindrichnus concentricus* procede de Fürsich (1974), quien interpretó sus ejemplares del Oxfordiense de Normandía y SE de Inglaterra como madrigueras de sedimentívoros vermiformes que

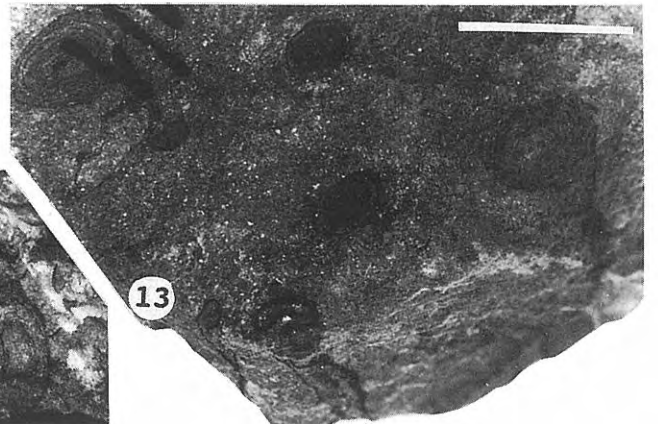
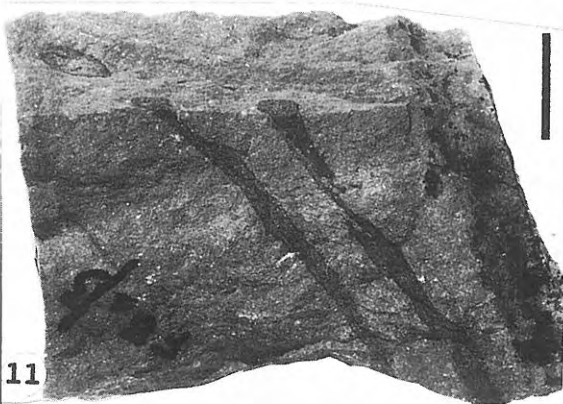
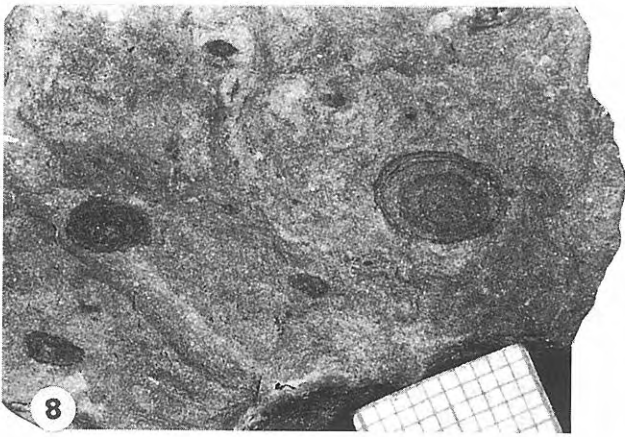
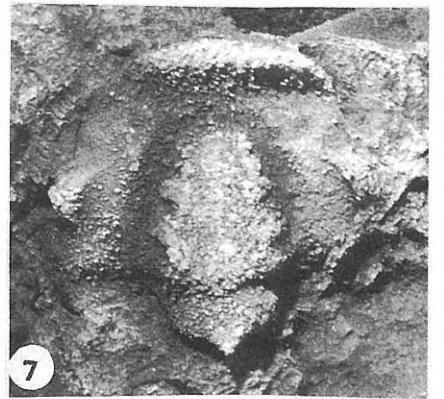
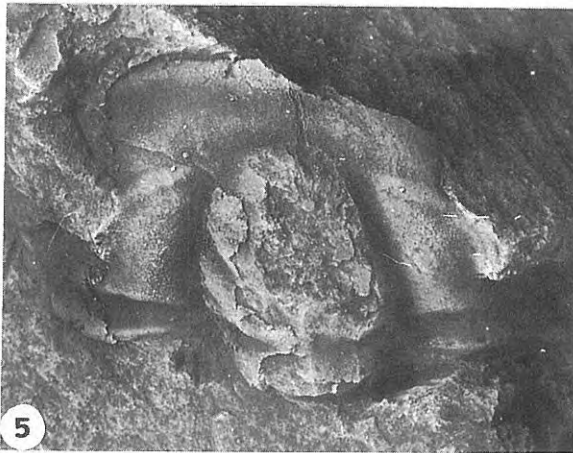
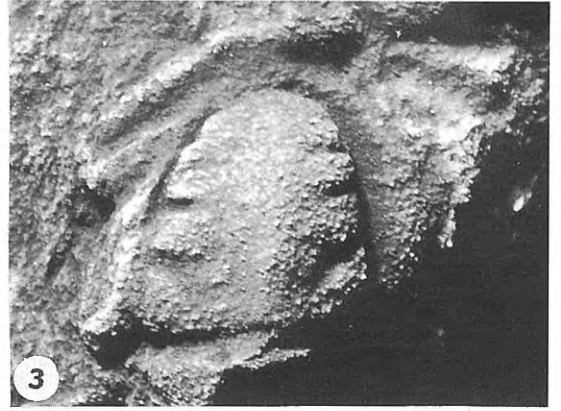
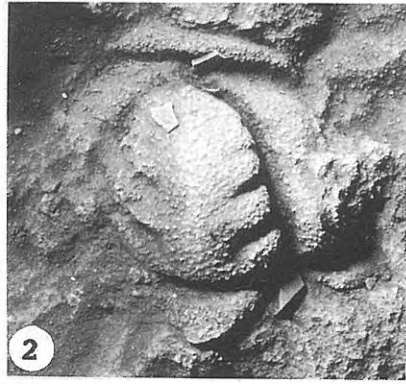
### Lámina III.

(Todos los ejemplares de trilobites de la lámina son moldes internos)

- 1-4 *Jincella?* aff. *sulcata* Sdzuy, 1968. 1. Cranidio (MPZ95-25), nivel 4 del yacimiento de la Fuente de Bernardo, (x4). • 2. Cranidio (MPZ95-26), FB<sub>1</sub>/3R, (x4). • 3. Cranidio (MPZ95-27), FB<sub>1</sub>/1, (x8). • 4. Ejemplar con parte del cranidio y 10 segmentos torácicos, obsérvese la base ahorquillada de las espinas axiales, (MPZ95-28), FB<sub>1</sub>/1, (x3).
- 5-7 *Parasolenopleura aculeata* (Angelin, 1851). 5. Cranidio (MPZ95-29), FB<sub>1</sub>/19, (x3). • 6. Cranidio (MPZ95-30), FB<sub>1</sub>/21, (x6). • 7. Cranidio (MPZ95-31), FB<sub>1</sub>/29, (x8).
- 8-13 *Cylindrichnus concentricus* Toots in Howard, 1966. Todo el material está fotografiado sumergido en agua. Barra de escala = 1 cm. 8. Secciones transversales y oblicuas de cuatro ejemplares (de izquierda a derecha, MPZ95-34 a 37), en las que se observa el relleno zonado concéntrico o pseudoexcéntrico. En la parte izquierda, un ejemplar de *Palaeophycus* ichnosp. (MPZ95-49). Muestra FB<sub>1</sub>/1/3. • 9. Cuatro ejemplares subparalelos en secciones longitudinales parciales (de izquierda a derecha, MPZ95-42, 43 (con tres segmentos

inconexos), 44 y 45). Muestra FB<sub>1</sub>/3/3'. • 10. Sección transversal con una mineralización ferruginosa ocupando la parte central del núcleo del relleno, núcleo que por lo demás es idéntico a la roca circundante. Ejemplar MPZ95-41. Muestra FB<sub>1</sub>/2/1. • 11. Vista oblicua de una muestra con tres ejemplares paralelos (de izquierda a derecha, MPZ95-46, 47 y 48) mostrando dos tipos de sección (transversal-oblicua y longitudinal) y su vista lateral externa. Muestra FB<sub>1</sub>/3/5. • 12. Dos ejemplares en sección transversal. La parte izquierda del mayor de ellos (MPZ95-32) se encuentra distorsionada (flecha) por la implantación del segundo (MPZ95-33), posterior en el tiempo. Muestra FB<sub>1</sub>/1/1. • 13. Muestra con siete ejemplares en sección transversal, y tres de ellos exhibiendo también su vista lateral externa. De izquierda a derecha: MPZ95-37, 36, 38, 39, 35, 34 y 40. El ejemplar superior izquierdo (MPZ95-37) presenta el centro del núcleo ocupado por una pequeña masa de aspecto carbonoso. Obsérvese el colapso del tubo (de parco revestimiento) en el icnoespecimen inferior (MPZ95-39). Muestra FB<sub>1</sub>/1/3.

Lámina III



depositaban sus materiales fecales a su alrededor, apretándolos en capas cilíndricas concéntricas contra la pared de la madriguera, y alternando con capas de material no digerido. Más tarde, el mismo autor ha invocado el mismo proceso para el material del Portlandiense del centro de Portugal (Fürsich, 1981). Estamos de acuerdo con la citada hipótesis para interpretar el material figurado del Oxfordiense, pues ella explica la frecuente excentricidad de la estructura y los desplazamientos retrusivos en la vertical. También explica esta hipótesis la continuidad icno-ontogénica, descrita por Howard (en Frey, 1970), entre *Cylindrichnus concentricus* y *Asterosoma* (icnogénero, este último, originado por un mecanismo análogo al arriba descrito).

Nuestro material consiste en madrigueras endógenas que representan, probablemente, estructuras combinadas de morada y alimentación; estarían formadas por animales endobentónicos semisésiles, posiblemente sedimentívoros dentro de un sustrato rico en nutrientes. Sus paredes, complejamente elaboradas, sugieren que los productores permanecieron en ellas durante largo tiempo (aunque tan sólo fuera el tiempo que emplearon en su construcción). El hecho de aparecer los tubos en direcciones y grados de inclinación bastante variables es más consistente con estructuras de morada y alimentación sedimentívora que con estructuras de morada y alimentación suspensívora. A simple vista, el aspecto arcilloso-carbonoso de las capas oscuras contrasta marcadamente con la textura y color verdoso o grisáceo de la roca circundante. Sin embargo, no resulta sencillo diferenciar si el material de las capas oscuras del manto es material fecal, modificado tras su paso por el tracto digestivo del organismo productor, o si procede directamente del sedimento del entorno (obtenido por mera segregación física y concentración de laminillas de minerales de la arcilla). Dilucidar esta cuestión es importante para interpretar correctamente el hábito alimenticio del productor de *Cylindrichnus concentricus*. Para despejar esta incertidumbre es necesario un estudio mineralógico detallado del relleno zonado, estudio que se encuentra actualmente en realización. Así pues, la hipótesis de una fauna sedimentívora como responsable de estas estructuras está sujeta a una futura revisión.

Independientemente de la hipótesis considerada, puede interpretarse que la historia de la madriguera comprende varios estadios. En cada uno de éstos, en primer lugar el ocupante y productor generaría una capa de revestimiento; posteriormente entraría en la madriguera material del sustrato circundante, posiblemente sin intermediación biógena. Estos procesos se repetirían, formándose al final un relleno de madriguera zonado y alternante. Durante el primer estadio se formaría la capa de revestimiento más externa, y posteriormente las más internas, conservándose así las capas externas sin perturbaciones.

La técnica de construcción de estas madrigueras, con gruesos rellenos zonados ejerciendo las funciones de revestimiento, indica que se realizaron dentro de un sustrato no consolidado, de consistencia blanda y desmoronable. Evidentemente, la necesidad de sustentar la

pared de la estructura de morada es compatible tanto con la hipótesis de un revestimiento formado por acumulación de material fecal como con la de segregación física de material del entorno. No se observan fenómenos de migración vertical, por lo que, al menos durante los momentos en que estos organismos vivían, el sustrato debió de experimentar una sedimentación lenta.

El modo de aparición de *Cylindrichnus concentricus*, a menudo en grupos, podría indicar un cierto comportamiento gregario en sus productores. Sin embargo, este rasgo puede ser tan sólo una consecuencia de la lenta agradación del sustrato. Se precisaría un mayor número de observaciones para despejar esta cuestión.

**Discusión:** Toots (1962) describió por primera vez el icnogénero *Cylindrichnus* y su icnoespecie *C. concentricus* en el Cretácico Superior de la Cuenca de Laramie en el centro de los Estados Unidos, en una tesis de licenciatura no publicada. Más tarde Howard (1966) dio validez al icnogénero y a la icnoespecie, al publicar sus nombres indicando su procedencia. Posteriormente han sido numerosas las referencias de material asignable a esta icnoespecie en sedimentos siliciclásticos, carbonatados y mixtos del Jurásico Superior de Europa y del Cretácico Superior de Estados Unidos, que han puesto de manifiesto la afinidad del icnogénero con los sustratos de grano fino (arenas finas, limos, margas) correspondientes a medios de plataforma interna a externa, pareciendo ser más abundantes en ambientes sublitorales someros. Su presencia es probable en sedimentos ortocuarcíticos de "nearshore" del Missisipiense tardío de Utah, Estados Unidos (Chamberlain y Clark, 1973: 677: Lám. 3, fig. 8). El icnogénero *Cylindrichnus* está presente también en depósitos arenosos litorales del Cámbrico Inferior de los Góry Świętokrzyskie (Holy Cross Mountains), Polonia central (Ortowski, 1989), mediante la icnoespecie *Cylindrichnus operosus* Orłowski, 1989. Ponemos, de momento con dudas, esta icnoespecie en sinonimia con *Cylindrichnus concentricus* debido a que la terminación superior en embudo que presenta (carácter diagnóstico según su definición) puede indicar tan sólo unas condiciones concretas de preservación.

En el presente trabajo se informa de la presencia de *Cylindrichnus concentricus* en el Cámbrico Medio de la Formación Los Villares de la Sierra de Córdoba. Como se indica más adelante, se interpreta que estos materiales fueron depositados en un medio circalitoral. Nuestros ejemplares de *Cylindrichnus concentricus* se caracterizan por tener unas dimensiones, en general, menores que las referidas hasta el momento para el icnogénero.

**Distribución estratigráfica en la sección FB<sub>1</sub>:** Se han hallado ejemplares de *Cylindrichnus concentricus* en los tramos FB<sub>1</sub>/1 a FB<sub>1</sub>/4 y FB<sub>1</sub>/17, que corresponden a los subpisos Leoniense Medio y Superior.

## BIOESTRATIGRAFÍA

El estudio del contenido fósil de la sucesión ha permitido reconocer palinomorfos, icnofósiles,

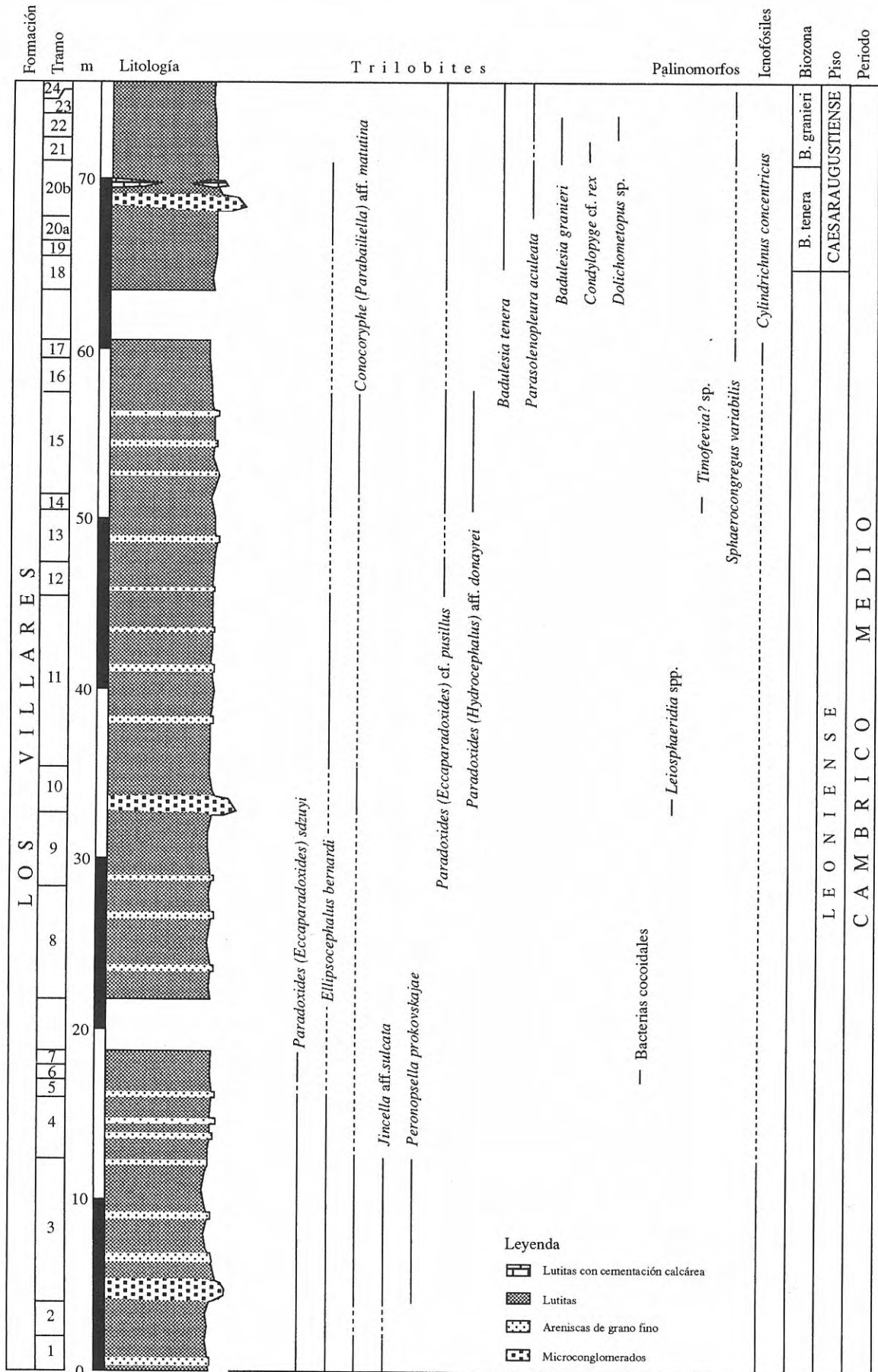


Figura 3. Estratigrafía de la sección Fuente de Bernardo 1 (FB<sub>1</sub>).

braquiópodos, hiolites y trilobites. De todos estos grupos, solamente los palinomorfos y trilobites permiten hacer algunas consideraciones bioestratigráficas. Los palinomorfos encontrados son: *Leiosphaeridia* spp., *Timofeevia?* sp. y *Sphaerocongregus variabilis*, asociación que indica una amplia edad comprendida entre el Cámbrico Medio y el Ordovícico.

Respecto a los trilobites, el nuevo muestreo ha permitido revisar los Ellipsocephalidae que estaban en nomenclatura abierta y ampliar el número de taxones encontrados en el Cámbrico Medio de Sierra Morena, con el hallazgo de *Jincella?* aff. *sulcata*, *Paradoxides* (*Hydrocephalus*) aff. *donayrei*, *Parasolenopleura aculeata*, *Badulesia granieri* y *Dolichometopus* sp. (Fig.3). De esta manera, son ya cinco especies comunes (dos de miómeros y tres de polímeros) entre el norte y el sur de España.

Respecto a la edad de las capas, Liñán Guijarro (1978) incluyó el yacimiento de la Fuente de Bernardo entre los antiguos subpisos de *Conocoryphe* (C.) *ovata* y de *Badulesia* (Sdzuy, 1971), que en la actual nomenclatura (Liñán *et al.*, 1993a) se corresponde con los subpisos Leoniense Medio, Superior y Caesaraugustiense Inferior.

Liñán Guijarro (*op. cit.*) describió cuatro niveles con registro fósil, pero debido a la complejidad tectónica de los afloramientos prefirió no reconstruir la sucesión estratigráfica, situando los niveles en función de la posición relativa de los afloramientos. La ampliación de la carretera que sube desde la presa del Pintado hacia la Fuente de Bernardo ha propiciado ahora la reconstrucción de dicha sucesión.

De toda la sucesión del Cámbrico Medio aflorante junto a la carretera, la de mejor registro de trilobites es la denominada como Fuente de Bernardo 1 (FB<sub>1</sub>). Ésta comienza en las primeras capas de lutitas aflorantes no metamorfizadas y termina en una falla, tras la que se repite parte de la sucesión.

Los cuatro niveles descritos por Liñán Guijarro (1978) han podido ser identificados en el campo, pero las condiciones de afloramiento del nivel inferior eran tan malas que no ha podido ser muestreado de nuevo. Aunque sólo uno de ellos se encuentra dentro de la sucesión estudiada, se han podido correlacionar aquellos niveles y los establecidos en este trabajo (Fig.4). Sólo el nivel 1 del yacimiento de la Fuente de Bernardo (Liñán Guijarro, 1978) se encuentra estratigráficamente por debajo de los niveles aquí estudiados. El nivel 2 del yacimiento de la Fuente de Bernardo, corresponde al tramo FB<sub>1</sub>/23 de nuestra sucesión. El nivel 3 del yacimiento de la Fuente de Bernardo está en uno de los cortes paralelos a la sucesión estudiada. En él, además de los trilobites citados por Liñán Guijarro (1978), se ha encontrado *Badulesia tenera* y *Badulesia granieri*. El registro fósil que contiene este nivel es el mismo que el encontrado en los tramos FB<sub>1</sub>/22 y FB<sub>1</sub>/23, por lo que se puede considerar como una prolongación lateral de éstos. En el nivel 4 del yacimiento de la Fuente de Bernardo ocurre como en el nivel anterior, la presencia de *Badulesia tenera* permite correlacionar este nivel con los

tramos FB<sub>1</sub>/19 y 20. Además de los fósiles citados por Liñán Guijarro (1978), se han encontrado *Jincella?* aff. *sulcata* y *Parasolenopleura aculeata*.

En el trabajo de Liñán Guijarro (1978) la presencia de *Peronopsella prokovskajae* Sdzuy, 1968 permitió reconocer el antiguo piso de Acadoparadoxides (Piso Leoniense) y la presencia de *Badulesia tenera* el antiguo subpiso de *Badulesia* (Subpiso Caesaraugustiense Inferior). Los nuevos hallazgos de *B. granieri* permiten ahora diferenciar dos biozonas del Caesaraugustiense Inferior en Sierra Morena, y plantear correlaciones con los niveles equivalentes de la región Cantábrica, las Cadenas Ibéricas y la Sierra de la Demanda en España.

Dentro de la bioestratigrafía de la Sierra de Córdoba, *Paradoxides* (*E.*) *sdzuyi* tiene una distribución en la parte media del Leoniense. Por encima de esta especie, dentro de este piso, encontramos *P. (E.)* cf. *pusillus*, el cual alcanza el Caesaraugustiense Inferior. En este último subpiso, la presencia de *Badulesia tenera* y *Badulesia granieri* permite correlacionar las capas de la Formación Los Villares con los niveles equivalentes de las Formaciones Mansilla y Murero en las Cadenas Ibéricas (Liñán y Gozalo, 1986; Valenzuela *et al.*, 1990; Gámez *et al.*, 1991; Gozalo *et al.* 1993) y Sierra de la Demanda (Palacios, 1982), y las Formaciones Láncara y Oville de la región Cantábrica (Sdzuy, 1968; Zamarreño, 1972; Sdzuy y Liñán, 1993). La coexistencia parcial en esta sucesión de sus respectivas distribuciones estratigráficas plantea la necesidad de redefinir las Biozonas *Badulesia tenera* y *Badulesia granieri* en el sentido expresado por Sdzuy (1971, 1972) y Liñán y Gozalo (1986).

*Badulesia tenera*, además de en su localidad de definición (Terranova oriental) y España, también ha sido citada en Marruecos (Mansuy, 1923), New Brunswick (Canadá; Skehan *et al.*, 1978), en la localidad alemana de Doberlug (Sdzuy, 1957) y las montañas de Amanos en Turquía (Dean and Krummenacher, 1961; Dean *et al.* 1986). Por otro lado *Badulesia granieri* presenta una distribución geográfica algo más restringida, habiéndose citado en España en las mismas localidades que *B. tenera*, en Francia (Courtessole, 1973), Turquía (Dean y Krumenacher, 1961) y Terranova oriental (Levi-Setti, 1993).

La distribución cosmopolita de ambas especies en un amplio sector del margen perigondwánico septentrional, permite aplicar la biozonación propuesta para España en el Caesaraugustiense Inferior a este sector. La correlación del biohorizonte de aparición de *Badulesia tenera* con la base del piso de *Paradoxides paradoxissimus* de Baltica propuesta por Gozalo *et al.* (1994) aporta también un punto de correlación de la Sierra de Córdoba con la Península Escandinava.

## IMPLICACIONES PALEOAMBIENTALES Y CONCLUSIONES

La presencia de especímenes completos de trilobites (interpretados como autóctonos), como es el caso de *Ellipsocephalus bernardi*, *Jincella?* aff. *sulcata* y



*Paradoxides (Eccaparadoxides) cf. pusillus*, indica un medio sublitoral. Esto, junto con la existencia de trilobites miómeros, como *Peronopsella* y *Condylopyge*, sugiere que el área de depósito era abierta y estaba conectada con la cuenca oceánica.

Además, los datos de litofacies sugieren un depósito en un medio marino submareal o sublitoral, situado por debajo del nivel de acción del oleaje durante las tormentas (circalitoral). Esta área sufriría la influencia episódica de corrientes de turbidez (niveles microconglomeráticos). Estas corrientes mezclaron materiales de procedencia alóctona (fósiles y clastos polifásicos e intraformacionales) junto con otros autóctonos (fósiles y lutitas de decantación).

Las asociaciones fósiles estudiadas pueden incluirse dentro de la biofacies de trilobites polímeros (*sensu* Liñán *et al.*, 1993b). El estudio bioestratigráfico permite distinguir en esta biofacies dos tipos de tafofacies. Utilizamos este término en el sentido de Speyer y Brett (1986: 312): "facies defined on the basis of diagnostic taphonomic traits". La primera tafofacies está caracterizada por especímenes espinosos que pertenecen a *Ellipsocephalus* y *Jincella?*, y que mantienen con frecuencia sus elementos articulares unidos; se encuentran asociados a elementos exoesqueléticos siempre desarticulados y bien conservados de *Paradoxides* de pequeño tamaño y trilobites miómeros. Esta primera tafofacies se encuentra bien representada entre los tramos FB<sub>1</sub>/1 y FB<sub>1</sub>/4. La segunda tafofacies se caracteriza por poseer frecuentes ejemplares completos de *Paradoxides* de gran tamaño, con los que se asocian elementos exoesqueléticos bien conservados de *Ellipsocephalus* y *Solenopleuridae*, siempre desarticulados; se halla bien representada entre los tramos FB<sub>1</sub>/12 y FB<sub>1</sub>/24.

Ambas tafofacies representan dos tipos de asociaciones fósiles sucesivas, con distinto significado paleoambiental, de las cuales sólo hemos podido caracterizar el primero. La primera asociación fósil se desarrolló sobre sustratos siliciclásticos no consolidados, blandos y bajo depósito lento, como se deduce de la presencia de madrigueras con gruesos revestimientos y rellenos zonados (*Cylindrichnus concentricus*) y formas espinosas de trilobites. Esta situación se vería interrumpida por pulsos episódicos de alta energía, como se deduce de la litofacies (Fig. 3). Las diferentes condiciones paleoambientales de ambas asociaciones vienen sugeridas por su distinta composición taxonómica, su conservación tafonómica y por la mayor abundancia de bioturbación asociada a la primera.

Por otra parte, los datos de litofacies aportados sugieren la sedimentación en una depresión relativa cercana a una pendiente o talud, combinándose la decantación de siliciclásticos finos con el depósito mediante corrientes tractivas asociadas a dicha pendiente.

La presencia de granos monocristalinos con extinción recta, redondeados, engolfados y con tamaño promedio superior a la mediana de la roca, constituye un criterio para reconocer una posible fuente de influencia volcánica. Ello es congruente con el modelo de estructuración en cubetas propuesto para el Cámbrico Inferior de Sierra

LIÑÁN GUIJARRO 1978	en este trabajo (tramos en la fig. 3)	PISO
FB2 y FB3	FB1/22-23	CAESARAUGUSTIENSE
	FB1/21	
FB4	FB1/19-20	LEONIENSE
	FB1/1-18	
FB1		

**Figura 4.** Correlación de los yacimientos paleontológicos descritos por Liñán Guijarro (1978) con los tramos de la sección Fuente de Bernardo 1.

Morena, donde la fracturación existente debió permitir la formación de pendientes y una sedimentación diferencial dentro de cada cubeta, mientras se producían intrusiones volcánicas a través de dichas fracturas. Ello no excluye la posibilidad de que estas cubetas estuviesen limitadas por fracturas escalonadas, entre las cuales podría haberse sedimentado la sucesión estratigráfica aquí estudiada. En el Leoniense Medio-Superior y Caesaraugustiense Inferior (Cámbrico Medio), el área de Sierra Morena seguiría afectada por los procesos de "rifting" iniciados en el Cámbrico Inferior (Liñán y Quesada, 1990; Mata y Munhá, 1990; Liñán y Gámez-Vintaned, 1993), aunque el relieve oceánico exhibiría una mayor uniformidad que durante éste. De acuerdo con Mata y Munhá (1990), la Zona de Ossa-Morena puede considerarse, en conjunto, como un segmento crustal en atenuación (sin formación de corteza oceánica) desde el Cámbrico Inferior hasta el Silúrico, con movimientos de diferente amplitud y significado en el espacio y en el tiempo.

Todo ello presupone un modelo de cuenca marina diferente al propuesto para el norte de España (región Cantábrica y Cadenas Ibéricas; Aramburu *et al.*, 1992; Sdzuy y Liñán, 1993; Liñán y Gámez-Vintaned, 1993), donde se registraron depósitos sublitorales sin una influencia volcánica y actividad tectónica tan reseñables como en Ossa-Morena.

Los datos aportados evidencian la amplia distribución de *Badulesia tenera* y *Badulesia granieri* en un gran sector del margen septentrional de Gondwana, y permiten trasladar la escala bioestratigráfica española del Caesaraugustiense Inferior a este sector. La correlación del biohorizonte de aparición de *Badulesia tenera* con la base del piso de *Paradoxides paradoxissimus* de Baltica aporta también un punto de correlación de la Sierra de Córdoba con la Península Escandinava.

La presencia de *Parasolenopleura aculeata* y *Dolichometopus* sp. (citados por primera vez en España) permite proponer las primeras hipótesis sobre una comunicación de trilobites beñtónicos entre Escandinavia y el sur de España.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a los Dres. Arbizu y Martínez Chacón la revisión crítica del manuscrito que ha mejorado el texto original; a los Dres. Perejón y Sequeiros, así como a D. Francisco Ruiz por la decisiva ayuda prestada en el campo, y a D. Enrique Oliver por su ayuda en la preparación del material. Este trabajo constituye una contribución a los proyectos del P.I.C.G. n° 319 ("Global Palaeogeography of the late Precambrian and early Palaeozoic"), 351 ("Early Palaeozoic evolution in NW Gondwana") y 366 ("Ecological aspects of the Cambrian radiation"), y ha sido financiado por la DGICYT dentro del Proyecto PB90-0593.

## BIBLIOGRAFÍA

- Angelin, N.P. 1851. *Palaeontologica Scandinavica. Pars I Crustacea formationis transitionis*. Academie Regiae Scientarium Suecanae (Holmiae), 1-24.
- Angelin, N.P. 1854. *Palaeontologica Scandinavica. Pars II Crustacea formationis transitionis*. Academie Regiae Scientarium Suecanae (Holmiae), 24-92.
- Aramburu, C., Truyols, J., Arbizu, M., Méndez Bedia, I., Zamareño, I., García Ramos, J.C., Suárez de Centi C. y Valenzuela, M. 1992. El Paleozoico Inferior de la Zona Cantábrica. En: *Paleozoico Inferior de Ibero-América* (Eds. J. C. Gutiérrez-Marco, J. Saavedra e I. Rábano), Univ. de Extremadura, Badajoz, Cáceres, 397-421.
- Bard, J. P. 1964. Observaciones sobre la estratigrafía del Paleozoico de la región de Zafra (provincia de Badajoz), España. *Notas y Comunicaciones del Instituto Geológico y Minero de España*, **76**, 175-180.
- Barrande, J. 1846. *Notice préliminaire sur le Système silurien et les trilobites de Bohême*. Hirschfeld, Leipzig. 96 pp.
- Brongniart, A. et Desmarest, A.G. 1822. *Histoire naturelle des crustacés fossiles, sous le rapports zoologiques et géologiques. Savoir: Les trilobites*. F.G. Levrault, Paris. 154 pp.
- Chamberlain, C. K. and Clark, D. L. 1973. Trace fossils and conodonts as evidence for deep-water deposits in the Oquirrh Basin of central Utah. *Journal of Paleontology*, **47** (4), 663-682.
- Courtessole, R. 1973. *Le Cambrien Moyen de la Montagne Noire. Biostratigraphie*. Imprimerie d'Oc, Toulouse, 248 pp.
- Dawson, J.W. 1868. *Acadian Geology. The geological structure, organic remains, and mineral resources of Nova Scotia, New Brunswick and Prince Edward Island*. 2nd edition, Macmillan, London, 694 pp.
- Dean, W.T. and Krummenacher, R. 1961. Cambrian Trilobites from the Amanos mountains. Turkey. *Palaentology*, **4** (1), 71-81.
- Dean, W.T. Monod, O. and Günay, Y. 1986. Lower Palaeozoic Stratigraphy in the Southern and Central Amanos Mountains, south central Turkey. *Geological Magazine*, **13** (3), 215-226.
- Delgado-Quesada, M., Liñán, E., Pascual, E. y Pérez-Lorente, F. 1977. Criterios para la diferenciación de dominios en Sierra Morena Central. *Studia Geologica*, **12**, 75-90.
- Frey, R. W. 1970. Trace-fossils of the Fort Hayes Limestone member of the Niobrara Chalk (Upper Cretaceous), West-Central Kansas. *The University of Kansas Paleontological Contributions, Article*, **53** (2), 1-41.
- Frey, R. W. 1972. Paleocology and depositional environment of Fort Hays Limestone Member, Niobrara Chalk (Upper Cretaceous), west-central Kansas. *The University of Kansas Paleontological Contributions, Article*, **58**, 1-72.
- Frey, R. W. and Howard, J. D. 1970. Comparison of Upper Cretaceous ichnofaunas from siliceous sandstones and Chalk, Western Interior Region, U.S.A. In: Trace fossils (Eds. T. P. Crimes and J. C. Harper). *Geological Journal Special Issue*, **3**, 141-166.
- Frey, R. W. and Howard, J. D. 1982. Trace fossils from the Upper Cretaceous of the Western Interior: potential criteria for facies models. *Mountain Geologist*, **19**, 1-10.
- Frey, R. W. and Howard, J. D. 1985. Trace fossils from the Panther Member, Star Point Formation (Upper Cretaceous), Coal Creek Canyon, Utah. *Journal of Paleontology*, **59** (2), 370-404.
- Fürsich, F. T. 1974. Corallian (Upper Jurassic) trace fossils from England and Normandy. *Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde, Ser. B*, **13**, 1-52.
- Fürsich, F. T. 1981. Invertebrate trace fossils from the Upper Jurassic of Portugal. *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal*, **67** (2), 153-168.
- Gámez, J. A., Fernández-Nieto, C., Gozalo, R., Liñán, E., Mandado, J. y Palacios, T. 1991. Bioestratigrafía y evolución ambiental del Cámbrico de Borobia (Provincia de Soria, Cadena Ibérica Oriental). *Cuadernos do Laboratorio Xeolóxico de Laxe*, **16**, 251-271.
- Gil Cid, M.D. 1985. Trilobites Agnóstidos del Cámbrico Medio de la Sierra de Córdoba. *Boletín Geológico y Minero*, **96** (4), 367-371.
- Gonçalves, F. 1971. Subsídios para o conhecimento geológico do Nordeste Alentejano. *Memorias dos Serviços Geológicos de Portugal*, **18**, 1-62.
- Gozalo, R.; Liñán, E. y Álvaro, J. 1993. Bioestratigrafía del Cámbrico Medio de Villafeliche (prov. Zaragoza, España). *Revista Española de Paleontología*, **n° extraordinario**, 49-57.
- Gozalo, R., Liñán, E. y Álvaro, J. 1994. Trilobites de la familia Solenopleuropsidae Thoral, 1947 del Cámbrico Medio de la Unidad de Alconera (zona de Ossa-Morena, SO España). *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Geología)*, **89**, 43-54.
- Häntzschel, W. 1975. Trace Fossils and Problematica. In: *Treatise on Invertebrate Paleontology. Part W (Miscellanea. Supplement 1)* (Ed. C. Teichert). The Geological Society of America, Inc. and The University of Kansas, Boulder, Lawrence, 269 pp.
- Harrington, H.J., Henningsmoen, G., Howell, B.F., Jaanusson, V. Lochman-Balk, C., Moore, R.C., Poulsen, C., Rasetti, F., Richter, E., Richter, R., Schmidt, H., Sdzuy, K., Struve, W., Stormer, L., Stubblefield, C.J., Tripp, R., Weller, J.M. and Whittington, H.B. 1959. Arthropoda 1. In: *Treatise on Invertebrate Paleontology, Part O* (Ed. R. C. Moore). The Geological Society of America, Inc. and The University of Kansas, Boulder, Lawrence, 560 pp.

- Hawle I. und Corda, A. J. C. 1847. Prodróm einer Monographie der böhmischen Trilobiten. *Königlich Böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften (Prague), Abhandl.*, **5**, 1-176.
- Howard, J. D. 1966. Characteristic trace fossils in Upper Cretaceous sandstones of the Book Cliffs and Wasatch Plateau. *Utah Geological and Mineralogical Survey, Bulletin*, **80**, 35-53.
- Howard, J. D. 1971. Comparison of the beach-to-offshore sequence in modern and ancient sediments. In: *Recent Advances in Paleocology and Ichology* (Eds. D. Howard, J. W. Valentine and J. E. Warme) American Geological Institute, Short Course Lecture Notes, 148-183.
- Howard, J. D. 1972. Trace fossils as criteria for recognizing shorelines in stratigraphic record. In: *Recognition of Ancient Sedimentary Environments* (Eds. J. K. Rigby and W. K. Hamblin). *Society of Economic Paleontologists and Mineralogists Special Publication*, **16**, 215-225.
- Howard, J. D. and Frey, R. W. 1984. Characteristic trace fossils in nearshore to offshore sequences, Upper Cretaceous of east-central Utah. *Canadian Journal of Earth Sciences*, **21**, 200-219.
- Levi-Setti, R. 1993. *Trilobites*. 2nd. Edition. The University of Chicago Press, Chicago, London, 342 pp.
- Liñán Guijarro, E. 1978. Bioestratigrafía de la Sierra de Córdoba. *Tesis doctorales de la Universidad de Granada*, **191**, Universidad de Granada, Granada, 212 pp.
- Liñán, E. 1984. Introducción al problema de la Paleogeografía del Cámbrico de Ossa Morena. *Cuadernos do Laboratorio Xeolóxico de Laxe*, **8**, 283-314.
- Liñán, E. and Gámez-Vintaned, J.A. 1993. Lower Cambrian palaeogeography of the Iberian Peninsula and its relations with some neighbouring European areas. *Bulletin de la Société géologique de France*, **164** (6), 831-842.
- Liñán, E. y Gozalo, R. 1986. Trilobites del Cámbrico Inferior y Medio de Murero (Cordillera Ibérica). *Memorias del Museo Paleontológico de la Universidad de Zaragoza*, **2**, 1-104.
- Liñán, E. y Perejón, A. 1981. El Cámbrico inferior de la "Unidad de Alconera", Badajoz (SW de España). *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Sección Geológica.)*, **79**, 125-148.
- Liñán, E. and Quesada, C. 1990. Part V Ossa-Morena Zone. 2 Stratigraphy. 2.2 Rift Phase (Cambrian). In: *Pre-Mesozoic Geology of Iberia* (Eds. R. D. Dallmeyer and E. Martínez García). Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 259-266.
- Liñán, E., Perejón, A. and Sdzuy, K. 1993a. The Lower-Middle Cambrian stages and stratotypes from the Iberian Peninsula: a revision. *Geological Magazine*, **139** (6): 817-833.
- Liñán, E., Fernández-Nieto, C., Gámez, J. A., Gozalo, R., Mayoral, E., Moreno-Eiris, E., Palacios, T. y Perejón, A. 1993b. Problemática del límite Cámbrico Inferior-Medio en Murero (Cadenas Ibéricas, España). *Revista Española de Paleontología*, n° extraordinario, 26-39.
- Lotze, F. 1945. Zur Gliederung der Varisziden der Iberischen Meseta. *Geotektonische Forschungen*, **6**: 78-92. Traduc. Ríos, J.M., 1950. Observaciones respecto a la división de los variscides de la Meseta Ibérica. *Publicaciones extranjeras sobre Geología de España*, **5**, 149-166.
- Maberry, J. O. 1971. Sedimentary features of the Blackhawk Formation (Cretaceous) in the Sunnyside District, Carbon County, Utah. *U. S. Geological Survey, Professional Paper*, **688**, 1-44.
- Mansuy, H. 1923. Description de quelques Trilobites du Cambrien du Maroc. *Bulletin de la Société géologique de France*, ser. 4, **22**, 285-289.
- Martin, F. and Dean, W.T. 1988. Middle and Upper Cambrian acritarch and trilobite zonation at Manuels river and Random island, Eastern Newfoundland. *Geological Survey of Canada, Bulletin*, **381**, 91 pp.
- Mata, J. e Munhá, J. 1990. Magmatogénese de Metavulcanitos Câmbricos do Nordeste Alentejano: os estádios iniciais de «rifting» continental. *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal*, **76**: 61-89.
- Matthew, G.F. 1887. Illustrations of the Fauna of the St. John Group. n°. IV- On the smaller-eyed trilobites of Division I., with a few remarks on the species of the higher divisions of the group. *Canadian Record of Science*, **2**, 357-363.
- Oliveira, V. M. 1984. Contribuição para o conhecimento geológico-mineiro da região da Alandroal-Juromenha (Alto Alentejo). *Estudos, Notas e Trabalhos do Serviço de Fomento Mineiro*, **26** (1-4): 103-126.
- Orłowski, S. 1989. Trace fossils in the Lower Cambrian sequence in the Świętokrzyskie Mountains, Central Poland. *Acta Palaeontologica Polonica*, **34** (3), 211-231.
- Palacios Medrano, T. 1982. El Cámbrico entre Viniegra de Abajo y Mansilla (Sierra de la Demanda, Logroño). Trilobites e icnofósiles. *Biblioteca de Temas Riojanos*, **48**, Instituto de Estudios Riojanos, Logroño, 86 pp.
- Palacios, T. (1993): Acritarchs from the volcanosedimentary group Playon beds. Lower-Upper Cambrian, Sierra Morena, Southern Spain. *Terra Nova, Abstract Supplement*, **6**, 3.
- Ruiz López, J. L., Coullaut, J. L., Soler, M., Babiano, F., Fernández Carrasco, J. Aguilar, M., Barranco, E., Apalategui, O. y Quesada, C. 1984. Higuera La Real. *Mapa geológico de España E. 1:50.000*, 2° ser., **896**, 1-47.
- Růžička, R. 1944. Prispěvek k ontogenii ceskych Paradoxidu a rodu *Sao*. (Beitrag zur Ontogenie der böhmischen Paradoxiden und der Gattung *Sao*.) *Vestník Královské Ceske Spolecnosti Nauk, Rocnik* **1943**, 1-42.
- Schlothheim, E.F. von 1823. *Nachträge zur Petrefactenkunde. Zweite Abteilung*. Beckersche Buch-handlung Gotha. 114 pp.
- Schneider, H. 1941. Geologische Einleitung: Das Kambrium der Herrerías-Mulde bei Cala. In: Die Fauna des Unterkambriums von Cala in Andalusien (R. Richter und E. Richter). *Abhandlungen der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft*, **455**, 5-14.
- Sdzuy, K. 1957. Revision der mittelkambrischen Trilobiten von Doberlug. *Senckenbergiana lethaea*, **38** (1-2), 7-28.

- Sdzuy, K. 1968. Trilobites del Cámbrico Medio de Asturias. *Trabajos de Geología, Universidad de Oviedo*, 1967, **1**, 77-133.
- Sdzuy, K. 1971. La subdivisión bioestratigráfica y la correlación del Cámbrico Medio de España. *I Congreso Hispano-Luso Americano de Geología Económica*, **2**, 769-782.
- Sdzuy, K. 1972. Das Kambrium der acadobaltischen Faunenprovinz. *Zentralblatt Geologie und Paläontologie*, **2** (1), 1-91.
- Sdzuy, K. y Liñán, E. 1993. Rasgos paleogeográficos del Cámbrico Inferior y Medio del Norte de España. *Cuadernos do Laboratorio Xeolóxico de Laxe*, **18**, 189-215.
- Shergold, J.H., Laurie, J.R. and Sun Xiaowen 1990. Classification and review of the trilobites order Agnostida Salter, 1864: an Australian perspective. *Bureau of Mineral Resources, Geology and Geophysics, report 296*, 93 pp.
- Skehan, J.W., Murray, D.P., Palmer, A.R., Smith, A.T. and Belt, E.S. 1978. Significance of fossiliferous Middle Cambrian rocks of Rhode Island to the history of the Avalonian microcontinent. *Geology*, **6**, 694-698.
- Šnajdr, M. 1958. Trilobiti českého středního kambria. *Rozpravy Ustředního ústavu geologického*, **24**, 1-280.
- Speyer, S.E. and Brett, C.E. 1986. Trilobite Taphonomy and Middle Devonian Taphofacies. *Palaios*, **1**, 312-327.
- Thoral, M. 1935. *Contribution a l'étude paléontologique de l'Ordovicien inférieur de la Montagne Noire et révision sommaire de la faune cambrienne de la Montagne Noire*. Thèses Facultad Science de Paris (A), 1541, Imprimerie de la Charité, Montpellier, 362 pp.
- Thoral, M. 1946. Conocoryphidae languedociens. *Annales Université Lyon, Science naturelles*, 1-74.
- Toots, H. 1962. *Paleoecological studies on the Mesaverde Formation in the Laramie Basin*. Tesis de Licenciatura, University of Wyoming, Laramie, 112 pp. Inédita.
- Valenzuela, J. I., Gámez, J. A., Liñán, E. y Sdzuy, K. 1990. Estratigrafía del Cámbrico de la región de Brea. Cadena Ibérica Oriental. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Sección Geológica)*, **85** (1-4), 45-54.
- Vegas, R. 1971. Precisiones sobre el Cámbrico del centro y sur de España. El problema de la existencia de Cámbrico en el valle de Alcudia y en las sierras de Cáceres y N. de Badajoz. *Estudios geológicos*, **27**, 419-425.
- Wahlenberg, G. 1821. Petrificata telluris Svecanae. *Nova Acta Regiae Societatis Scientiarum Upsaliensis*, **8**, 1-116.
- Westergård, A.H. 1948. Non-Agnostidean Trilobites of the Middle Cambrian of Sweden. I. *Sveriges Geologiska Undersökning, ser. C.*, **498**, 1-33.
- Westergård, A.H. 1953. Non-Agnostidean Trilobites of the Middle Cambrian of Sweden. III. *Sveriges Geologiska Undersökning, ser. C.*, **526**, 1-59.
- Zamarreño, I. 1972. Las litofacies carbonatadas del Cámbrico de la Zona Cantábrica (NW de España) y su distribución paleogeográfica. *Trabajos de Geología, Universidad de Oviedo*, **5**, 1-118.
- Zenker, J. C. 1833. *Beiträge zur Naturgeschichte der Urwelt. Organische Reste (Petrefacten) aus der Alterburger Braunkohlen-Formation, dem Blankenburger Quadersandstein, jenaischen bunten Sandstein und Böhmischem Uebergangebirge, mit 6 illuminierten Kupfertafeln*, Jena, 67 pp.

*Manuscrito recibido:* 2 de septiembre, 1994

*Manuscrito aceptado:* 17 de febrero, 1995