

## La distribución de *Paradoxides (Acadoparadoxides) mureroensis* SDZUY, 1958 (Cámbrico Medio basal) y sus implicaciones paleobiogeográficas

## The distribution of *Paradoxides (Acadoparadoxides) mureroensis* SDZUY, 1958 (earliest Middle Cambrian) and its palaeobiogeographical consequences

GOZALO, R.; ALVARO, J.; LIÑAN, E. SDZUY, K. & TRUYOLS, J.

El norte de España contiene los mejores afloramientos conocidos para estudiar la transición del Cámbrico Inferior al Cámbrico Medio en la región mediterránea debido, sobre todo, al excelente registro paleontológico presente en la Región Cantábrica y en las Cadenas Ibéricas.

LOTZE (1961) y SDZUY (1971b) propusieron situar este límite en la aparición de *Paradoxides (Acadoparadoxides) mureroensis* pero esta especie solo era conocida entonces en la localidad de Murero (Zaragoza), y en Tuva (Siberia: REPI-NA, 1969). Su cita posterior en varias localidades de las Cadenas Ibéricas permitió establecer la biozona de *Paradoxides (Acadoparadoxides) mureroensis* como la primera del Cámbrico Medio en esta área. Los nuevos hallazgos de esta especie en las localidades de Valdoré y Porma (Zona Cantábrica) y Ounein (Marruecos) permiten reconocer dicha biozona en estas regiones.

Esta biozona se sitúa, en su localidad de definición, por encima de un evento estratigráfico denominado Geoevento Valdemedes, que caracteriza un fenómeno de extinción que afectó total o parcialmente a diferentes grupos de trilobites como los Neoredlíchidos y Hamatolénidos, y probablemente a los Arqueociatos. De algún modo fue también responsable de la subsecuente aparición de los *Paradoxídidos* y del mayor desarrollo de los *Agnóstidos* que tienen lugar en la base del Cámbrico Medio. Para analizar las características de esta transición se han estudiado seis secciones en las Cadenas Ibéricas y dos en la región cantábrica.

La distribución geográfica de *Paradoxides (Acadoparadoxides) mureroensis* es abordada en el contexto de las reconstrucciones paleogeográficas de esta época. Los nuevos especímenes de *Paradoxides (Acadoparadoxides) mureroensis* estudiados sugieren la conveniencia de revisar la diagnosis original de esta especie, para incluir un morfotipo caracterizado por tres surcos glabellares, que se interpreta como una fase evolutiva previa a la probable aparición del subgénero *Ecceparadoxides* en las Cadenas Ibéricas.

**Palabras clave:** Trilobites, Límite Cámbrico Inferior-Medio, España, Paleobiogeografía.

The northern Spain contains the best known outcrops to study the Lower-Middle Cambrian transition in the Mediterranean region. It is due to the excellent palaeontological record found in the Cantabrian Mountains and the Iberian Chains.

Since the works of LOTZE (1961) and SDZUY (1971b) it has been proposed the horizon with the first record of *Paradoxides (Acadoparadoxides) mureroensis* as the Lower-Middle Cambrian boundary but this species was only recorded at Murero (Zaragoza), its type locality, and Tuva (Siberia) by REPINA (1969). In other localities of the Iberian Chains by VALENZUELA *et al.* (1990), GOZALO *et al.* (1993), ALVARO *et al.* (1993), its finging has made possible the definition of the *Paradoxides (Acadoparadoxides) mureroensis* biozone as the first biozone of the Middle Cambrian in this region. Now, this species is also found at Borobia (Iberia Chains), Porma and Valdoré (Cantabrian Mountains), and Ounein (Morocco) which permit us an accurate correlation between all these regions.

In its locality, the mentioned biozone is placed above the Valdemiedes Geoevent which characterize an extinction phenomenon concerning to the faunas of Neoredlichiids, Hamatolenids and probable Archaeocyaths. To a certain extent this event also favoured the subsequent record of Paradoxidids and Agnostoids during the lowermost Middle Cambrian. To understand the characteristics of the Lower-Middle Cambrian transition, we studied six sections from the Iberian Chains and other two from the Cantabrian region.

This distribution of *Paradoxides (Acadoparadoxides) mureroensis* is analyzed in a palaeobiogeographical context.

The new specimens of *Paradoxides (Acadoparadoxides) mureroensis* studied now, suggest the convenience to revise the original diagnosis of this species, to include a morphotype characterized by three glabellar furrows, which is interpreted as an evolutive phase, previous to the probable appearance of *Eccaparadoxides* subgenus in the Iberian Chains.

**Key words:** Trilobites, Lower-Middle Cambrian boundary, Spain, Palaeobiogeography.

GOZALO, R. (Departamento de Geología. Universidad de Valencia. c/Dr. Moliner 50. 46100-Burjasot (VALENCIA)). ALVARO, J.; LIÑAN, E. (Departamento de Geología. Paleontología. Universidad de Zaragoza. 50009-ZARAGOZA). SDZUY, K. (Institut für Palaontologie. Universität Würzburg. Pleicherwall 1. D-8700. WÜRZBURG). TRUYOLS, J. (Departamento de Geología. Universidad de Oviedo. c/Jesús Artas de Velasco, s.n. 33005-OVIEDO).

## INTRODUCCION

La posición estratigráfica del límite entre el Cámbrico Inferior y el Cámbrico Medio es uno de los problemas que la Subcomisión Estratigráfica del Cámbrico (UNESCO/IUGS) tiene aún por resolver. La falta de acuerdo para aceptar un biohorizonte a nivel mundial proviene, por una

parte, del carácter endémico de los trilobites polímeros, que son la base de las zonaciones clásicas para el límite, y por otra, de que no abundan secciones estratigráficas donde coexistan, para este tiempo, trilobites polímeros y organismos pelágicos como son los acritarcos y los agnóstidos. No menor importancia tiene el extenso hiato que suele marcar el límite en varias regiones del norte

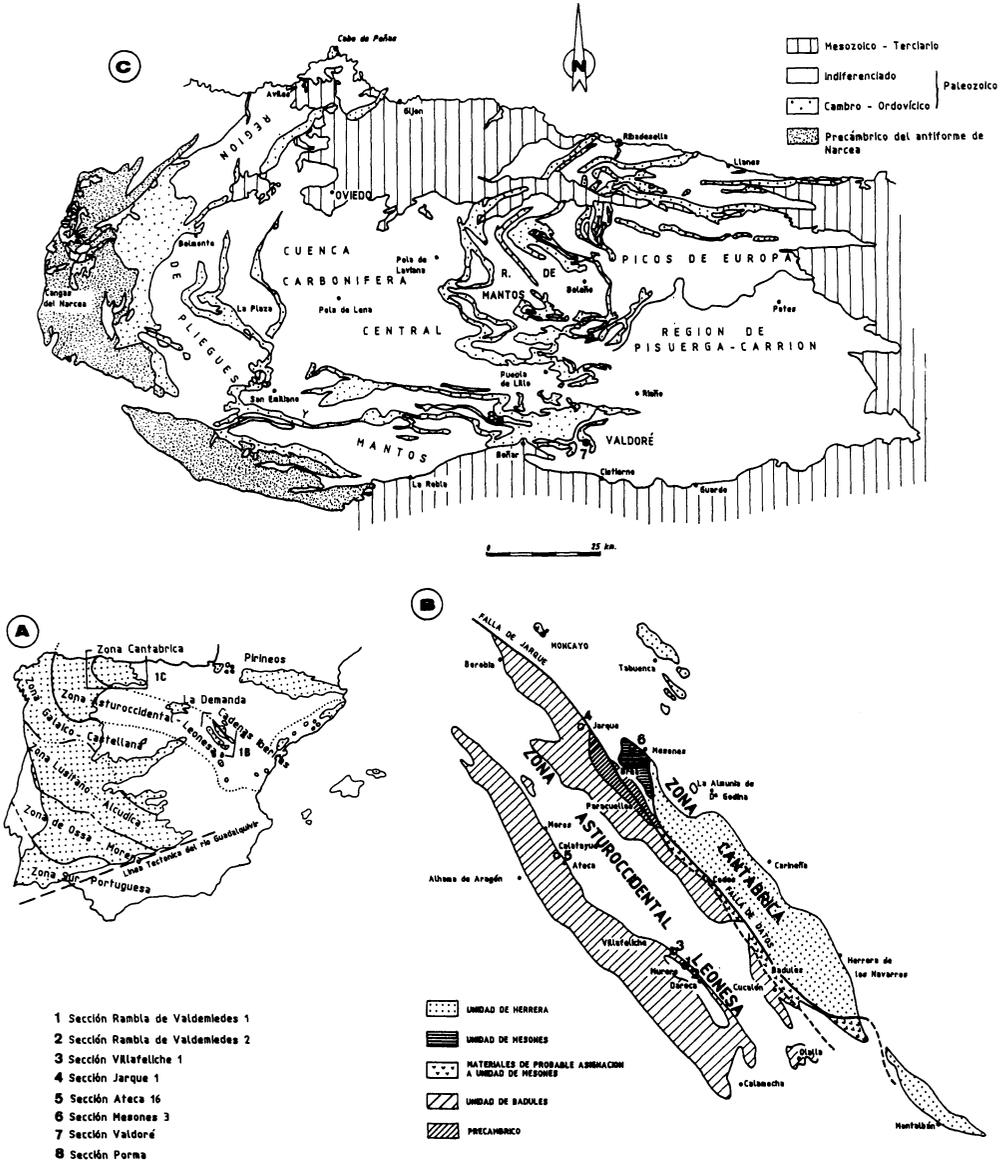


Fig. 1. A. Unidades geológicas y geográficas de los materiales Paleozoicos de la Península Ibérica. B. Unidades geológicas de las Cadenas Ibéricas (GOZALO & LIÑÁN, 1988). C. Distribución de los afloramientos Paleozoicos de la Zona Cantábrica (ARAMBURU *et al.*, 1992).

y centro de Europa y que impide el conocimiento preciso de este cronohorizonte en aquellas áreas erosionadas.

Recientemente, se ha analizado la problemática de este límite en las Cadenas Ibéricas (LIÑAN *et al.*, 1993; GOZALO *et al.*, 1993; ALVARO *et al.*, 1993), utilizando para ello trilobites polímeros de amplia distribución dentro de la provincia mediterránea junto con eventos estratigráficos significativos. Así, el biohorizonte de aparición de *Paradoxides* (*Acadoparadoxides*) *mureroensis* fue considerado como la base del Cámbrico Medio. Inmediatamente debajo del límite propuesto, se ha reconocido la existencia de un evento estratigráfico denominado Geoevento Valdemedes que produjo un efecto de miniaturización y extinción de las faunas y una caída de la diversidad paleoicnológica (LIÑAN *et al.*, 1993). Este evento pudo ser el causante final de la extinción en masa de los arqueociatos propugnada por DEBRENNE (1991) para el final del Cámbrico Inferior.

Para la extinción del final del Cámbrico Inferior han sido propuestas diversas causas. BRASIER (1982), al analizar los datos procedentes de Inglaterra, atribuye la extinción a las condiciones regresivas del último piso del Cámbrico Inferior que produjeron la reducción de los hábitats; allí, la regresión del final del Comleyense produjo la emersión de las plataformas someras con depósitos de arenas y fosfatos (ciclo 4 de fosfatización cámbrica de SHERGOLD & BRASIER, 1986) y posteriormente, erosiones locales (BRASIER, 1985). En este contexto, un cambio desde un clima tropical a templado ha sido invocado por COURJAUULT-RADÉ & GANDIN (1986), a partir de las secuencias de Francia y Cerdeña. DEBRENNE (1991) sugiere como causa mayor de las extinciones que una fase de distensión generalizada, expresada por pulsos subsidientes y coincidente con la apertura del Iapetus habría producido un cambio ambiental de batimetría, turbidez y salinidad.

En las Cadenas Ibéricas, la sucesión es

bastante compleja. Allí, GAMEZ *et al.* (1991) reconocieron un episodio regresivo que ha sido paralelizado con la regresión Hawke Bay (PALMER & JAMES, 1980), este episodio regresivo ha sido denominado recientemente Regresión Daroca (LIÑAN & GAMEZ, en prensa). Sin embargo, esta regresión no coincide estratigráficamente con el evento de extinción Valdemedes que es algo posterior (LIÑAN *et al.*, 1993), por lo que se hace necesario estudiar separadamente ambos eventos. En este trabajo nos ocuparemos exclusivamente del Geoevento Valdemedes y su efecto durante la transición Cámbrico Inferior-Medio.

## ESTRATIGRAFIA DE LA TRANSICION CAMBRICO INFERIOR-MEDIO

LIÑAN *et al.* (1993) definieron las biozonas de *Hamatolenus* (*Hamatolenus*) *ibericus* y de *Paradoxides* (*Acadoparadoxides*) *mureroensis*, como las respectivas biozonas que definen y enmarcan el límite Cámbrico Inferior-Medio; ello permite la correlación estratigráfica de los eventos que tuvieron lugar cerca del límite y su relación con el Geoevento Valdemedes, inicialmente reconocido en Murero (Zaragoza) en la parte superior de la biozona de *Hamatolenus* (*Hamatolenus*) *ibericus* y posteriormente extrapolado a todo el ámbito norte de la península Ibérica (ALVARO *et al.*, en prensa). La estratigrafía del tránsito Cámbrico Inferior-Medio es ahora estudiada en ocho secciones del Norte de España (Fig. 2), seis en las Cadenas Ibéricas (Rambla de Valdemedes 2, Ramba de Valdemedes 1, Villafeliche 1, Jarque 1, Ateca 16 y Mesones 3) y dos en la Cordillera Cantábrica (Presa del Porma y Valdoré), cuya situación puede verse en la Fig. 1 b-c. Geológicamente, las secciones de Valdoré, Porma y Mesones corresponden a la Zona Cantábrica y las demás a la Zona Asturoccidental-Leonesa (Fig. 1a).

En las secciones Rambla de Valdemedes 1-2 y Villafeliche 1 el modelo secuencial de

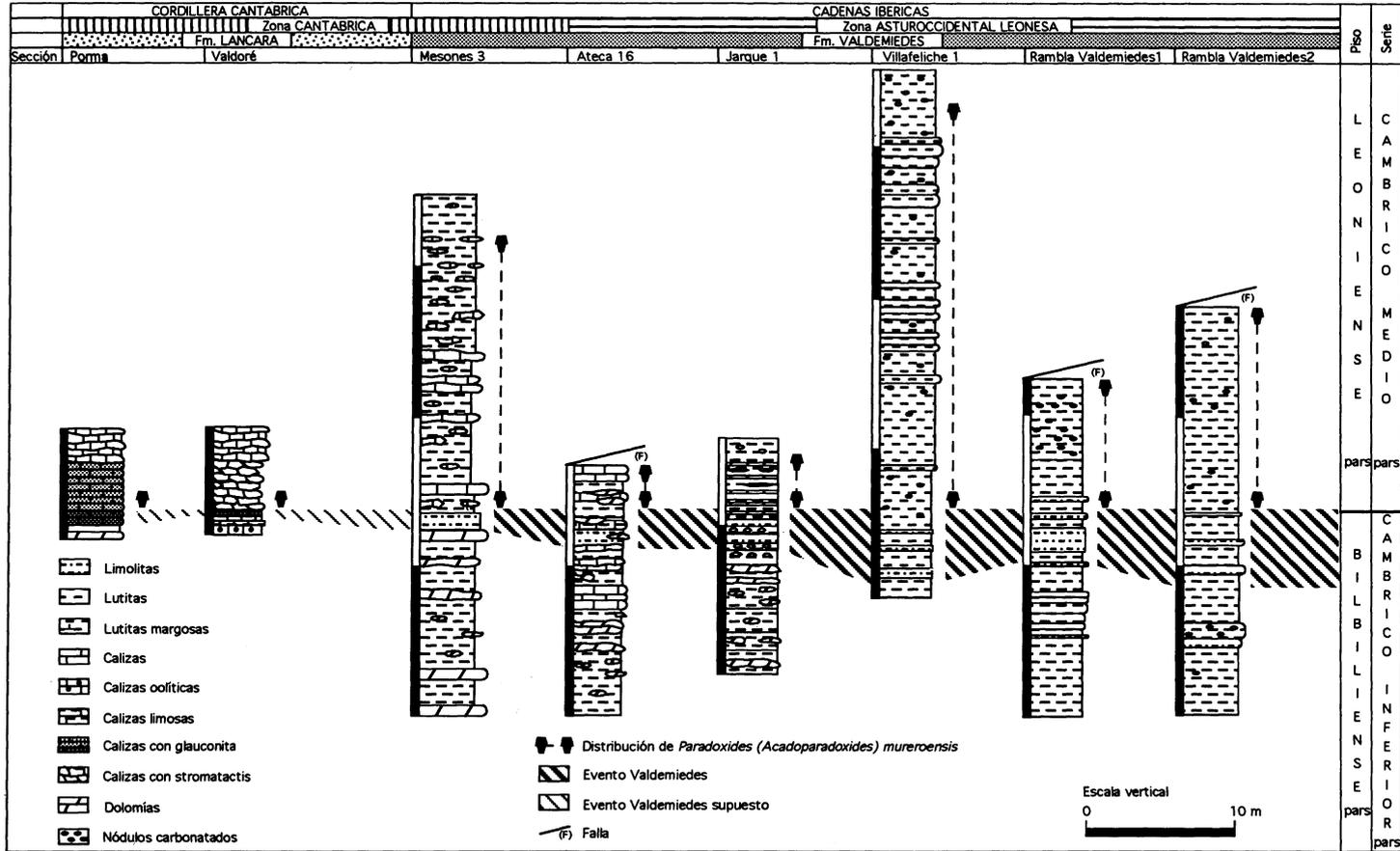


Fig. 2. Distribución estratigráfica en las Cadenas Ibéricas y Cordillera Cantábrica de *Paradoxides* (*Acadparadoxides*) *mureroensis* y del Evento Valdemedes.

facies es muy parecido, el biohorizonte de aparición de *Paradoxides* (*Acadoparadoxides*) *mureroensis* se encuentra en la Formación Valdemiedes que en estas localidades es eminentemente lutítica-margosa con intercalaciones de niveles nodulosos de carbonatos. Debajo de este biohorizonte se encuentra un paquete métrico sin trilobites caracterizado por intercalaciones de limolitas (Gеоevento Valdemiedes); y más abajo se encuentra el biohorizonte de extinción de *Hamatolenus* (*Hamatolenus*) *ibericus* y de las especies de trilobites acompañantes (LIÑAN *et al.*, 1993; GOZALO *et al.*, 1993). En el resto de las secciones de las Cadenas Ibéricas, la Formación Valdemiedes se hace más carbonatada en torno al límite aquí estudiado y ello va a condicionar ligeras variaciones en la asociación de trilobites de la biozona de *Hamatolenus* (*Hamatolenus*) *ibericus*, pero el modelo secuencial de facies es muy semejante. En la sección de Jarque 1 y Mesones 3, el biohorizonte de *Paradoxides* (*Acadoparadoxides*) *mureroensis* limita superiormente al paquete estratigráfico sin trilobites y con niveles de limolitas (Gеоevento Valdemiedes), el cual en la sección de Jarque 1 presenta niveles de acumulación de hiolitos, quedando este paquete limitado en su parte inferior por la extinción de *Hamatolenus* (*Myopsolenus*)? *jilocanus* y *Hamatolenus* (*Hamatolenus*) *cf. ibericus*; mientras que en la sección de Mesones 3 (VALENZUELA *et al.*, 1990) no existe registro de trilobites en los niveles teóricamente correspondientes a la biozona de *Hamatolenus* (*Hamatolenus*) *ibericus*. En la sección Ateca 16, el biohorizonte de aparición de *Paradoxides* (*Acadoparadoxides*) *mureroensis* limita niveles carbonatados con un relativo incremento de limolitas (Gеоevento Valdemiedes), pero sólo aparece en su parte inferior el biohorizonte de extinción de *Hamatolenus* (*Myopsolenus*)? *jilocanus* (ALVARO *et al.*, 1993).

En la Región Cantábrica, la sección de Valdoré (ZAMARREÑO, 1972) presenta el tránsito del Cámbrico Inferior-Medio en fa-

cies carbonatadas dentro de la Formación Láncara. El techo del miembro inferior de la Formación Láncara está constituido por calizas oolíticas y calizas de Arqueociatos (DEBRENNE & ZAMARREÑO, 1970) que PEREJON (1976) incluye en su biozona XI que marcaría el techo del Bilbiliense y el nivel de extinción de los arqueociatos del Cámbrico Inferior, que es seguido por un nivel de calizas detríticas. En disconformidad se encuentra el miembro superior de dicha formación que comienza con un nivel de glauconita donde se encuentran *Paradoxides* *Acadoparadoxides* *cf. mureroensis*, así como *Corynexochus* sp. y *Peronopsis* sp., típicos del Cámbrico Medio. En la sección de la presa del Porma (ZAMARREÑO, 1972) los niveles de glauconita tienen mayor espesor y una mayor concentración en la base. En ellos se encuentra *Paradoxides* (*Acadoparadoxides*) *mureroensis*, con lo que la discontinuidad entre los dos miembros de la Formación Láncara estaría en una posición estratigráfica similar a la del Gеоevento Valdemiedes. Sin embargo, una exacta correlación no es posible, en el momento actual, puesto que en la separación de los miembros de la Formación Láncara está involucrada una discontinuidad estratigráfica (ARAMBURU-ZABALA, 1989), que fue postulada para toda la Zona Cantábrica por MOHR (1969) y GIETELINK (1973), con evidencias de exposición subaérea (ARAMBURU-ZABALA, 1989). Desconocemos el alcance bioestratigráfico exacto de esta discontinuidad por no existir una neta correlación entre la biozona XI de Arqueociatos y la biozonación de trilobites de la transición Cámbrico Inferior-Medio.

## TAXONOMIA

En este apartado se estudia el material procedente de diversas secciones de las Cadenas Ibéricas y Cordillera Cantábrica, lo que ha hecho necesario enmendar la diagnosis de esta especie.

Familia PARADOXIDIDAE HAWLE & CORDA, 1847

Género *Paradoxides* BRONGNIART, 1822

Especie tipo: *Entomostracites paradoxissimus* WAHLENBERG, 1821

Subgénero *Acadoparadoxides* SNAJDR, 1957

Especie tipo: *Paradoxides Sacheri* BARRANDE, 1852

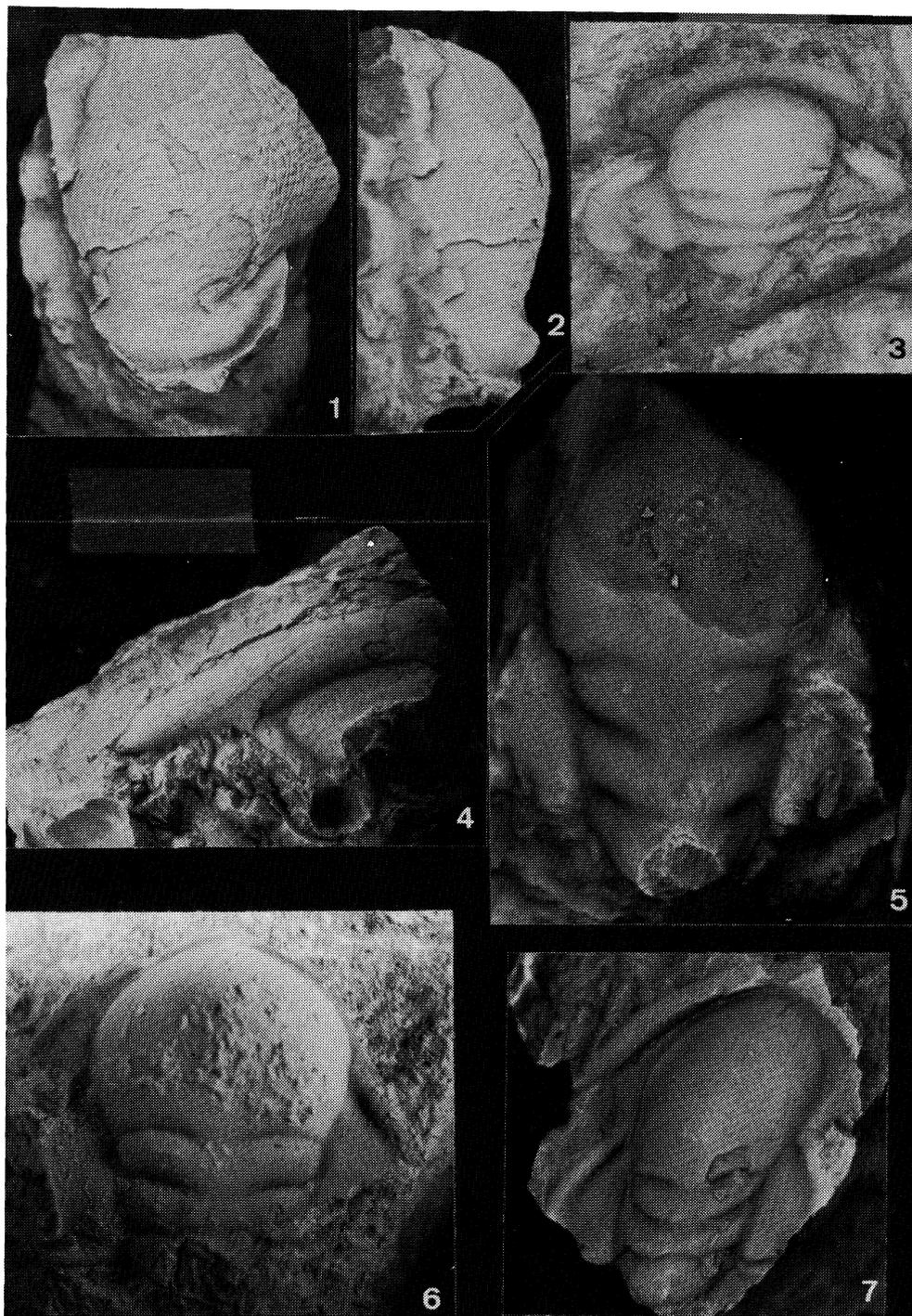
*Paradoxides (Acadoparadoxides) mureroensis* SDZUY, 1958

Lámina 1 Figuras 1-7

- 1929 .—*Paradoxides mureroensis* RUD. et E. RICHTER manuscr.—LOTZE, 34 (Nomen nudum) (1955: 39).
- 1958 .—*Paradoxides mureroensis* n. sp. (SDZUY manuscr.).—LOTZE, 731 (Nomen nudum) (1961: 138).
- \* 1958 .—*Paradoxides mureroensis* n. sp.—SDZUY, 239, Lám. 1 Fig. 12-13.
- 1961 .—*Paradoxides mureroensis* SDZUY 1958.—LOTZE, 32-33, Fig. 11, Tab. 2 (1970: 38-39).
- 1961 .—*Paradoxides mureroensis* SDZUY 1958.—SDZUY, 317-319, Lám. 11 Fig. 6, Lám. 16 Fig. 2-17, Lám. 17 Fig. 1-5, Fig. 24.
- 1969 .—*Paradoxides (Eccaparadoxides) mureroensis* SDZUY, 1958.—REPINA, 17-19, Lám. 1 Fig. 9.
- non 1970 .—*Paradoxides mureroensis* SDZUY, 1958.—GIL CID, 166, Lám. 1 Fig. 6, 7, 12, 13.
- 1971a.—*P. mureroensis*.—SDZUY, 162, Tab. 1.
- 1971b.—*P. (A.) mureroensis* SD. 1958.—SDZUY, 772, Tab. 1.
- 1972 .—*P. (A.) mureroensis* SD. 1958.—SDZUY, Tab. 2.
- v 1983 .—*Paradoxides mureroensis* SDZUY.—HERNANDEZ *et al.*, 9.
- v 1986 .—*Paradoxides (Acadoparadoxides) mureroensis* SDZUY, 1958.—LIÑAN & GOZALO, 51, Lám. 11 Fig. 1-13.
- 1987 .—*Paradoxides mureroensis* SDZUY, 1958.—CALONGE & GIL CID, Lám. 2 Fig. 1-6.
- v 1990 .—*Paradoxides (Acadoparadoxides) mureroensis*.—VALENZUELA, GAMEZ, LIÑAN & SDZUY, Fig. 4.
- v 1992 .—*Paradoxides (Acadoparadoxides) mureroensis* SDZUY, 1958.—LIÑAN, GOZALO, GAMEZ & ALVARO, 519.
- v 1993 .—*Paradoxides (Acadoparadoxides) mureroensis* SDZUY, 1958.—LIÑAN *et al.*, 35, Fig. 3-4.
- v 1993 .—*Paradoxides (Acadoparadoxides) mureroensis* SDZUY, 1958.—ALVARO, GOZALO & LIÑAN, 46, Lám. 1 Fig. 7, Fig. 3.
- v 1993 .—*Paradoxides (Acadoparadoxides) mureroensis* SDZUY, 1958.—GOZALO, LIÑAN & ALVARO, 54-56, Fig. 3.

*Diagnosis enmendada:* Una especie de *Paradoxides (Acadoparadoxides)* con los surcos S<sub>1</sub> y S<sub>2</sub> transglabellares, y la posible

presencia de un S<sub>3</sub> incipiente. El ojo es largo, con una longitud de 1/2 la longitud de la glabella, que se inserta en la parte alta de



## LAMINA

Todo el material figurado conserva total o parcialmente el exoesqueleto de calcita. Este material queda depositado en el Museo de Paleontología de la Universidad de Zaragoza, con las siglas MPZ 7881 a 7886.

*Paradoxides (Acadoparadoxides) mureoensis* SDZUY, 1958.

- Fig. 1. Hipostoma. Vista ventral, obsérvese la ornamentación de líneas de terraza. Fm. Valdemiedes, Mesones, (M<sub>3</sub>/0.4). MPZ-7881. x 5.
- Fig. 2. Vista lateral del ejemplar anterior.
- Fig. 3. Cranidio. Obsérvese la presencia de un S3 incipiente y la ornamentación de líneas de terraza en la parte superior de la glabella. Fm. Valdemiedes, Mesones (M<sub>3</sub>/0.5). MPZ-7882. x 5.
- Fig. 4. Librígena. Fm. Valdemiedes, Mesones (M<sub>3</sub>/0.5). MPZ. 7883. x 1.
- Fig. 5. Cranidio. Fm. Valdemiedes, Mesones (M<sub>3</sub>/0.5). MPZ-7884. x 2.5.
- Fig. 7. Cranidio. Fm. Valdemiedes, Mesones (M<sub>3</sub>/0.4). MPZ-7886. x 2.5.

*Paradoxides (Acadoparadoxides) cf. mureoensis* SDZUY, 1958.

- Fig. 6. Cranidio. Fm. Láncara, Valdoré. MPZ-7885. x 1.5.

la glabela cercano al surco anterior. La rama anterior de la sutura se une al lóbulo palpebral cerca de la glabela, pero sin llegar a contactar con ella. El pígidio es subcircular y sin espinas, con un raquis ancho y campo pleural estrecho; en el raquis se delimita un solo anillo.

*Discusión:* El material aquí estudiado se encuentra dentro de la variabilidad de la especie. Lo más destacado es la presencia de ejemplares de varias localidades que conservan su caparazón calcáreo, hecho que hasta el momento sólo se había citado en Ateca (ALVARO *et al.* 1993). Este tipo de conservación ha permitido constatar el fuerte relieve característico de la especie, que hasta el momento se había observado atenuado por la compactación. En algunos ejemplares bien conservados se observa una ornamentación de líneas de terrazas en la glabela (Lám. 1 Fig. 3), esta ornamentación también se encuentra muy desarrollada en los hipostomas (Lám. 1 Fig. 1-2).

La diagnosis se ha enmendado gracias a los muestreos más detallados que se han realizado en distintas secciones de las Cadenas Ibéricas en la transición del Cámbrico Inferior al Medio, donde se ha encontrado una sucesión de morfologías dentro de esta especie, con una evolución a formas de cuatro surcos en la glabela.

La morfología con dos surcos glabulares se encuentra representada durante toda la biozona de *Paradoxides* (*Acadoparadoxides*) *mureroensis*. En niveles superiores a la primera aparición de estas formas encontramos, dentro de la población, la aparición de algunos ejemplares con un tercer surco glabular incipiente, y en niveles más superiores aún se encuentran ya ejemplares con cuatro surcos glabulares, descrito como *Paradoxides* (*Eccaparadoxides*) sp. indet. sensu LIÑAN & GOZALO, 1986.

Esta sucesión de morfología parece indicar que mientras una parte de la población de *Paradoxides* (*Acadoparadoxides*) *mureroensis* se mantiene estable, otra parte en

un momento dado origina una morfología con un tercer surco glabular, la cual rápidamente desarrolla formas de cuatro surcos. Esta evolución se puede interpretar como el punto evolutivo que dará origen a la separación entre los subgéneros *Acadoparadoxides* y *Eccaparadoxides*.

Por el momento se ha preferido incluir las formas de tres surcos dentro de la especie *Paradoxides* (*Acadoparadoxides*) *mureroensis* como un morfotipo que va a originar formas de cuatro surcos (que constituyen una nueva especie que deberá definirse en trabajos posteriores), mientras que otra parte de la población se mantiene estable con dos surcos glabulares.

*Distribución Geográfica:* Esta especie se ha encontrado en el Norte de España, dentro de las Cadenas Ibéricas en distintas secciones estudiadas en las localidades de Ateca, Borobia, Jarque, Mesones, Murero y Villafeliche, en la Cordillera Cantábrica en Valdoré y en la Presa del Porma. Por otro lado también se ha encontrado en la región de Tuva (Siberia) y en la región de Ounein (Marruecos).

*Distribución bioestratigráfica:* Esta especie es el taxón índice de la biozona de *Paradoxides* (*Acadoparadoxides*) *mureroensis* en las Cadenas Ibéricas, cuya base se considera el comienzo para esta región del Cámbrico Medio (Fig. 2), considerándose por el momento como indicador del subpiso regional Leoniense Inferior (LIÑAN *et al.*, 1993; LIÑAN *et al.*, in press.).

## EL MODELO PALEOBIOGEOGRÁFICO AL COMIENZO DEL CAMBRICO MEDIO

En el norte de España, antes de la aparición de *Paradoxides* (*Acadoparadoxides*) *mureroensis*, se registran en la cuenca sucesivos pulsos regresivos; el inicio del último de los cuales (Geoevento Valdemiedes)

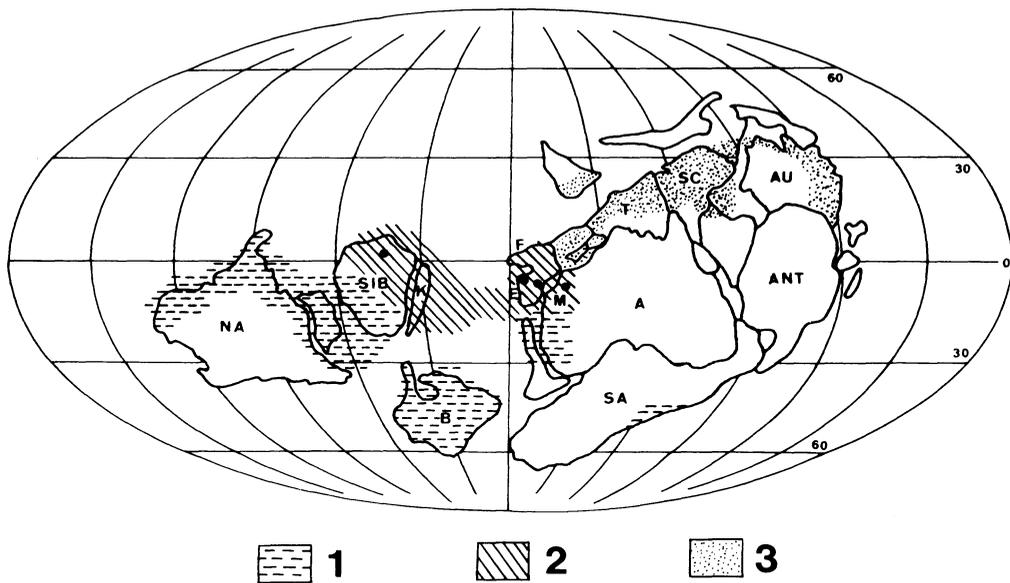


Fig. 3. Distribución geográfica de *Paradoxides (Acadoparadoxides) mureroensis* sobre la reconstrucción paleogeográfica del Cámbrico Inferior, propuesta por PILLOLA (1990) y modificada por BRASIER (1992). 1: Reino de los Olenellida. 2: Reino de los Redlichiida. 3: Area mixta. A: Africa. ANT: Antártida. AU: Australia. B: Báltica. E: España. F: Francia. K: Kazakstán. M: Marruecos. NA: Norteamérica. SA: Sudamérica. SC: Sur de China. SIB: Siberia. T: Turquía.

coincide con el postrer registro de importantes grupos de trilobites polímeros y probablemente de arqueociatos, lo que, como queda dicho, ha sido interpretado como el episodio terminal de un fenómeno de extinción en masa, que afectó principalmente a los ecosistemas arrecifales y a los ecosistemas marinos restringidos.

Estos pulso regresivos, precursores de un mayor periodo de inestabilidad del sustrato, van a producir la emersión de una parte de la región cantábrica con desarrollo local de karstificación, mientras que el resto de la cuenca Cántabro-Ibérica permanecería sumergida (ALVARO *et al.*, en prensa).

El inicio del Cámbrico Medio (Leonienso Inferior) coincide con un episodio transgresivo generalizado en la cuenca Cantabro-Ibérica, acompañado de movimientos importantes de zócalo que crean unas condiciones más uniformes y la pérdida del carácter protegido de la plataforma marina. Esta

comunicación con el mar abierto va a propiciar que *Paradoxides (Acadoparadoxides) mureroensis* colonice, desde la plataforma abierta de la que presumiblemente es originario, los nichos que ocupaban las faunas del Cámbrico Inferior desaparecidas durante el Geoevento Valdemiedes; esta migración podría explicar porqué no encontramos en el norte de España especímenes ancestralmente relacionados con esta especie.

La especie *Paradoxides (Acadoparadoxides) mureroensis* fue citada originariamente en Mureto (Cadenas Ibéricas) y posteriormente en Tuva, al noroeste de Shagonara (Siberia) por REPINA (1969). Posteriormente, se ha ido reconociendo en nuevas localidades de las Cadenas Ibéricas: Mesones (VALENZUELA *et al.*, 1990), Villafeliche (GOZALO *et al.*, 1993), Ateca (ALVARO *et al.*, 1993), Jarque (ALVARO *et al.*, en prensa) y Borobia (en este trabajo); así como en la Región Cantábrica: Valdoré (ALVA-

RO *et al.*, en prensa). En este trabajo se cita por primera vez en Porma (región Cantábrica) y en Ounein (Marruecos) por uno de nosotros (K.S.) lo que amplía considerablemente el área de aplicación de la primera biozona del Cámbrico Medio establecida originalmente en las Cadenas Ibéricas.

Por otra parte, si situamos el área de distribución de *Paradoxides* (*Acadoparadoxides*) *mureroensis* dentro del esquema paleogeográfico del Cámbrico Inferior sugerido por HUPÉ (1953), PILLOLA (1990) y modificado por BRASIER (1992), observamos que ésta coincide a grandes rasgos con la región caracterizada por la mezcla de individuos de los dos reinos paleobiogeográficos diferenciados con los trilobites: el reino de los Redlichiida y el reino de los Olenellida (Fig. 3). De ello podemos inferir que al principio del Cámbrico Medio (Leoniense inferior) debió de mantenerse aún la configuración general de las provincias paleobiogeográficas del Cámbrico Inferior, y que las modificaciones paleobiogeográficas características del Cámbrico Medio se producirían presumiblemente más tarde, a medida que avanzó la transgresión y las nuevas faunas colonizaron los antiguos nichos que habían quedado fuertemente modificados durante el tiempo de duración del Geoevento Valdemiedes.

## CONCLUSIONES

Se describen nuevas localidades con *Paradoxides* (*Acadoparadoxides*) *mureroensis*

en la Península Ibérica y en el Anti-Atlas marroquí. Ello permite ampliar considerablemente el área geográfica de aplicación de la biozona caracterizada por este taxón índice, que es la primera del Cámbrico Medio en la región mediterránea.

El estudio de la estratigrafía de eventos durante la transición Cámbrico Inferior y Medio sugiere que esta especie se registra en el norte de España coincidiendo con un pulso transgresivo que permite la entrada de ésta y otras especies de plataforma marina abierta, que van a ocupar amplias áreas donde el efecto del Geoevento Valdemiedes había empobrecido e incluso hecho desaparecer las comunidades del Cámbrico Inferior.

La distribución que conocemos hasta el momento de esta especie, nos permite suponer que al comienzo del Cámbrico Medio, el modelo paleobiogeográfico general aún se mantenía.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se enmarca dentro del Proyecto PB 90-0593 «El Cámbrico Inferior-Medio del sector septentrional de Ossa Morena y su correlación con las Cadenas Ibéricas», financiado por la DGICYT. Es una contribución a los proyectos P.I.C.G. n.º 303 «Late Precambrian-Early Cambrian Event Stratigraphy» y n.º 319 «Global palaeogeography of Late Precambrian and Early Paleozoic».

## BIBLIOGRAFÍA

- ALVARO, J.; GOZALO, R. & LIÑAN, E. (1993). Bioestratigrafía del límite Cámbrico Inferior-Medio en Ateca (Cadena Ibérica Occidental). *Revista Española de Paleontología*, n.º extraordinario: 40-48.
- ALVARO, J.; GOZALO, R.; LIÑAN, E. & SDZUY, K. (en prensa). The Palaeogeography of the Northern Iberia at the Lower-Middle Cambrian transition. *Bull. Soc. Géol. France*.
- ARAMBURU-ZABALA, C. (1989). *El Cambro-Ordovícico de la Zona Cantábrica (NO de España)*. Tesis Doctoral, Univ. Oviedo: 600 pp. (ined.).
- ARAMBURU, C.; TRUYOLS, J.; ARBIZU, M.; MEN-

- DEZ-BEDIA, I.; ZAMARREÑO, I.; GARCIA-RAMOS, J. C.; SUAREZ DE CENTI, C. & VALENZUELA, M. (1992). El Paleozoico Inferior de la Zona Cantábrica. En GUTIERREZ MARCO, J. C.; SAAVEDRA, J. & RABANO, I. (Eds.): *Paleozoico Inferior de Ibero-América*: 397-421.
- BRASIER, M. D. (1982). Sea-levels changes, facies and the late Precambrian-Early Cambrian evolutionary explosion. *Precambrian Research*, 17: 105-123.
- BRASIER, M. D. (1985). Evolutionary and geological events across the Precambrian-Cambrian boundary. *Geology Today*, Sept.-Oct.: 141-146.
- BRASIER, M. D. (1992). Global ocean-atmosphere change across the Precambrian-Cambrian transition. *Geological Magazine*, 129: 161-168.
- CALONGE, A. & GIL CID, M. D. (1987). Determinación biométrica de *Paradoxides mureoensis* Szdzy, 1958. *Boletín Geológico y Minero*, 98: 794-801.
- COURJAULT-RADÉ, P. & GANDIN, A. (1986). Comparative Early Paleozoic geodynamic evolution in Montagne Noire (France) and Sardinia (Italy). *Proc. Int. Congr. Sedim. Camberra*: 63.
- DEBRENNE, F. (1991). Extinction of the Archaeocyatha. *Historical Biology*, 5: 95-106.
- DEBRENNE, F. & ZAMARREÑO, I. (1970). Sur la découverte d'Archéocyathes dans le Cambrien du NW de l'Espagne. *Brevoria Geológica Astúrica*, 14: 1-11.
- GAMEZ, J. A.; FERNANDEZ-NIETO, C.; GOZALO, R.; LIÑAN, E.; MANDADO, J. & PALACIOS, T. (1991). Bioestratigrafía y evolución ambiental del Cámbrico de Borobia (Provincia de Soria. Cadena Ibérica Oriental). *Cuad. Lab. Xeolóxico de Laxe*, 16: 251-271.
- GIETELINK, G. (1973). Sedimentology of a linear prograding coastline followed by three high destructive delta complexes (Cambro-Ordovician, Cantabrian Mountains, NW Spain). *Leidse Geol. Meded.*, 49: 125-144.
- GIL CID, M. D. (1970). Nota sobre los nuevos yacimientos de Trilobites del Cámbrico medio de Muro (Zaragoza). *Estudios Geológicos*, 26: 163-172.
- GOZALO, R. & LIÑAN, E. (1988). Los materiales hercínicos de la Cordillera Ibérica en el contexto del Macizo Ibérico. *Estudios Geológicos* 44: 399-404.
- GOZALO, R.; LIÑAN, E. & ALVARO, J. (1993). Bioestratigrafía del Cámbrico Medio de Villafeliche (Prov. de Zaragoza). *Revista Española de Paleontología*, n.º extraordinario: 49-57.
- HERNANDEZ, A.; OLIVE, A.; MOISSENET, E.; CARLS, P.; SDZUY, K. & KOLB, S. (1983). *Mapa Geológico de España*. E. 1:50.000. *Daroca, hoja n.º 465*. I.G.M.E. serie MAGNA: 76 p.
- HUPE, P. (1953). Contribution à l'étude du Cambrien Inférieur et du Precambrien III de l'Anti-Atlas marocain. *Notes et Mémoire du Service Géologique du Maroc*, 102, 402 pp.
- LIÑAN, E.; FERNANDEZ-NIETO, C.; GAMEZ, J. A.; GOZALO, R.; MAYORAL, E.; MORENO-EIRIS, E.; PALACIOS, T. & PEREJON, A. (1993). Problemática del límite Cámbrico Inferior-Medio en Muro (Cadenas Ibéricas, España). *Revista Española de Paleontología*, n.º extraordinario: 26-39.
- LIÑAN, E. & GAMEZ, J. A. (en prensa). Lower Cambrian palaeogeography of the Iberian Peninsula and its relations with neighbouring European areas. *Bull. Soc. Géol. France*.
- LIÑAN, E. & GOZALO, R. (1986). Trilobites del Cámbrico inferior y medio de Muro (Cordillera Ibérica). *Memorias Museo Paleont. Univ. Zaragoza*, 2: 104 pp.
- LIÑAN, E.; GOZALO, R.; GAMEZ, J. A. & ALVARO, J. (1992). Las formaciones del Grupo Mesones (Cámbrico Inferior-Medio) en las Cadenas Ibéricas. *Actas III Congreso Geológico de España*, 1: 517-523.
- LIÑAN, E.; PEREJON, A. & SDZUY, K. (en prensa). The Cambrian Stages and Stratotypes from the Iberian Peninsula. A revision. *Geological Magazine*.
- LOTZE, F. (1929). Stratigraphie und Tektonik des Keltiberischen Grundgebirges (Spanien). *Abh. Ges. Wiss. Göttingen, math.-ph. kl. nF.* 14(2), 320 pp. (Traducción española por M. SAN MIGUEL DE LA CAMARA. Estratigrafía y Tectónica de las Cadenas paleozoicas Celtibéricas. *Publ. Extranj. Geol. Esp.*, 8: 313 pp., Madrid, 1955).
- LOTZE, F. (1958). Zur Stratigraphie des spanischen Kambriums. *Geologie*, 7: 727-750. (Traducción española por J. GÓMEZ DE LLARENA: Sobre la estratigrafía del Cámbrico español. *Notas y Comunicaciones del I.G.M.E.*, 61: 131-164, Madrid, 1961).
- LOTZE, F. (1961). Das Kambrium Spaniens. Teil I: Stratigraphie. Akademie der Wissenschaften und der Literatur, Abhandlungen der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse, 6: 1-216. (Traducción española por J. GÓMEZ DE LLARENA: El Cámbrico de España. *Memorias del Instituto Geológico y Minero de España*, 75: 1-256, Madrid, 1970).
- MOHR, C. G. VAN DER MEEER (1969). The stratigraphy of the Cambrian Láncara Formation between the Luna river and the Esla river in the Cantabrian Mountains, Spain. *Leidse Geol. Meded.*, 43: 233-316.
- PALMER, A. R. & JAMES, N. P. (1980). The Hawke Bay Event: a circum-Iapetus regression near the Lower-Middle Cambrian Boundary. In: WONES, D. R. (ed.). *The Caledonides in U.S.A.* Department of Geological Sciences, Virginia Polytechnic Institute and State University, Memoir 2: 15-18.
- PEREJON, A. (1986). Bioestratigrafía de los Arqueociatos en España. *Cuadernos de Geología Ibérica*, 9, 213-265, año 1984.
- PILLOLA, G. L. (1990). Lithologie et trilobites du Cambrien inférieur du SW de la Sardaigne (Italie): implications paléogéographiques. *C. R. Acad. Sci. Paris*, 310: 321-328.

- REPINA, L. N. (1969). Trilobity niznego i srednego Kembrija juga sibirij (Nadsemejsvo Redlichioidea), II. *Akad. Nauk. SSSR, Sibirsk, otdel., Trudy Inst. Geol. Geof. Moskva*, 67: 1-108.
- SDZUY, K. (1958). Neue Trilobiten aus dem Mittelkambrium von Spanien. *Senckenbergiana Lethaea*, 39: 235-253.
- SDZUY, K. (1961). Das Kambrium Spaniens. Teil II. Trilobiten. *Akademie der Wissenschaften und der Literatur, Abhandlungen der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse*, 7-8: 217-408.
- SDZUY, K. (1971a). Acerca de la correlación del Cámbrico inferior en la Península Ibérica. *I. Congr. Hispano-Luso-Americano. Geol. Econ.*, sec. 1, Geol. 2: 753-768.
- SDZUY, K. (1971b). La subdivisión bioestratigráfica y la correlación del Cámbrico medio de España. *I Congr. Hispano-Luso-Americano. Geol. Econ.*, sec. 1, Geol., 2: 769-782.
- SDZUY, K. (1972). Das Kambrium der acadobaltischen Faunenprovinz. *Zentralblatt für Geologie und Paläontologie*, 2: 1-91.
- SHERGOLD, J. H. & BRASIER, M. D. (1986). Proterozoic and Cambrian phosphorites-specialist studies: biochronology of Proterozoic and Cambrian phosphorites. En: Cook, P. J. & Shergold, J. H. (Eds.). *Phosphate deposits on the world. 1: Proterozoic and Cambrian phosphorites*. Cambridge University Press, Cambridge: 259-326.
- VALENZUELA, J. I.; GAMEZ, J. A., LIÑAN, E. & SDZUY, K. (1990). Estratigrafía del Cámbrico de la región de Brea. Cadena Ibérica Oriental. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Sec. Geol.)*, 85: 45-54.
- ZAMARREÑO, I. (1972). Las litofacies carbonatadas del Cámbrico de la Zona Cantábrica (NW España) y su distribución paleogeográfica. *Trabajos de Geología, Universidad de Oviedo*, 5: 118 pp.

*Recibido, 27-IV-93  
Aceptado, 30-VI-93*