

# BIOESTRATIGRAFÍA DEL LÍMITE CÁMBRICO INFERIOR-MEDIO EN ATECA (CADENA IBÉRICA OCCIDENTAL, ESPAÑA)

J. ÁLVARO <sup>1</sup>, R. GOZALO <sup>2</sup> y E. LIÑÁN <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Dpto. Ciencias de la Tierra. Facultad de Ciencias. Universidad de Zaragoza. 50.009-Zaragoza.

<sup>2</sup> Dpto. Geología. Facultad de Biología. Universidad de Valencia. 46.100-Burjasot (Valencia)

## ABSTRACT

At the locality of Ateca (Occidental Iberian Chain), the Valdemiedes Formation has yielded two trilobite assemblages that span the Lower-Middle Cambrian boundary in bioclastic limestone facies. The first assemblage is represented by *Kingaspis* sp. and *Hamatolenus* (*Myopsolenus*?) *jilocanus*. The last species is characteristic of *Hamatolenus* (*Hamatolenus*) *ibericus* biozone (late Lower Cambrian). The other one contains *Paradoxides* (*Acadoparadoxides*) *mureroensis* and *Paradoxides* (*Eccaparadoxides*) sp. indet., representative of *Paradoxides* (*Acadoparadoxides*) *mureroensis* biozone (early Middle Cambrian). These records permit the correlation between Ateca outcrops and the classical Murero sections. The first assemblage has taxa that are stratigraphically separated in localities with terrigenous sediments. The second one shows a simultaneous first record of two species whose first appearances are in separated stratigraphical levels in Murero locality. This fact and the reduced thickness suggest an important condensation phenomenon in these carbonate facies. Moreover, *Hamatolenus* (*Myopsolenus*?) *jilocanus* is proposed as the ancestor of *Alueva* species because of the morphological similarities between some specimens and their stratigraphical position.

**Keywords:** Biostratigraphy, Cambrian, Trilobites, Occidental Iberian Chain, Spain.

## RESUMEN

El estudio del contenido paleontológico de la Formación Valdemiedes en un área situada al N de Ateca (Cadena Ibérica Occidental), ha permitido identificar dos asociaciones de trilobites en facies de calizas bioclásticas, incluidas respectivamente en las Biozonas de *Hamatolenus* (*Hamatolenus*) *ibericus* y de *Paradoxides* (*Acadoparadoxides*) *mureroensis*, que marcan el límite entre las Series del Cámbrico Inferior y Medio. Los taxones de la primera asociación, *Hamatolenus* (*Myopsolenus*?) *jilocanus* y *Kingaspis* sp., aparecen separados estratigráficamente en otros perfiles, donde las facies son terrígenas. La segunda de ellas, formada por *Paradoxides* (*Acadoparadoxides*) *mureroensis* y *Paradoxides* (*Eccaparadoxides*) sp. indet., muestra un registro de aparición simultáneo de ambas especies. Ambos bioeventos de aparición se sitúan en niveles bioestratigráficos diferentes en los afloramientos de Murero. Todo ello, junto a lo reducido de su espesor, hacen presumir que estos materiales carbonatados representan niveles de condensación. Por otra parte, se propone *Hamatolenus* (*Myopsolenus*?) *jilocanus* como el antecesor de las especies de *Alueva*, dada la similitud morfológica de algunos especímenes y su posición estratigráfica.

**Palabras clave:** Bioestratigrafía, Cámbrico, Trilobites, Cadena Ibérica Occidental, España.

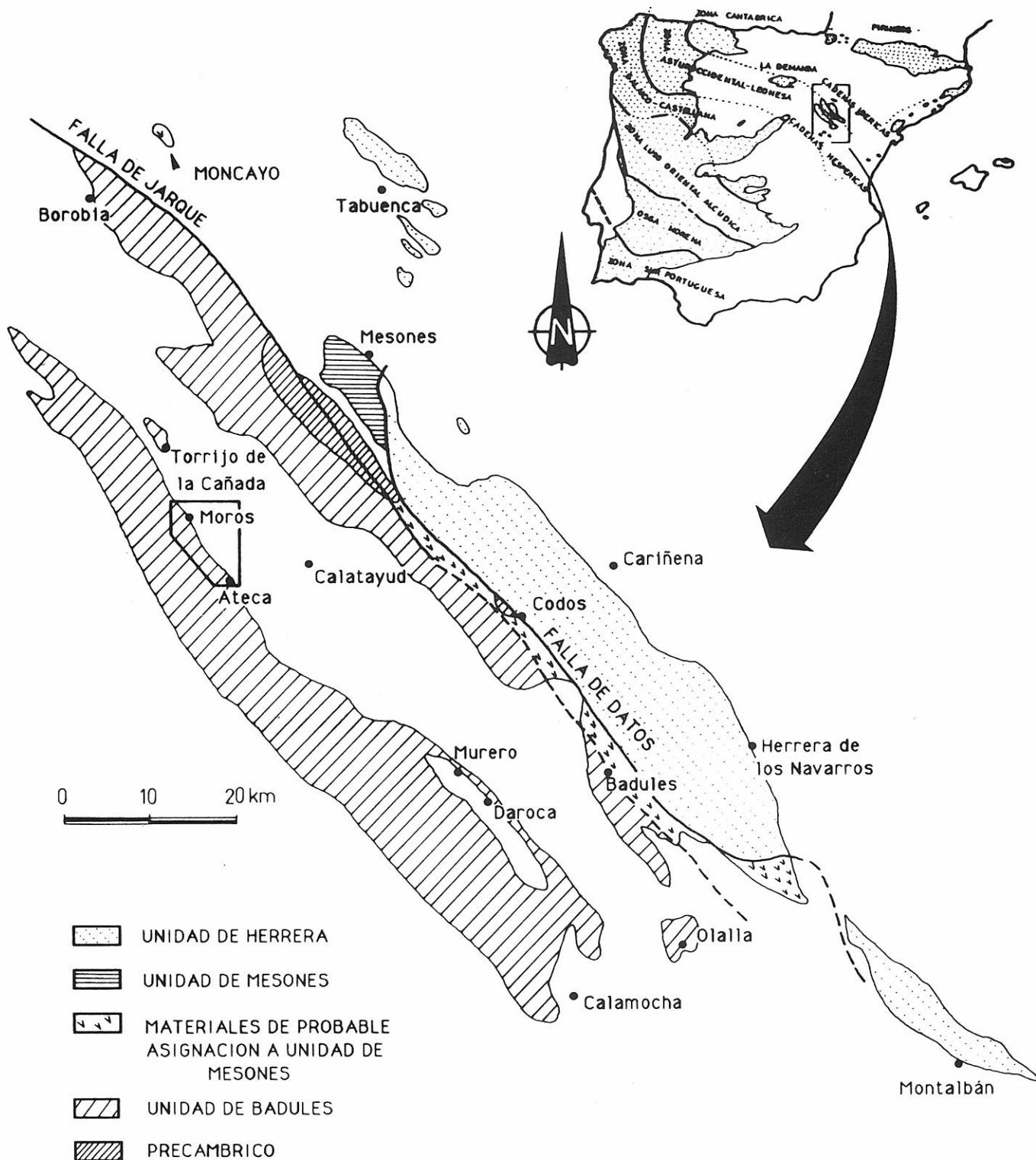
## INTRODUCCIÓN

Los afloramientos cámbricos de la Cadena Ibérica Occidental ocupan una gran extensión a lo largo de una alineación de dirección NO-SE, que se extiende a lo largo de un centenar de kilómetros entre las provincias de Soria, Zaragoza y Teruel, dentro de la unidad tectonoestratigráfica de Badules (Lotze, 1929; Gozalo Liñán, 1988; Fig.1).

El área de estudio se localiza al Norte de Ateca (Zaragoza), donde se reconocen dos grandes unidades estructurales (Alvaro, 1991; Alvaro *et al.*, en prensa.): la

septentrional o Alóctono de Moros y la meridional o Parautóctono de Ateca (Fig. 2). Ambas unidades están separadas por un cabalgamiento fragmentado de traza superficial E-O en su frente S, que se continúa hacia el N según la dirección ibérica SE-NO.

El borde suroccidental del área, que corresponde al Parautóctono de Ateca, lo ocupa una secuencia del Cámbrico Medio compuesta por varias escamas imbricadas tectónicamente. Conforme nos desplazamos hacia escamas más suroccidentales, se sitúan afloramientos materiales más recientes. En general, el área muestra

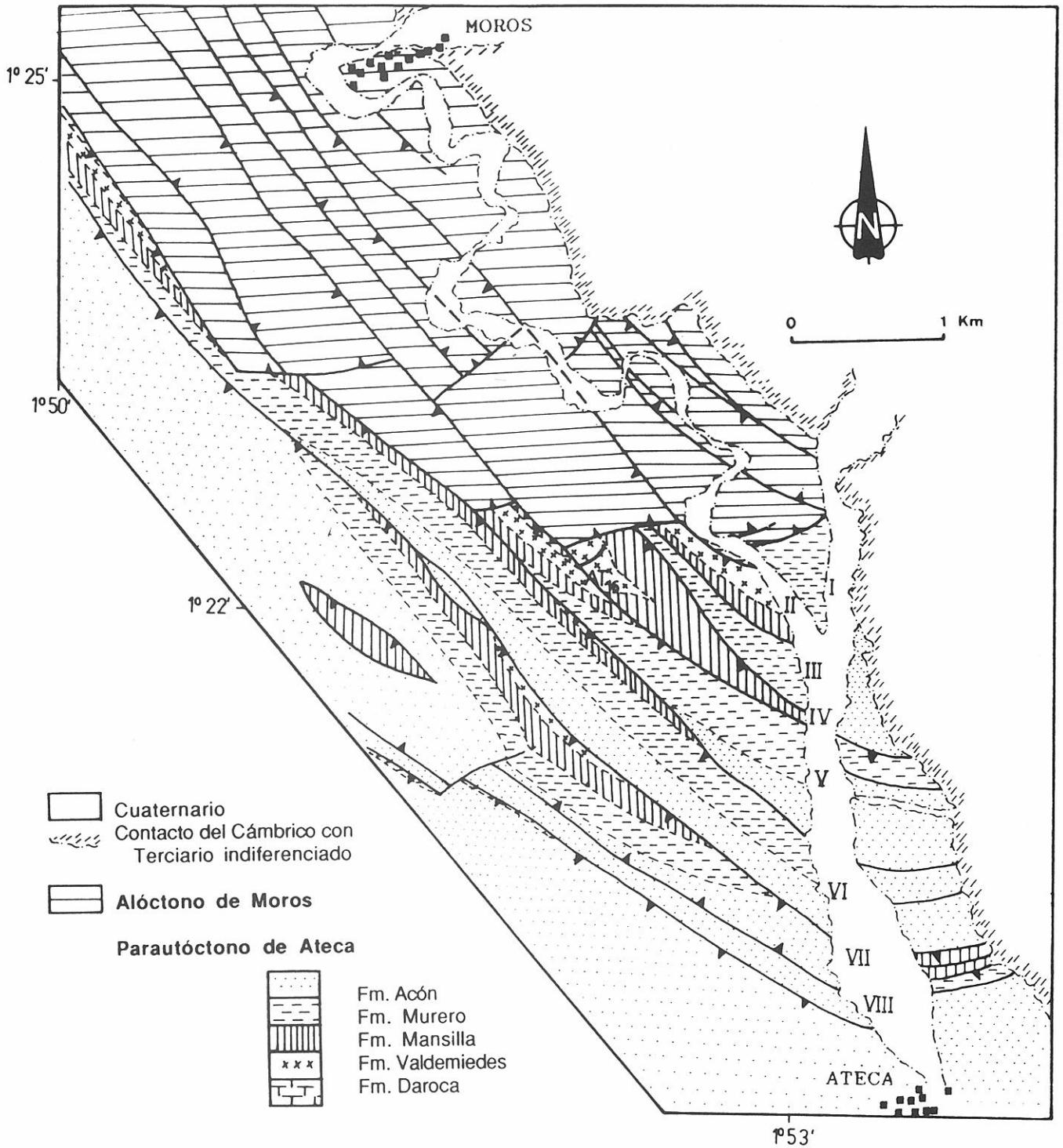


**Figura 1.** Situación del área estudiada dentro del contexto geológico del Macizo Ibérico y de los afloramientos paleozoicos de las Cadenas Ibéricas en la Península Ibérica (modificado de Gozalo y Liñán, 1988).

una estructuración interna en cabalgamientos de dirección dominante N150E, que fraccionan y repiten la secuencia del Cámbrico Medio.

Dentro de esta unidad, únicamente en la cuarta escama tectónica (Fig. 2), aflora la Formación

Valdemiedes bien expuesta y sin problemas de dolomitización. Dentro de ésta se sitúa el perfil AT16 que contiene el límite Cámbrico Inferior-Medio objeto de nuestro estudio, cuya peculiaridad reside en su facies de calizas bioclásticas.



**Figura 2.** Esquema geológico del área de estudio, localizada en el sector suroccidental de la hoja de Calatayud (n° 409) y situación del perfil estratigráfico en la escama IV (modificado de Álvaro *et al.*, en prensa).

### ANTECEDENTES

Los primeros datos del área estudiada se deben a Donayre (1873), quien consideró los afloramientos de la comarca atecana como silurianos. De la misma opinión fue Palacios (1893), quien realizó una detallada descripción de los escarpes que rodean el valle del río Manubles.

En la publicación de la Tesis Doctoral de Lotze (1929) se asignan definitivamente como cámbricos la

mayor parte de los afloramientos que actualmente se consideran de esta edad en las Cadenas Ibéricas. La nomenclatura utilizada por este autor para sus unidades litoestratigráficas se ha mantenido casi íntegramente hasta nuestros días.

Tras las publicaciones de Lotze (1961) y Sdzuy (1961), Schmidt-Thomé (1968, publicado en 1973) es el continuador del estudio del Cámbrico en el área, presentando una serie de correlaciones

estratigráficas y el primer esbozo sedimentológico y paleogeográfico.

Schmitz (1971) y Josopait (1972) realizaron estudios estratigráficos y sedimentológicos detallados, el primero al N de Ateca (Cámbrico Inferior-Tremadociense) y el segundo al S (Cámbrico Medio-Tremadociense). Sus cartografías han servido como base para la posterior realización de las hojas nº 409 y 437 (Calatayud y Ateca, respectivamente) del Mapa Geológico Nacional, por Hernández-Samaniego *et al.* (1978 y 1983).

## ESTRATIGRAFÍA Y SEDIMENTOLOGÍA

En la cuarta escama citada de la margen derecha del río se ha levantado una sección estratigráfica en la Formación Valdemedes (Fig. 3). La denominación actual de Formación Valdemedes se utiliza en el sentido empleado por Liñán *et al.* (1991), que se ajusta al nivel M1 descrito informalmente por Liñán y Gozalo (1986) de las Margas de Murero (Dereims, 1898; Lotze, 1929). En nuestra área comprende una alternancia de lutitas verdes con nódulos y láminas centimétricas carbonatadas (con aspecto arrosariado) y bancos calcáreos, de carácter eminentemente bioclástico con estructuras criptoalgales intercaladas.

Las calizas se clasifican texturalmente como *mudstone*, *wackstone* y *packstone*. El esqueleto aparece compuesto por bioclastos de composición calcítica. La matriz que traba los cristales es microesparítica y aparece localmente recristalizada a cemento esparítico. Dispersos en ella destacan las placas de equinodermos, secciones de caparzones y restos de trilobites desarticulados y, en menor proporción, braquiópodos, hiolítidos, espículas de esponjas y Problematica (Chancelloriida).

La fracción terrígena limolítica comprende opacos y en menor proporción cristales angulosos de cuarzo y feldespatos autigénicos, que comprenden el 10-15% del conjunto. Los minerales de arcilla aparecen dispersos entre los cristales de microesparita, los cuales localmente han recristalizado originando «parches» irregulares de cristales en mosaico.

Las calcarenitas bioclásticas se disponen groseramente estratificadas, gradando a calizas nodulares y lutitas con nódulos dolomíticos aislados. Las secciones de los restos bioclásticos resedimentados muestran localmente imbricación de estos. La evidencia de cierta agitación se observa en lámina delgada por la disposición de los bioclastos desarticulados y fragmentados en ángulos agudos con respecto al plano de estratificación, así como contactos erosivos menores que inician secuencias positivas *packstone-mudstone*. Los barros bioclásticos carbonatados habrían sido depositados durante las fases energéticas del medio, y recubiertos temporalmente por láminas algales en una plataforma marina somera, entre los niveles de base de oleaje y de tormentas.

## EL LÍMITE CÁMBRICO INFERIOR-MEDIO

En este trabajo aceptamos la coincidencia del límite Cámbrico Inferior-Medio con el límite entre los Pisos Bilbiliense y Leoniense (definidos respectivamente por Sdzuy, 1972 y Sdzuy *et al.*, 1990), que se sitúa en la primera aparición de *Paradoxides (A.) mureroensis*, siguiendo las ideas del Lotze (1961), Sdzuy (1961, 1971a, 1971b, 1972) y Liñán y Gozalo (1986).

En el perfil AT16 de nuestra área hemos localizado la parte má alta del Piso Bilbiliense, así como el comienzo del Piso Leoniense, ambos en la Formación Valdemedes.

El primero de ellos se caracteriza por la presencia de *Hamatolenus (Myopsolenus?) jilocanus* y *Kingaspis* sp., y el segundo por la presencia de *Paradoxides (Acadoparadoxides) mureroensis* y *Paradoxides (Eccaparadoxides) sp. indet.* A continuación se analiza el registro fósil de trilobites que hemos encontrado en cada uno de estos dos pisos.

### Bilbiliense superior:

En las calizas bioclásticas del nivel 6 hemos identificado *Hamatolenus (Myopsolenus?) jilocanus* y *Kingaspis* sp. La primera de estas especies se encuentra en la Rambla de Valdemedes (Murero) en la parte inferior de la biozona de *Hamatolenus (Hamatolenus) ibericus* (Liñán *et al.*, en este vol.), mientras que *Kingaspis* sp. se sitúa inmediatamente por debajo de esta biozona. El hecho de que existan indicios de condensación y remoción, hace que correlacionemos este nivel con la parte inferior de esta biozona, de acuerdo con el registro fósil más joven que hemos encontrado. Dado que el material de *Kingaspis* sp. de la Rambla de Valdemedes en Murero no había sido estudiado ni referido, se procederá también a su descripción y figuración.

En los niveles 7 y 8 aparecen restos de trilobites inidentificables, y en el nivel 9, coincidiendo con un descenso en la proporción carbonato/siliciclásticos, no aparecen restos paleontológicos.

### Leoniense inferior. Biozona de *Paradoxides (A.) mureroensis*:

El siguiente nivel con registro fósil de valor bioestratigráfico se reconoce en los niveles 10 y 11 del perfil AT16, en los cuales se ha encontrado el taxón índice *Paradoxides (Acadoparadoxides) mureroensis* Sdzuy, 1958. En la primera aparición de este taxón se encuentra asociado a *Paradoxides (Eccaparadoxides) sp. indet. sensu* Liñán y Gozalo, 1986, distribución no coincidente con la encontrada para estos dos taxones en Murero (Liñán *et al.*, en este vol.) y Villafeliche (Gozalo *et al.*, en este vol.).

La coincidencia en el nivel 6 de *Hamatolenus (Myopsolenus?) jilocanus* y *Kingaspis* sp., así como la aparición simultánea de *Paradoxides (Acadoparadoxides) mureroensis* y *Paradoxides (Eccaparadoxides) sp. indet.*

en el nivel 10, sugiere el carácter condensado de estos depósitos carbonatados, con respecto a los lutíticos del corte de la Rambla de Valdemedes, donde aparecen dichos géneros y especies separados estratigráficamente entre sí.

A pesar de encontrar que la sección presenta cierta condensación en sus materiales, hemos podido reconocer las directrices bioestratigráficas generales descritas en las Cadenas Ibéricas. De este modo, hemos identificado restos fósiles del Bilbiliense superior, probablemente correlacionable con la Biozona de *Hamatolenus (Hamatolenus) ibericus*. Por encima de la misma aparece un nivel (AT16/9) en el que se ha identificado un incremento en materiales detríticos y la ausencia de registro fósil, lo cual es perfectamente correlacionable con el Geoevento Valdemedes descrito en la Rambla de Valdemedes (Murero) por Liñán *et al.* (en este vol.).

Por último, la aparición de *Paradoxides (Acadoparadoxides) mureroensis* nos marca el inicio del Cámbrico Medio, de modo que se considera al muro del nivel AT16/10 como el comienzo de este período.

## TAXONOMÍA

Familia **Protolenidae** R. y R. Richter, 1941

Género *Hamatolenus* Hupé, 1953

Subgénero *Hamatolenus (Myopsolenus)* Hupé, 1953

Especie tipo: *Myopsolenus magnus* Hupé, 1953

*Hamatolenus (Myopsolenus?) jilocanus*

Liñán y Gozalo, 1986

Lám. I, figs. 1-2

v\* 1986 *Hamatolenus (Myopsolenus?) jilocanus* Liñán y Gozalo, p. 46-47; Lám. IV, figs. 4-10; Lám. V, figs. 1-8

**Material y tipo de roca:** dos cranidios en forma de moldes internos y externos, conservados en calizas recristalizadas.

**Dimensiones deformadas:** el ejemplar mejor conservado muestra unas relaciones  $Lg/Lc = 2/3$  y  $Ag/Ac = 1/3$ .

**Observaciones:** los ejemplares poseen las mismas características que los descritos por Liñán y Gozalo (1986). Los caracteres más destacables son el área preglabellar plana o abultada, las fixígenas abombadas y el surco anterior bien marcado. La anchura del borde anterior (sag.) equivale a la mitad de la del área preglabellar.

**Distribución estratigráfica:** AT16 nivel 6. Piso Bilbiliense.

*Hamatolenus (Myopsolenus?) sp.*

Lám. I, figs. 3-4

**Material y tipo de roca:** ocho cranidios conservados en calizas recristalizadas.

**Observaciones:** los ejemplares encontrados muestran todos los caracteres descritos en la especie anterior, a excepción de la mala conservación del borde anterior.

Puede imaginarse un paso gradual de *Hamatolenus (Myopsolenus?) jilocanus* a *Alueva undulata* a partir de una verticalización del borde anterior y el abombamiento y ensanchamiento del surco anterior. De hecho, en los ejemplares de *Hamatolenus (Myopsolenus?) sp.* se insinúa aún más el abultamiento del área preocular debido a un ensanchamiento del surco anterior. Por ello y por su posición estratigráfica relativa podemos considerar a *Hamatolenus (Myopsolenus?) jilocanus* como la forma ancestral de *Alueva undulata*.

**Distribución estratigráfica:** AT16 nivel 6. Piso Bilbiliense.

Género *Kingaspis* Kobayashi, 1935

Especie tipo: *Anomocare campbelli* King, 1923

*Kingaspis sp.*

Lám. I, figs. 5-6

**Material y tipo de roca:** dos cranidios deformados que se han conservado en calizas recristalizadas (Ateca) y un ejemplar juvenil en lutitas verdes (Rambla de Valdemedes, Murero).

**Descripción:** cranidio subtriangular, con el borde anterior apuntado; la línea de sutura es opistoparia, con la rama anterior más larga que las ramas central y posterior;

## Lámina I

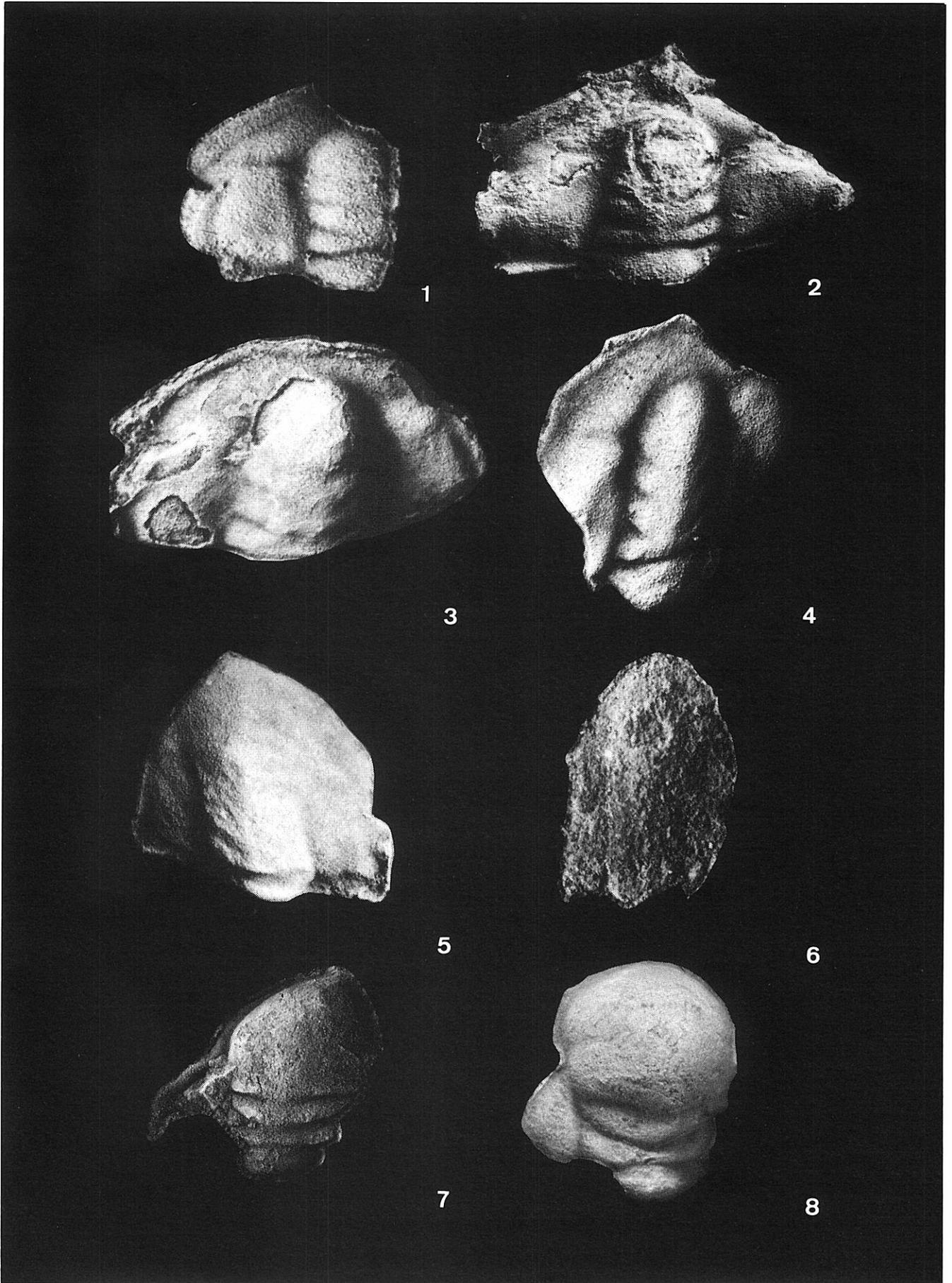
1-2 *Hamatolenus (Myopsolenus?) jilocanus* Liñán y Gozalo, 1986. 1. Cranidio (x6). AT16/6. MPZ-7863. Formación Valdemedes (Ateca). 2. Cranidio (x5). AT16/6. MPZ-7864. Formación Valdemedes (Ateca).

3-4 *Hamatolenus (Myopsolenus?) sp.* 3. Cranidio (x4). AT16/6. MPZ-7865. Formación Valdemedes (Ateca). 4. Cranidio (x4). AT16/6. MPZ-7866. Formación Valdemedes (Ateca).

5-6 *Kingaspis sp.* 5. Cranidio (x3). AT16/6. MPZ-7867. Formación Valdemedes (Ateca). 6. Cranidio (x8). RV1/2. MPZ-7868. Formación Valdemedes (Murero).

7. *Paradoxides (Acadoparadoxides) mureroensis* Sdzuy, 1958. Cranidio y librígena superpuesta. (x2). AT16/10. MPZ-7869. Formación Valdemedes (Ateca).

8. *Paradoxides (Eccaparadoxides) sp. sensu* Liñán y Gozalo, 1986. Cranidio (x2). AT16/10. MPZ-7870. Formación Valdemedes (Ateca). Obsérvese el relieve tan pronunciado del cranidio conservado en caliza.



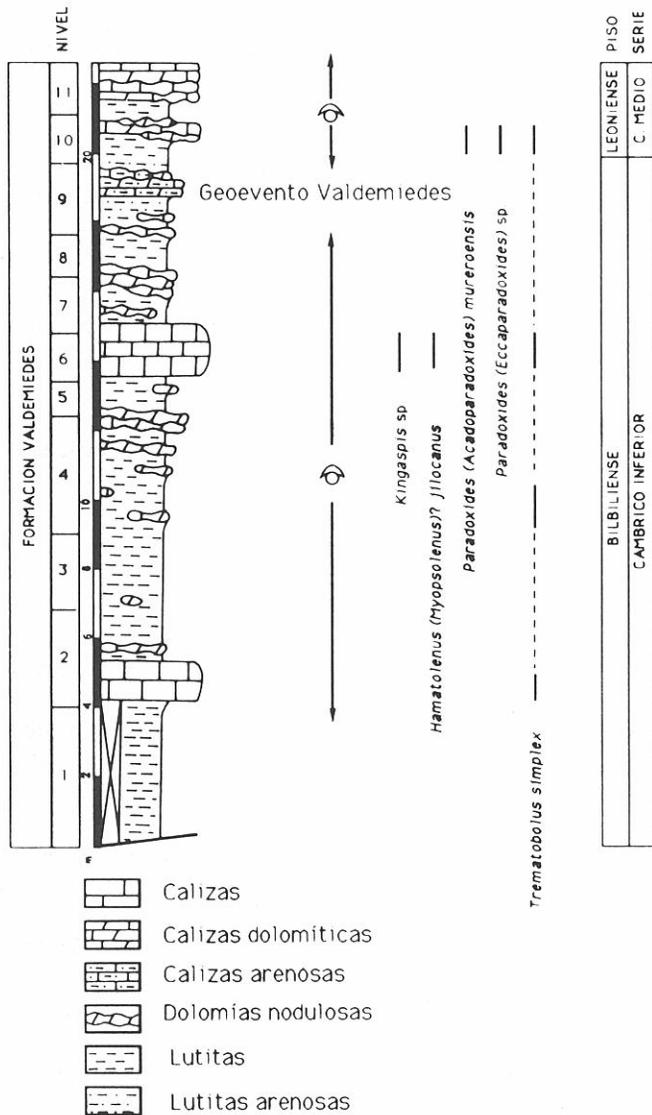


Figura 3. Columna estratigráfica AT16 y situación de los fósiles con mayor significado bioestratigráfico.

rama posterior recta. El borde anterior es estrecho o inexistente, el surco anterior está poco marcado o ausente. Área preglabellar amplia y suavemente abultada.

Glabela subcilíndrica y abombada con un ligero adelgazamiento en su mitad. El surco occipital es ancho y marcado delimitando un estrecho lóbulo occipital, que no presenta espina occipital. En la glabela se distinguen claramente hasta tres surcos no transglabellares, pero debido a la deformación y la mala conservación del material es difícil precisar este aspecto.

En la fixígena se insinúa una arista ocular que se engrosa al alcanzar la glabela.

**Observaciones:** la forma de la glabela, su adelgazamiento en la parte central, el engrosamiento de las aristas oculares en la cercanía de la glabela, el estrecho o inexistente borde anterior, así como la amplia área preglabellar permiten identificar estos ejemplares como pertenecientes al género *Kingaspis*, sin poder precisar específicamente debido a su conservación.

**Distribución estratigráfica:** AT16 nivel 6 de Ateca; RV1 nivel 2 de Murero (Rambla de Valdemiedes). Piso Bilbiliense.

Familia **Paradoxidae** Hawle y Corda, 1847  
 Género *Paradoxides* Brogniart, 1822  
 Subgénero *Acadoparadoxides* Snajdr, 1957

Especie tipo: *Paradoxides sacheri* Barrande, 1852

*Paradoxides (Acadoparadoxides) mureroensis*  
 Sdzuy, 1958  
 Lám. I, fig. 7

v 1986 *Paradoxides (Acadoparadoxides) mureroensis* Sdzuy, 1958; Liñán y Gozalo, p. 51, Lám. XI, figs. 1-13 (con sinonimias anteriores).

1987 *Paradoxides mureroensis* Sdzuy, 1958; Calonge y Gil Cid; Lám. II, figs. 1-6.

v 1990 *Paradoxides (Acadoparadoxides) mureroensis*; Valenzuela, J., Gámez, J., Liñán, E. y Sdzuy, K., fig. 4.

**Material y tipo de roca:** dos cránidos y varias librígenas mal conservadas. Aparecen como moldes externos en carbonatos recristalizados.

**Observaciones:** el material no está bien conservado y se encuentra fragmentado, pero se observan perfectamente los caracteres específicos, de los cuales se encuentran descripciones muy completas en Sdzuy (1961).

El material figurado de esta especie por Calonge y Gil Cid (1987), aunque carece de referencia, es una reproducción de la Lámina XVI, figuras 2, 3, 6, 10, 11, 17 del trabajo de Sdzuy, 1961.

**Distribución estratigráfica:** AT16 nivel 10. Piso Leoniense. Biozona de *Paradoxides (A.) mureroensis*.

Subgénero *Eccaparadoxides* Snajdr, 1957

Especie tipo: *Paradoxides pusillus* Barrande, 1846

*Paradoxides (Eccaparadoxides) sp. indet. sensu*  
 Liñán y Gozalo, 1986  
 Lám. I, fig. 8

v 1986 *Paradoxides (Eccaparadoxides) sp. indet.* Liñán y Gozalo, p. 52; Lám. XII, figs. 1-2.

**Material y tipo de roca:** un cránido incompleto conservado en calizas recristalizadas.

**Observaciones:** presenta una glabela de *Paradoxides* prominente donde se observan tres surcos transglabellares y se insinúan dos no transglabellares, con una morfología igual al material estudiado en Murero por Liñán y Gozalo (1986) en niveles de la misma biozona.

**Distribución estratigráfica:** AT16 nivel 10. Piso Leoniense. Biozona de *Paradoxides (A.) mureroensis*.

## CONCLUSIONES

Se reconoce el Bilbiliense superior y se identifica mediante el taxón índice la Biozona de *Paradoxides* (*A.*) *mureroensis* en el extremo noroccidental de las Cadenas Ibéricas. El límite inferior de esta última se considera coincidente con el límite Cámbrico Inferior-Medio.

Los dos últimos metros de materiales presentes bajo esta biozona no han proporcionado registro fósil y presentan un incremento relativo en la proporción de detríticos. Este nivel se asimila al Geoevento Valdemiedes propuesto en la localidad de Murero por Liñán *et al.* (en este vol.), presentándose aquí en facies carbonatadas.

Se constata la condensación que presentan estas calizas bioclásticas, debido a lo reducido de su espesor y a la asociación de especies y géneros que en la Rambla de Valdemiedes aparecen en diferentes niveles lutíticos. En estas facies carbonatadas es significativa la ausencia de los trilobites *Hamatolenus* (*H.*) *ibericus* y las especies del género *Alueva*, que tan abundantes son en las facies lutíticas en otras áreas de las Cadenas Ibéricas.

Esta es la primera cita de *Hamatolenus* (*Myopsolenus*?) *jilocanus* fuera de su localidad tipo, lo que abre la posibilidad de su empleo en la definición de unidades bioestratigráficas de mayor detalle. A este respecto, se sugiere que *Hamatolenus* (*Myopsolenus*?) *jilocanus*, por su proximidad morfológica con *Alueva undulata* y su posición estratigráfica, suponga la forma ancestral del género *Alueva*; en este caso tendríamos una línea filogenética continua entre los géneros *Hamatolenus*, del Cámbrico Inferior y *Alueva*, del Cámbrico Inferior y Medio, que podría ser utilizada para la definición de subzonas dentro de este intervalo entre series.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren mostrar su agradecimiento a J.A. Gámez, E. Moreno y A. Perejón por sus sugerencias, a F. Ruiz por su colaboración en el muestreo de campo, y a M. Arbizu por sus acertadas indicaciones.

Este trabajo constituye una contribución al Proyecto DGICYT PS89-0094. («Paleontología y bioestratigrafía del límite Cámbrico Inferior-Medio en las Cadenas Ibéricas»).

## BIBLIOGRAFÍA

Álvaro, J. 1991. *El Cámbrico Inferior y Medio en un sector de la Cadena Ibérica Occidental entre Ateca y Moros (Zaragoza)*. Tesis de Licenciatura, 150 pp. Univ. Zaragoza (inérita).

Álvaro, J., Liñán, E. y Pocoví, A. (en prensa). Un modelo alternativo al Anticlinal del Manubles (Cadena Ibérica Occidental). *Geogaceta*.

Calonge, A. y Gil Cid, D. 1987. Determinación biométrica de *Paradoxides mureroensis* Sdzuy, 1958. *Boletín Geológico y Minero*, **98**, 794-801.

Dereims, A. 1868. Note sur les terrains paléozoïques d'Espagne. Recherches géologiques dans le Sud de l'Aragon. *Annales Hébert.*, 199 pp.

Donayre, F. 1873. Bosquejo de una descripción física y geológica de la provincia de Zaragoza. *Memorias Comisión Mapa Geológico España* **1**, 128 pp.

Gozalo, R. y Liñán, E. 1988. Los materiales hercínicos de la Cordillera Ibérica en el contexto del Macizo Ibérico. *Estudios Geológicos* **44**, 399-404.

Gozalo, R., Liñán, E. y Álvaro, J. 1993. Bioestratigrafía del Cámbrico Medio de Villafeliche (Prov. de Zaragoza, España). *Revista Española de Paleontología*, N° Extraordinario, 49-57.

Josopait, V. 1972. Das Kambrium und das Tremadoc von Ateca (Westliche Iberische Ketten, NE Spanien). *Münstersche Forschungen Geologie und Paläontologie* **23**, 121 pp.

Hernández-Samaniego, A., Aragonés, E., Aguilar, T. y Ramírez, J. 1978. Mapa Geológico de España, E. 1:50.000. Calatayud (409). IGME, 2ª edic., 76 pp.

Hernández-Samaniego, A., Aragonés, E. y Olmo, P. del. 1983. Mapa Geológico de España, E. 1:50.000. Ateca (437). IGME, 1ª edic., 67 pp.

Liñán, E. y Gozalo, R. 1986. Trilobites del Cámbrico inferior y medio de Murero (Cordillera Ibérica). *Memorias Museo Paleontología*, Univ. Zaragoza, **2**, 104 pp., 37 Láms.

Liñán, E., Fernández-Nieto, C., Gámez, J., Gozalo, R., Mayoral, E., Moreno-Eiris, E. y Perejón, A. 1993. Problemática del límite Cámbrico Inferior y Medio de Murero (Cadenas Ibéricas). *Revista Española de Paleontología*, N° Extraordinario, 26-39.

Liñán, E., Villas, E. y Gozalo, R. 1991. El Paleozoico de Teruel. En: *Introducción a la Geología de la provincia de Teruel*. (Eds. Gutiérrez, M. y Meléndez, A.) Instituto Estudios Turolenses, 11-31.

Lotze, F. 1929. Stratigraphie und Tektonik des Keltiberischen Grundgebirges (Spanien). *Abh. Ges. Wiss. Göttingen math. phys. KNF*, **14** (2), 320 pp. Traducción española por M. San Miguel. Estratigrafía y Tectónica de las Cadenas Paleozoicas Celtibéricas. *Publicaciones Extranjeras Geología España*, **8**, 313 pp. (1955).

Lotze, F. 1961. Das Kambrium Spaniens. Teil I. Stratigraphie. *Akad. Wis. Lit. Abh. Math. Naturwiss. Kl* **6**, 216 pp. Traducción J. Gómez de Llanera. El Cámbrico en España. *Memorias del IGME*, 256 pp. (1969).

Palacios, P. 1893. Reseña geológica de la región meridional de la provincia de Zaragoza. *Boletín Comisión Mapa Geológico España* **19**, 112 pp.

Schmidt-Thomé, M. 1973. Beiträge zur feinstratigraphie des Unterkambriums in den Iberischen Ketten (Nordost, Spanien). *Geologisches Jahrbuch B*, **7**, 141 pp.

Schmitz, U. 1971. Stratigraphie und Sedimentologie in Kambrium und Tremadoc des Westlichen Iberischen Ketten nördlich Ateca (Zaragoza). *Münstersche Forschungen Geologie Paläontologie*, **27**, 123 pp.

Sdzuy, K. 1961. Das Kambrium Spaniens. Teil II. Trilobiten. *Akademie Wissenschaften Literatur*

- Abhandlung der Mathematisch Naturwissenschaftlichen Kl* 7 (8), 217-408.
- Sdzuy, K. 1971a. Acerca de la correlación del Cámbrico inferior en la Península Ibérica. *I Congreso Hispano-Luso Americano de Geología Económica II* (Sección Geología), 753-768.
- Sdzuy, K. 1971b. La subdivisión bioestratigráfica y la correlación del Cámbrico medio de España. *I Congreso Hispano-Luso Americano de Geología Económica II* (Sección Geología), 769-782.
- Sdzuy, K. 1972. Das Kambrium der acadobaltischen Fauneprovinz. *Zentralblatt für Geologie und Paläontologie*, 2, 91 pp.
- Sdzuy, K., Liñán, E. y Perejón, A. 1990. The Cambrian Stages and Stratotypes from the Iberian Peninsula. *Rapport II Cambrian Symp. Novosibirsk*.
- Valenzuela, J., Gámez, J., Liñán, E. y Sdzuy, K. 1990. Estratigrafía del Cámbrico de la región de Brea (Cadena Ibérica Oriental). *Boletín Real Sociedad Española Historia Natural* (Sección Geología), 85, 45-54.