

Conodontos de la Formación Caliza Urbana (Kralodvoriense) en el Sinclinal de Guadalmez (Ciudad Real, España)

Conodonts of the Urbana Limestone Formation (Kralodvorian) from the Guadalmez Syncline (Ciudad Real, Spain)

Begoña DEL MORAL^{1,2}

Resumen: Se describen e ilustran conodontos del Ordovícico Superior procedentes de cuatro nuevas localidades del Sinclinal de Guadalmez, en Sierra Morena oriental (Zona Centroibérica). Las colecciones de conodontos obtenidas en la Formación Caliza Urbana son características de la Biozona de conodontos de *Amorphognathus ordovicicus* (Kralodvoriense). Estas asociaciones pueden vincularse a la Provincia Mediterránea de conodontos del Dominio Nordatlántico durante el Ordovícico Superior. La asociación paleoecológica corresponde a la Biofacies *Scabbarbella altipes-Sagittodontina robusta*, relacionada con regiones polares y subpolares.

Palabras clave: Conodontos, Kralodvoriense, Zona Centroibérica, Formación Caliza Urbana, Sinclinal de Guadalmez.

Abstract: Late Ordovician conodonts from four new localities of the Guadalmez Syncline, eastern Sierra Morena (Centro-Iberian Zone) are described and illustrated. The conodont collections from the Urbana Limestone Formation are characteristic of the *Amorphognathus ordovicicus* Biozone (Kralodvorian). These associations can be ascribed to the Mediterranean Province of conodonts from the North-Atlantic Domain during the Late Ordovician. The paleoecological association belongs to the *Scabbarbella altipes-Sagittodontina robusta* Biofacies, which can be referred to polar and subpolar regions.

Key words: Conodonts, Kralodvorian, Central-Iberian Zone, Urbana Limestone Formation, Guadalmez Syncline.

INTRODUCCIÓN

Los carbonatos que aparecen, en el Suroeste de Europa, en la parte alta de las secuencias ordovícicas, presentan varias características que convierten a estos materiales en un interesante objeto de estudio. Por un lado, corresponden a los únicos depósitos de naturaleza carbonatada que aparecen a lo largo del Ordovícico de la Península Ibérica y de otras áreas del norte de Gondwana. Por otra parte, dichos depósitos, precedieron al evento de extinción relacionado con la glaciación fini-ordovícica.

Se ha constatado la presencia de conodontos ordovícicos en numerosas localidades que se ubicarían en el margen septentrional del paleocontinente Gondwana. Así, en la Península Ibérica está documentado el hallazgo de estos microfósiles en las formaciones Caliza Urbana (FUGANTI & SERPAGLI, 1968; HAFENRICHTER, 1979; SARMIENTO, 1993) y Ferradosa (SARMIENTO, GUTIERREZ-MARCO *et al.*, 2000; SARMIENTO *et al.*, 2001) de la Zona Centroibérica y en la Zona

Asturoccidental-Leonesa (SARMIENTO *et al.*, 1999), en la Formación Estana (HARTEVELT, 1970) de los Pirineos Centrales, en la Formación Caliza de Cistoides (CARLS, 1975) de la Cordillera Ibérica, en la Formación Caliza de Pelmatozoos (HAFENRICHTER, 1979; SARMIENTO, 1993) de la Zona de Ossa-Morena, o en las Calizas de Madremanya (SARMIENTO *et al.*, 1995) de las Cadenas Costero Catalanas. Por lo que respecta a otros puntos del suroeste europeo y norte de África, se han hallado conodontos ordovícicos en Montaña Negra, Bretaña, Normandía (Francia), Cerdeña (Italia), Turingia (Alemania), los Alpes Cárnicos (Austria), y Libia.

Son numerosos los afloramientos conocidos y estudiados de la Formación Caliza Urbana en Sierra Morena (SARMIENTO, 1993; SARMIENTO *et al.*, 2000). En el Sinclinal de Guadalmez investigaciones llevadas a cabo con anterioridad (SARMIENTO, 1993) habían proporcionado un número muy escaso de conodontos. En este trabajo se da a conocer la presencia de conodontos en los materiales carbonatados

¹ Museo Geominero, IGME, Ríos Rosas, 23, E-28003, Madrid, España.

² Departamento de Paleontología, Instituto de Geología Económica (CSIC-UCM), Facultad de Ciencias Geológicas, UCM, E-28040 Madrid, España.

del Ordovícico Superior, que afloran en localidades inéditas del Sinclinal de Guadalmez, completando así el conocimiento de este grupo en el área mencionada.

Para el encuadre cronoestratigráfico se emplean los pisos y subpisos propuestos por SAN JOSÉ et al. (1992) para el Norte de Gondwana durante el Ordovícico Superior. La correlación con la escala británica se muestra en la figura 1.

| SERIES GLOBALES | PISOS GLOBALES | PISOS Y SUBPISOS PARA EL NORTE DE GONDWANA | SERIES Y PISOS BRITÁNICOS REVISADOS (AVALONIA) | |
|---------------------|------------------|--|--|----------------|
| ORDOVÍCICO SUPERIOR | "PISO 6" | KOSOVIEENSE | Hirnantense | |
| | "PISO 5" | BEROUNIENSE | KRALODVORIENSE | Rawtheyense |
| | | | Superior (Bohdaleciense) | Cautleyense |
| | | | Medio (Lodenciense) | Pushgillense |
| | | | Inferior (Chrusteniense) | Streffordiense |
| | ORDOVÍCICO MEDIO | DARRIWILIENSE | DOBROTVIENSE | Cheneyense |
| ORETANIENSE | | | Burrelliense | |
| "PISO 3" | | "ARENIGIENSE" | Superior | Aureluciense |
| | | | Inferior | Llandelliense |
| ORDOVÍCICO INFERIOR | "PISO 2" | Superior | Abereiddiense | |
| | | Inferior | Whitlandiense | |
| | TREMADOCIENSE | "TREMADOCIENSE" | Superior | Morduniense |
| | | | Inferior | Migneintiense |
| | | | Cressagiense | |

Figura 1: Correlación entre los pisos y subpisos del norte de Gondwana y británicos (Modificada de GUTIÉRREZ-MARCO et al., en prensa).

Figure 1.- Correlation of North Gondwana and British stages and substages (Modified from GUTIÉRREZ-MARCO et al., in press).

SITUACIÓN GEOGRÁFICA Y MARCO GEOLÓGICO

Geográficamente el Sinclinal de Guadalmez abarca el extremo suroeste de la provincia de Ciudad Real, y los extremos sureste de Badajoz y norte de Córdoba. Desde un punto de vista geológico se encuentra al norte del batolito de Los Pedroches, en el extremo meridional de la Zona Centroibérica, una de las cinco grandes zonas en las que JULIVERT et al. (1972) dividieron el Macizo Ibérico. Más concretamente, se localiza en el Dominio de los Pliegues Verticales, una de las dos unidades autóctonas definidas

por DIEZ BALDA & VEGAS (1992) para la Zona Centroibérica.

El Sinclinal de Guadalmez, con una dirección aproximada NO-SE, corresponde a un pliegue de tipo cónico (MARTÍNEZ RIUS, 1983) originado en la primera fase de la orogenia Hercínica, y modificado en fases posteriores. Esta estructura aparece limitada, tanto al norte como al noreste por fallas inversas, que ponen en contacto los materiales precámbricos del Valle de Alcudia, con los materiales de edad ordovícica que constituyen la base de la serie estratigráfica en el Sinclinal de Guadalmez (GARCÍA SANSEGUNDO et al., 1987).

Las muestras estudiadas proceden de los alrededores de las localidades de Guadalmez (Km. 11.4 de la carretera Guadalmez-Capilla), Chillón (10 Km. al sur de Almadén por la carretera N-502, en la margen izquierda del río Valdeazogues), Alamillo (500 metros al norte del punto kilométrico 5 de la carretera Alamillo-Vega de San Ildefonso) y San Benito (500 metros al este de la carretera San Benito-Torre-

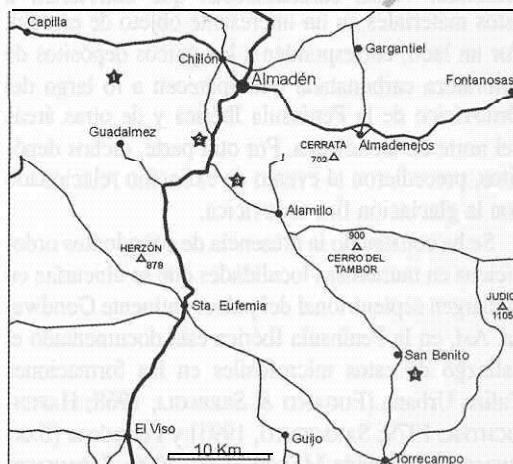
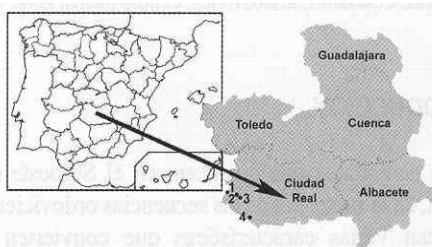


Figura 2.- Situación geográfica de las localidades estudiadas: 1.- Guadalmez (SGZ-1); 2.- Chillón (SGZ-2); 3.- Alamillo (SGZ-3); 4.- San Benito (SGZ-4).

Figure 2.- Geographical setting of the studied sections: 1.- Guadalmez (SGZ-1); 2.- Chillón (SGZ-2); 3.- Alamillo (SGZ-3); 4.- San Benito (SGZ-4).

campo, cerca del cauce del río Guadalmez) (Fig. 2). Dichas localidades corresponden, en el caso de Guadalmez y Chillón, a la Hoja 807 del Mapa Topográfico Nacional, escala 1:50.000, y en el caso de Alamillo y San Benito, a las Hojas 808 y 834 del Mapa Topográfico Nacional, escala 1:50.000, respectivamente.

La sucesión ordovícica en el área considerada, como en toda la Península Ibérica, es bastante homogénea, alternándose las pizarras, areniscas y cuarcitas. Dentro de esta sucesión los únicos depósitos de naturaleza carbonatada representados, correspondientes a la Formación Caliza Urbana, aparecen en la parte alta de la misma (Fig. 3).

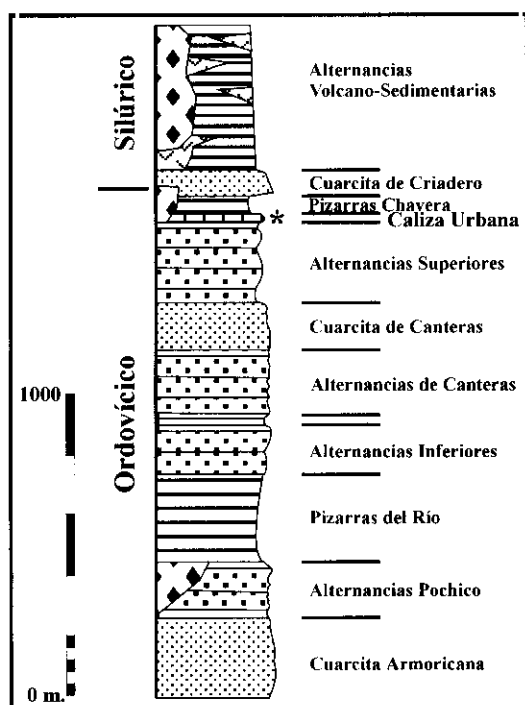


Figura 3.- Unidades litoestratigráficas para el Ordovícico de la zona Centroibérica (Modificada de HIGUERAS, 1995). * Nivel estudiado.

Figure 3.- Ordovician lithostratigraphic units of the Central-Iberian Zone (Modified from HIGUERAS, 1995). * Studied level.

Esta Formación, definida por TAMAIN en la región del Centenillo (1967), corresponde a calizas y dolomías dispuestas en bancos de morfología lenticular, con una reducida extensión lateral, y cuya potencia en la zona del Sinclinal de Guadalmez no supera los 10 metros en ningún punto (GARCÍA SANSEGUNDO *et*

al., 1987). Los afloramientos, sin embargo, fueron objeto, a finales del siglo XIX y principios del siglo XX, de una intensa explotación para la obtención de cal, siendo la presencia de antiguos hornos, las trincheras o las escombreras, las únicas evidencias que quedan de estos depósitos en muchos casos.

Dentro de estos materiales se ha constatado la existencia de al menos dos litofacies. La primera de ellas corresponde a calizas grises, packstone a grainstone con abundante macrofauna (principalmente colonias ramificadas y masivas de briozoos, pelmatozoos y gasterópodos), que en ocasiones presentan un alto grado de recristalización. El material tratado para la obtención de conodontos procede de esta litofacies. La segunda, de tonos pardos o anaranjados, corresponde a calizas dolomitizadas y muy meteorizadas.

PALEONTOLOGÍA

Los elementos conodontales, a partir de los cuales se ha llevado a cabo este estudio, fueron extraídos del material carbonatado en el que se hallaban incluidos, mediante la disgregación química del mismo con ácido acético al 8%.

En el residuo insoluble obtenido a partir de este tratamiento se han encontrado, además de conodontos, fragmentos de colonias de briozoos, de pelmatozoos y ostrácodos.

Los ejemplares ilustrados están depositados en el Departamento de Paleontología (CSIC-UCM) de la Facultad de Ciencias Geológicas de la Universidad Complutense de Madrid. La sigla que se les ha asignado (SGZ) hace referencia al lugar de procedencia, el Sinclinal de Guadalmez.

TAFONOMÍA

Previo al estudio taxonómico de los ejemplares recuperados se han identificado los procesos tafonómicos (bioestratinómicos y fosildiagnéticos) que han podido afectar tanto a los elementos considerados individualmente, como a la asociación de los mismos.

Los procesos bioestratinómicos determinados incluyen la biodegradación-descomposición, la necrocinesis y la desarticulación. En este sentido se han recuperado ejemplares constituidos exclusivamente por la corona. Este hecho se atribuye al dife-

rente grado de mineralización que presentan la corona y el cuerpo basal, y también a la existencia de una línea de debilidad en el contacto entre ambos componentes del elemento conodontal.

En cuanto a los procesos fosildiagenéticos de los que se han encontrado evidencias, cabe mencionar fenómenos como la precipitación de cristales de calcita en las cavidades basales (Lám. 1, fig. 5) o sobre la superficie de algunos ejemplares (Lám. 3, fig. 7) y la disolución de los bordes de la pared (Lám. 3, fig. 4) y de los extremos apical y basal. Las distorsiones mecánicas son muy abundantes, observándose fracturas de las cúspides y los procesos (Lám. 3, fig. 5), y ejemplos de fisuras (Lám. 1, fig. 4) y deformaciones plásticas.

Respecto a los valores del Índice de Alteración del Color de los conodontos (EPSTEIN *et al.*, 1977; REJEBIAN *et al.*, 1987) los ejemplares de las cuatro localidades estudiadas presentan valores comprendidos entre el grado CAI-3 y el grado CAI-6, correspondientes a un rango de temperaturas entre 110 y 550°C, si bien algunos ejemplares procedentes de la localidad de San Benito llegan a alcanzar CAI-8, valor que indicaría temperaturas por encima de los 600°C. La coexistencia de valores tan dispares de CAI (REJEBIAN *et al.*, 1987) en cada una de las muestras se ha atribuido a la acción de fluidos hidrotermales, de los que también existen otras evidencias, como la presencia de sulfuros de hierro alterados en el residuo tratado. Se debe destacar que la Formación Caliza Urbana constituye el techo del metalotecto plumbífero de Sierra Morena oriental.

SISTEMÁTICA

La inclusión de los diferentes géneros y especies referidos, en categorías taxonómicas de mayor rango se ha llevado a cabo siguiendo la clasificación desarrollada por SWEET (1988), y considerando las revisiones taxonómicas realizadas con posterioridad por DZIK (1994, 1998).

Por otra parte se ha empleado la notación sugerida por SWEET (1988), para hacer referencia a la posición que ocuparían los distintos elementos conodontales dentro del aparato (Fig. 4), puesto que su uso está ampliamente reconocido, si bien algunos autores (BARNES *et al.*, 1979; DZIK, 1994; PURNELL *et al.*, 2000) proponen otros sistemas de notación alternativos, que se han empleado en la descripción de algunas especies concretas, y cuya discusión no es objeto de este trabajo.

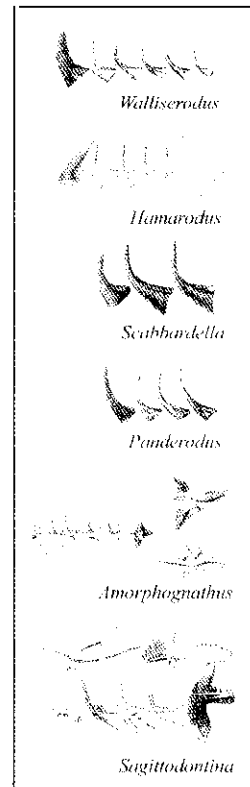


Figura 4.- Posición de los fragmentos encontrados dentro de los aparatos de los distintos géneros (Modificada de DZIK, 1998).

Figure 4.- Position of the studied fragments of the different genera apparatus. (Modified from DZIK, 1998).

Phylum CHORDATA BATESON, 1886

Clase CONODONTA PANDER, 1956

Diagnosis (traducida de DZIK, 1994): «Animales de cuerpo descubierto (ejemplares carboníferos con cuerpo de lamprea). Aparato bucal constituido por elementos fosfáticos, dispuestos en pares a ambos lados de la apertura oral media (simetría bilateral). Cada elemento está compuesto por una corona cónica secretada centrífugamente, y por un relleno basal (escasamente desarrollado) en la cavidad basal de la corona».

Orden BELODELLIDA? SWEET, 1988

Familia Belodellidae SWEET, 1988

Género *Walliserodus* SERPAGLI, 1967

Especie tipo: *Acodus curvatus* BRANSON & BRANSON, 1947

Descripción del aparato conodontal (COOPER, 1975: 995): El aparato de *Walliserodus* incluye ele-

mentos acodontiformes y un conjunto de elementos paltodontiformes, que constituyen una serie de transición simétrica. Los elementos que lo componen son cónicos, curvos y asimétricos y presentan costillas y quillas prominentes, así como excavaciones profundas.

Walliserodus sp.1
(Lám. 1, Fig. 5)

Material: se han analizado dos ejemplares procedentes de la localidad de Chillón (SGZ-2).

Observaciones: después de cotejar los ejemplares con las descripciones e ilustraciones que diferentes autores han realizado de las especies pertenecientes al género *Walliserodus*, se ha planteado la posibilidad de que dichos ejemplares no correspondan a ninguna de ellas, sin embargo por la escasez de elementos no se considera apropiada la determinación de una nueva especie. Permanecen por tanto sin nominar a la espera de que futuras investigaciones puedan proporcionar un número significativo de ejemplares.

Descripción: los ejemplares corresponden a elementos cónicos simples, curvos, robustos y asimétricos, con cavidades basales profundas y amplias. Las paredes son gruesas y lisas, sin ninguna estructura ornamental, costillas o quillas. El borde posterior de la cúspide es muy agudo y de aspecto aquillado, el borde anterior, aunque también agudo, no presenta un ángulo tan bajo. El ángulo que forma el margen superior de la base con el borde posterior de la cúspide es obtuso, aproximadamente de 110°.

Walliserodus ? sp.
(Lám. 1, Fig. 6)

Material: 3 ejemplares de la localidad de San Benito (SGZ-4).

Observaciones: son muy escasos los restos encontrados que puedan corresponder a este género. Debido a su preservación, y aunque pueden establecerse algunas características diagnósticas, la asignación genérica se realiza con dudas.

Descripción (Fig. 4): se conservan fragmentos medios de la cúspide de formas cónicas, asimétricas, con bordes agudos y paredes gruesas, atribuibles a elementos M. Entre las características diagnósticas que inducen a incluir estos ejemplares dentro del género *Walliserodus* destacan las pronunciadas aris-

tas que recorren longitudinalmente la superficie de los mismos.

Familia Ansellidae? FÄHRÆUS & HUNTER, 1985

El género *Hamarodus* se incluye en esta familia con ciertas reservas (SARMIENTO, 1993).

Género *Hamarodus* VUIRA, 1974

Especie tipo: *Distomodus europaeus* SERPAGLI, 1967.

Descripción del aparato conodontal (DZIK, 1976; ORCHARD, 1980): en el aparato conodontal de este género aparecen en posición P elementos profundamente excavados y comprimidos lateralmente, con márgenes basales serrados; posee, además, elementos M, cónicos y geniculados y una serie de transición simétrica, que incluye elementos cuadrirramos (Sd), alados (Sa), terdiopedados (Sb), y dolobrados (Sc).

Hamarodus europaeus SERPAGLI, 1967
(Fig. 5.7)

- ?1964 *Neoprioniodus brevirameus* n. sp. WALLISER, Lám. 4, Fig. 5; Lám. 29, Figs. 5-10.
- * 1967 *Distomodus europaeus* n. sp. SERPAGLI, p. 64, Lám. 14, Figs. 1-6; elemento Pb?
- 1967 *Oistodus niger* n. sp. SERPAGLI, p. 79, Lám. 20, Figs. 1-7; elemento M.
- 1976 *Hamarodus europaeus* (SERPAGLI); DZIK, p. 435, Fig. 36; multielemental (con sinonimia).
- 1980 *Hamarodus europaeus* (SERPAGLI); ORCHARD, p. 21, Lám. 4, Figs. 22, 25, 29-31; multielemental (con sinonimia).
- 1984 *Hamarodus europaeus* (SERPAGLI); CHEN & ZHANG, Lám. 1, Figs. 21-25; multielemental.
- 1985 *Hamarodus europaeus* (SERPAGLI); BERGSTRÖM & ORCHARD, Lám. 25, Figs. 4, 7, 12; multielemental.
- 1991 *Hamarodus europaeus* (SERPAGLI); FERRETTI & SERPAGLI, Lám. 2, Figs. 1-6; multielemental.
- 1994 *Hamarodus brevirameus* (WALLISER, 1964); DZIK, p. 111-112, Lám. 24, Figs. 14-19, fig. 5. 31a.
- 1997 *Hamarodus europaeus* (SERPAGLI); FERRETTI & BARNES, p. 22-23, Lám. 3, Figs. 1-14; multielemental.
- 1999 *Hamarodus europaeus* (SERPAGLI); FERRETTI & SERPAGLI, p. 226, 227, Lám. 2, Figs. 1-14 (con referencias previas).

Material: un ejemplar de la localidad de San Benito (SGZ-4).

Observaciones: en función de los estudios llevados a cabo por DZIK (1994) parecen existir datos que avalan la propuesta que un único linaje de este género aparezca representado en el Ordovícico

Superior de Europa. Para dicho autor sería aconsejable no utilizar como sinonimia los nombres introducidos por WALLISER (1964) para las especies del Ordovícico Superior de los Alpes Cárnicos y los empleados por SERPAGLI (1967) en Monte Zermula (Italia), sino proponer un nuevo nombre para la especie.

Descripción (Fig. 4): de esta especie multielemental, sólo se ha hallado un ejemplar en las asociaciones estudiadas; también se encuentra escasamente representada en otros registros del Kralodvoriense de España. El ejemplar corresponde a un elemento M, cónico, geniculado, asimétrico y sin ornamentación. La cúspide presenta bordes agudos y una leve inflexión en la parte media de la misma. El extremo apical está ausente.

Distribución: *Hamarodus europaeus* tiene una amplia distribución en los materiales del Ordovícico Superior de Europa. Aunque en el Sur de China caracteriza una biozona del Caradoc, en la Península Ibérica aparece registrada en materiales de la Zona de *Amorphognathus ordovicicus* (Kralodvoriense).

Orden Protopanderodontida SWEET, 1988
Familia Protopanderodontidae LINDSTRÖM, 1970
Género *Scabbardella* ORCHARD, 1980

Especie tipo: *Drepanodus altipes* HENNINGSMOEN, 1948

... **Descripción del aparato conodontal** (ORCHARD, 1980: 25): Aparato formado por elementos cónicos simples y asimétricos, con una curvatura variable y comprimidos lateralmente. Los márgenes anterior y posterior son agudos y los flancos carecen de estrías.

Scabbardella altipes HENNINGSMOEN, 1948
(Lám. 2, Figs. 1-8; Fig. 5.4)

- * 1948 *Drepanodus altipes* HENNINGSMOEN, p. 420, Lám. 25, Fig. 14.
- 1980 *Scabbardella altipes* (HENNINGSMOEN); ORCHARD, p. 25, Fig. 4c, Lám. 5, Figs. 2-5, 7-8, 12, 14, 18, 20, 23-24, 28, 30, 33, 35.
- 1983 *Scabbardella altipes* (HENNINGSMOEN); NOWLAN, p. 668, Lám. 1, Figs. 6-7, 11-14.
- 1984 *Scabbardella altipes* (HENNINGSMOEN); CHEN & ZHANG, p. 131, Lám. 2, Figs. 29-30.
- 1988 *Scabbardella altipes* (HENNINGSMOEN); NOWLAN *et al.* p. 34-37, Lám. 16, Figs. 7-20; Lám. 17, Figs. 1-3, 5-6, 8-9.
- 1991 *Scabbardella altipes* (HENNINGSMOEN); FERRETTI & SERPAGLI, Lám. 1, Figs. 12-14.
- 1992 *Scabbardella altipes* (HENNINGSMOEN); BERGSTRÖM & MASSA, p. 1339-1340, Lám. 1, Figs. 1, 3-4.
- 1994 *Scabbardella altipes* (HENNINGSMOEN); DZIK, p. 64, Fig. 6e, Lám. 11, Figs. 36-39.
- 1997 *Scabbardella altipes* (HENNINGSMOEN); FERRETTI & BARNES, p. 34, Lám. 1, Figs. 17-22.

Material: 35 ejemplares procedentes de las localidades de Guadalmez (SGZ-1), Chillón (SGZ-2), Alamillo (SGZ-3) y San Benito (SGZ-4).

Observaciones (Fig. 4): se han encontrado todos los elementos que componen el aparato de esta especie. Es, con diferencia, el taxón más abundante en las muestras tratadas, siendo también los elementos que aparecen relativamente mejor preservados. La notación empleada para la descripción de los ejemplares de esta especie es la que propusieron BARNES *et al.* (1979).

Descripción: los elementos a, b y c, que constituyen la primera serie de transición son formas rectas y robustas. Los elementos a poseen una cúspide subrecta a proclina; los bordes anterior y posterior son agudos y aquillados; en el flanco

LÁMINA I

Fig. 1.- *Panderodus* sp., elemento pl? en vista lateral, SGZ-3/1006, x 150.

Fig. 2.- *Panderodus sulcatus* (FÄHRÆUS, 1966), elemento ne en vista lateral externa, SGZ-3/1007, x 95.

Figs. 3-4.- *Panderodus gracilis* (BRANSON & MEHL, 1933). 3.- elemento ne? en vista lateral externa, SGZ-4/1017, x 170. 4.- elemento ne en vista lateral externa, SGZ-4/1031, x 135.

Fig. 5.- *Walliserodus* sp.1. a.- vista lateral, SGZ-2/1026, x 120. b.- vista lateral oblicua, SGZ-2/1026, x 160.

Fig. 6.- *Walliserodus* sp., elemento M? en vista lateral interna, SGZ-4/1018, x 260.

PLATE I

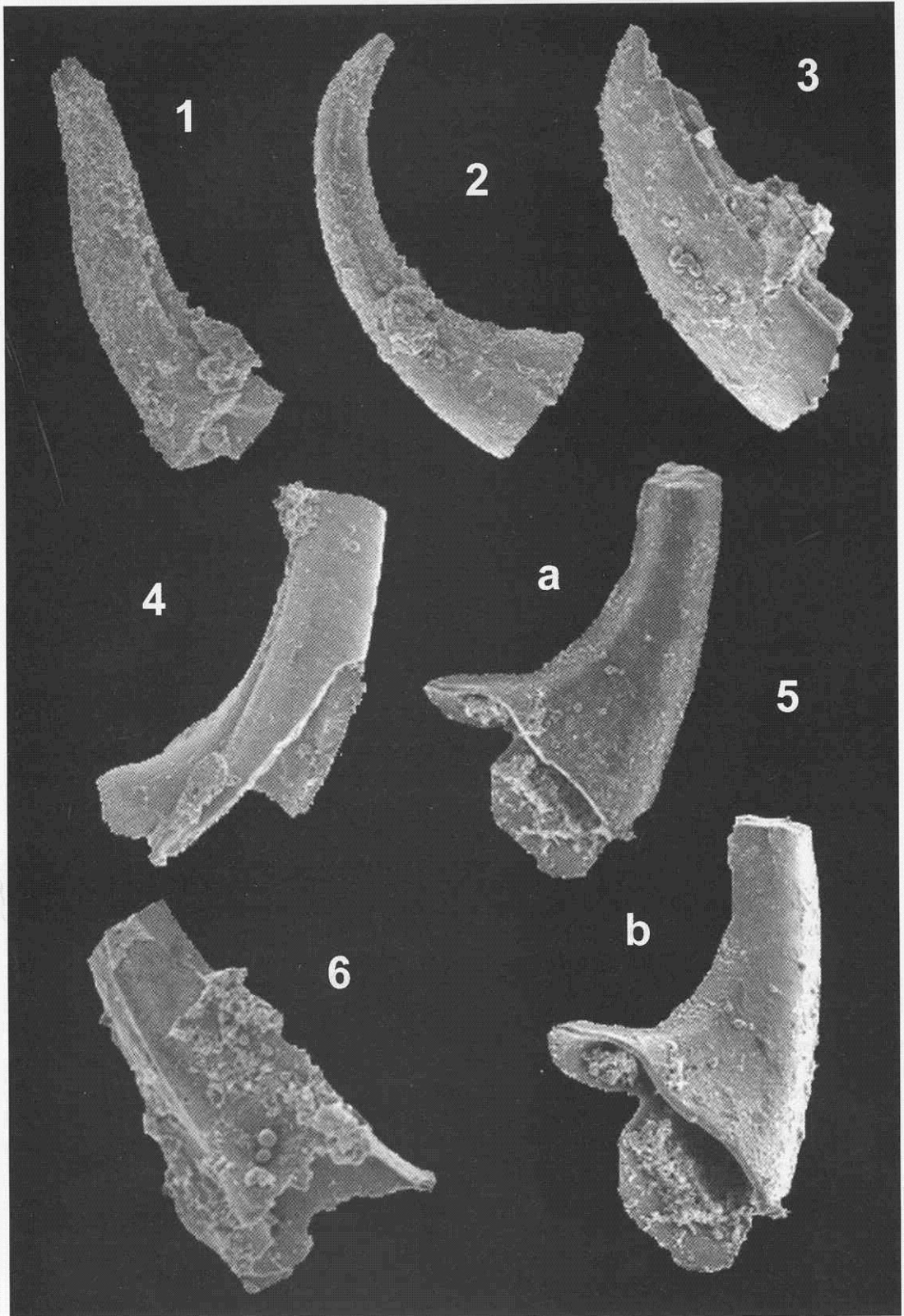
Fig. 1.- *Panderodus* sp., element pl?, lateral view, SGZ-3/1006, x 150.

Fig. 2.- *Panderodus sulcatus* (FÄHRÆUS, 1966), element ne, external lateral view, SGZ-3/1007, x 95.

Figs. 3-4.- *Panderodus gracilis* (BRANSON & MEHL, 1933). 3.- element ne?, external lateral view, SGZ-4/1017, x 170. 4.- element ne, external lateral view, SGZ-4/1031, x 135.

Fig. 5.- *Walliserodus* sp.1. a.- lateral view, SGZ-2/1026, x 120. b.- oblique lateral view, SGZ-2/1026, x 160.

Fig. 6.- *Walliserodus* sp., element M?, internal lateral view, SGZ-4/1018, x 260.



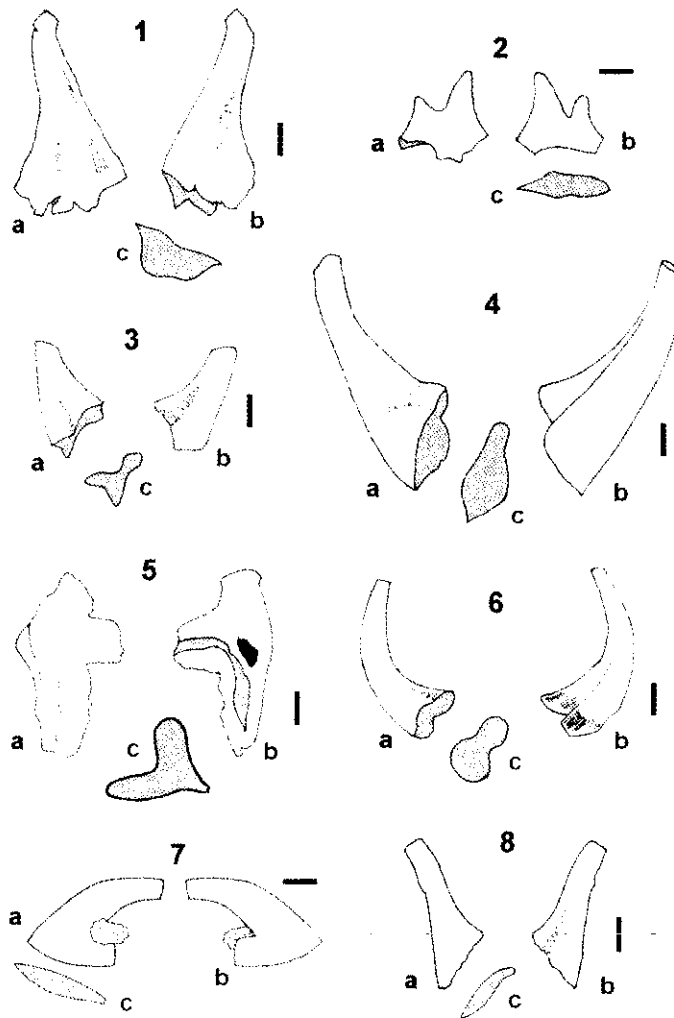


Figura 5. - 1.- *Sagittodontina robusta* (KNÜPFER, 1967), elemento Pa? derecho (a.- vista lateral interna; b.- vista lateral externa; c.- sección de la cavidad basal); 2.- *Sagittodontina robusta* (KNÜPFER, 1967), elemento Pa izquierdo, fragmento de proceso (a.- vista lateral externa; b.- vista lateral interna; c.- sección de la cavidad basal); 3.- *Sagittodontina robusta* (KNÜPFER, 1967), elemento Sb izquierdo (a.- vista lateral externa; b.- vista lateral interna; c.- sección de la cavidad basal); 4.- *Scabbardella altipes* (HENNINGSMOEN, 1948), elemento M derecho (a.- vista lateral interna; b.- vista lateral externa; c.- sección de la cavidad basal); 5.- *Amorphognathus ordovicicus* (BRANSON & MEHL, 1933), elemento Pb izquierdo? (a.- vista lateral externa; b.- vista lateral interna; c.- sección de la cavidad basal); 6.- *Panderodus* sp., elemento ne derecho (a.- vista lateral interna; b.- vista lateral externa; c.- sección de la cavidad basal); 7.- *Hamarodus europaeus* (SERPAGLI, 1967), elemento M derecho (a.- vista lateral interna; b.- vista lateral externa; c.- sección de la cavidad basal); 8.- *Istorinus erectus* (KNÜPFER, 1967), forma derecha (a.- vista lateral interna; b.- vista lateral externa; c.- sección de la cavidad basal). La escala gráfica representa 0.1 mm.

Figure 5. - 1.- *Sagittodontina robusta* (KNÜPFER, 1967), right element Pa? (a.- internal lateral view; b.- external lateral view; c.- basal cavity section); 2.- *Sagittodontina robusta* (KNÜPFER, 1967), left element Pa, process fragment (a.- external lateral view; b.- internal lateral view; c.- basal cavity section); 3.- *Sagittodontina robusta* (KNÜPFER, 1967), left element Sb (a.- external lateral view; b.- external lateral view; c.- basal cavity section); 4.- *Scabbardella altipes* (HENNINGSMOEN, 1948), right element M (a.- internal lateral view; b.- external lateral view; c.- basal cavity section); 5.- *Amorphognathus ordovicicus* (BRANSON & MEHL, 1933), left? element Pb (a.- external lateral view; b.- internal lateral view; c.- basal cavity section); 6.- *Panderodus* sp., right element ne (a.- internal lateral view; b.- external lateral view; c.- basal cavity section); 7.- *Hamarodus europaeus* (SERPAGLI, 1967), right element M (a.- internal lateral view; b.- external lateral view; c.- basal cavity section); 8.- *Istorinus erectus* (KNÜPFER, 1967), right form (a.- internal lateral view; b.- external lateral view; c.- basal cavity section). The graphic scale is 0.1 mm.

interno se desarrolla una costilla, que no llega hasta el ápice, y paralelo a esta un surco, que se hace más estrecho y profundo hacia la cúspide; la cavidad basal es amplia y ocupa toda la base. Los elementos b presentan una base corta; la cúspide es robusta, erecta o ligeramente proclina, con una sección transversal elíptica; en el flanco interno aparece una costilla. Los elementos c son similares a los b, pero la cúspide es corta y presentan una segunda costilla en el flanco interno; la cavidad basal no es profunda.

La segunda serie de transición está formada por tres tipos de elementos e. Las distintas formas son elongadas, con la base larga y la cúspide fina; los bordes anterior y posterior son agudos; la cavidad basal es profunda y amplia.

Distribución: *Scabbardella altipes* se cita en numerosas localidades del Ordovícico Superior de Europa, América del Norte y Libia; en el Ordovícico Medio de Nanjing (China) y en el Ordovícico Medio-Superior de Malasia. En la Península Ibérica aparece en materiales del Kralodvoriense (Biozona de *A. ordovicicus*) en un gran número de localidades del Macizo Ibérico, en las Cadenas Costero Catalanas y en el Pirineo oriental.

Orden Panderodontida SWEET, 1988

Familia Panderodontidae LINDSTRÖM, 1970

Género *Panderodus* ETHINGTON, 1959

Especie tipo: *Paltodus uncostatus* BRANSON & MEHL, 1933

Descripción del aparato conodontal (SWEET, 1979: 62): aparato integrado por cinco tipos de conos simples, asimétricos, curvos y profundamente excavados. Los elementos aparecen recorridos por estrías longitudinales y presentan en uno de sus flancos el surco panderodóntido, mientras que el otro está arqueado. Uno de estos tipos es comprimido y posee forma de lámina, el otro aparece flexionado longitudinalmente y los restantes forman una serie de transición.

Observaciones: las asignaciones se han llevado a cabo siguiendo los trabajos de DZIK & DRYGANT (1986) y SANSOM *et al.* (1994). De los dos primeros autores referidos se ha adoptado la notación de los elementos.

Panderodus gracilis BRANSON & MEHL, 1933
(Lám. 1, Figs. 3-4)

* 1933 *Paltodus gracilis* BRANSON & MEHL, p. 108, Lám. 8, Figs. 20-21.

v 1980 *Panderodus gracilis* (BRANSON & MEHL); ORCHARD, p. 23, Fig. 4B; Lám. 3, Figs. 1-2, 8, 10-11, 14-15, 19, 22-23, 26, 32.

1981 *Panderodus gracilis* (BRANSON & MEHL); NOWLAN & BARNES, p. 16, Lám. 6, Figs. 20, 23, 27 (con sinonimia hasta 1977).

1981 *Panderodus gracilis* (BRANSON & MEHL); MCCracken & BARNES, p. 85-86, Lám. 1, Figs. 1-12, 15 (con sinonimia hasta 1981).

1999 *Panderodus gracilis* (BRANSON & MEHL); FERRETI & SERPAGLI, Lám. 4, Figs. 7-10.

Material: 8 ejemplares de la localidad de San Benito (SGZ-4).

Observaciones (Fig. 4): los ejemplares hallados corresponden mayoritariamente a segmentos medios de la cúspide de elementos ne.

Descripción: los elementos corresponden a formas cónicas, robustas, comprimidas y no geniculadas. El borde anterior es redondeado y el posterior agudo; la cúspide es proclina; y la cavidad basal es amplia. Cuando los procesos tafonómicos no han tenido una acción destructora sobre ellos, se pueden observar (al microscopio electrónico de barrido, MEB) las microcostulaciones o estrías paralelas al surco panderodóntido que determinan su inclusión en esta especie.

Distribución: *P. gracilis* es una especie cosmopolita que aparece en materiales del Ordovícico Medio, pero cuya máxima abundancia se produce en el Ordovícico Superior. En la Península Ibérica se encuentra en asociaciones correspondientes a la Biozona de *Amorphognathus ordovicicus* en el Macizo Ibérico y en el Pirineo oriental.

Panderodus sulcatus FÄHRÆUS, 1966

(Lám. 1, Fig. 2)

1966 *Paltodus sulcatus* n. sp. FÄHRÆUS, p. 25, Lám. 3, Figs 9a-b.

1966 *Panderodus gracilis* (BRANSON & MEHL); FÄHRÆUS, p. 26, Lám. 3, Figs. 14a-b.

1967 *Panderodus sulcatus* FÄHRÆUS, p. 552.

1978 *Panderodus sulcatus* (FÄHRÆUS); LÖFGREN, p. 67, Lám. 8, Figs. 7-9.

Material: un ejemplar de la localidad de Alamillo (SGZ-3).

Observaciones: los ejemplares de esta especie presentan, como *P. gracilis*, microcostillas, la diferencia es que en *P. sulcatus*, las costillas son de menor altura y se desarrollan sobre toda la superficie del elemento.

Descripción (Fig. 4): el ejemplar descrito corresponde a un elemento cónico curvo, no geniculado, con paredes robustas, que ocuparía la posición ne en el aparato.

Distribución: *P. sulcatus* es una especie común en el Ordovícico Medio de Suecia (FÄHRÆUS, 1966) y en el Caradoc temprano de los Montes Holy Cross (DZIK, 1994).

Panderodus sp.
(Lám. 1, Fig. 1; Fig. 5.5)

Material: 4 ejemplares de las localidades de Alamillo (SGZ-3) y San Benito (SGZ-4).

Observaciones: incluimos aquí elementos en los que no es posible realizar la asignación específica, debido a la falta de preservación de características diagnósticas, si bien la existencia del surco pandero-dóntido permite la diagnosis a nivel genérico.

Orden Prioniodontida DZIK, 1976
Familia Balognathidae HASS, 1959
Género *Amorphognathus* BRANSON & MEHL, 1933

Especie tipo: *Amorphognathus ordovicicus* BRANSON & MEHL, 1933

Descripción del aparato conodontal (basada en BERGSTRÖM, 1971: 131-133): Aparato constituido por elementos prioniodiformes (P), ramiformes (S), y holodontoformes (M). Los elementos Pa, tienen, como mínimo un proceso lateral a cada lado, siendo estos bilobados: los procesos se disponen según un plano arqueado; los dentículos forman una línea recta o levemente sinuosa, la cavidad basal es amplia y profunda. Las formas derechas e izquierdas no son simétricas. Los elementos Pb poseen tres procesos con ángulos de 60 y 120° entre sí. Los elementos S pueden

presentar de dos a cuatro procesos denticulados, con los flancos redondeados y una cúspide robusta. En el elemento M se observa una cúspide subrecta o reclinada, con uno de los tres bordes aserrado.

Amorphognathus ordovicicus BRANSON & MEHL, 1933
(Lám. 3, Fig. 1; Fig. 5.6)

- 1933 *Phragmodus delicatus* BRANSON & MEHL, p. 123, Lám. 10, Fig. 22; elemento Sc.
* 1933 *Amorphognathus ordovicicus* BRANSON & MEHL, p. 127, Lám. 10, Fig. 38; elemento Pa.
1977 *Amorphognathus ordovicicus* BRANSON & MEHL; LINDSTRÖM en ZIEGLER (ed.), p. 35-40; multielemental (con sinonimias anteriores).
1980 *Amorphognathus ordovicicus* BRANSON & MEHL; ORCHARD, p. 16, Lám. 4, Figs. 1-13, 17-18; multielemental.
1981 *Amorphognathus ordovicicus* BRANSON & MEHL; WEYANT en PARIS *et al.*, p. 19-20, Lám. 1, Figs. 1-13; Lám. 3, Figs. 4, 6, 8-9; multielemental.
1981 *Amorphognathus ordovicicus* BRANSON & MEHL; NOWLAN & BARNES, p. 9-10; multielemental.
1983 *Amorphognathus ordovicicus* BRANSON & MEHL; NOWLAN, p. 660-662, Lám. 2, Figs. 16-17, 22, 25-27; multielemental.
1985 *Amorphognathus ordovicicus* BRANSON & MEHL; SAVAGE & BASSETT, p. 691-692, Lám. 84, Figs. 1-21; Lám. 85, Figs. 1-26; Lám. 86, Figs. 1-13; multielemental.
1990 *Amorphognathus ordovicicus* BRANSON & MEHL; UYENO, p. 55, Lám. 1, Figs. 1-7; multielemental.
1991 *Amorphognathus ordovicicus* BRANSON & MEHL; FERRETTI & SERPAGLI, Lám. 1, Figs. 1-9; multielemental.
1997 *Amorphognathus ordovicicus* BRANSON & MEHL; FERRETTI & BARNES, p. 26, 28, Lám. 1, Figs. 1-15; multielemental.
1999 *Amorphognathus ordovicicus* BRANSON & MEHL; FERRETTI & BARNES, Lám. 1, Figs. 12-14.
1999 *Amorphognathus ordovicicus* BRANSON & MEHL; DZIK, Lám. 2, Figs. 13-37.

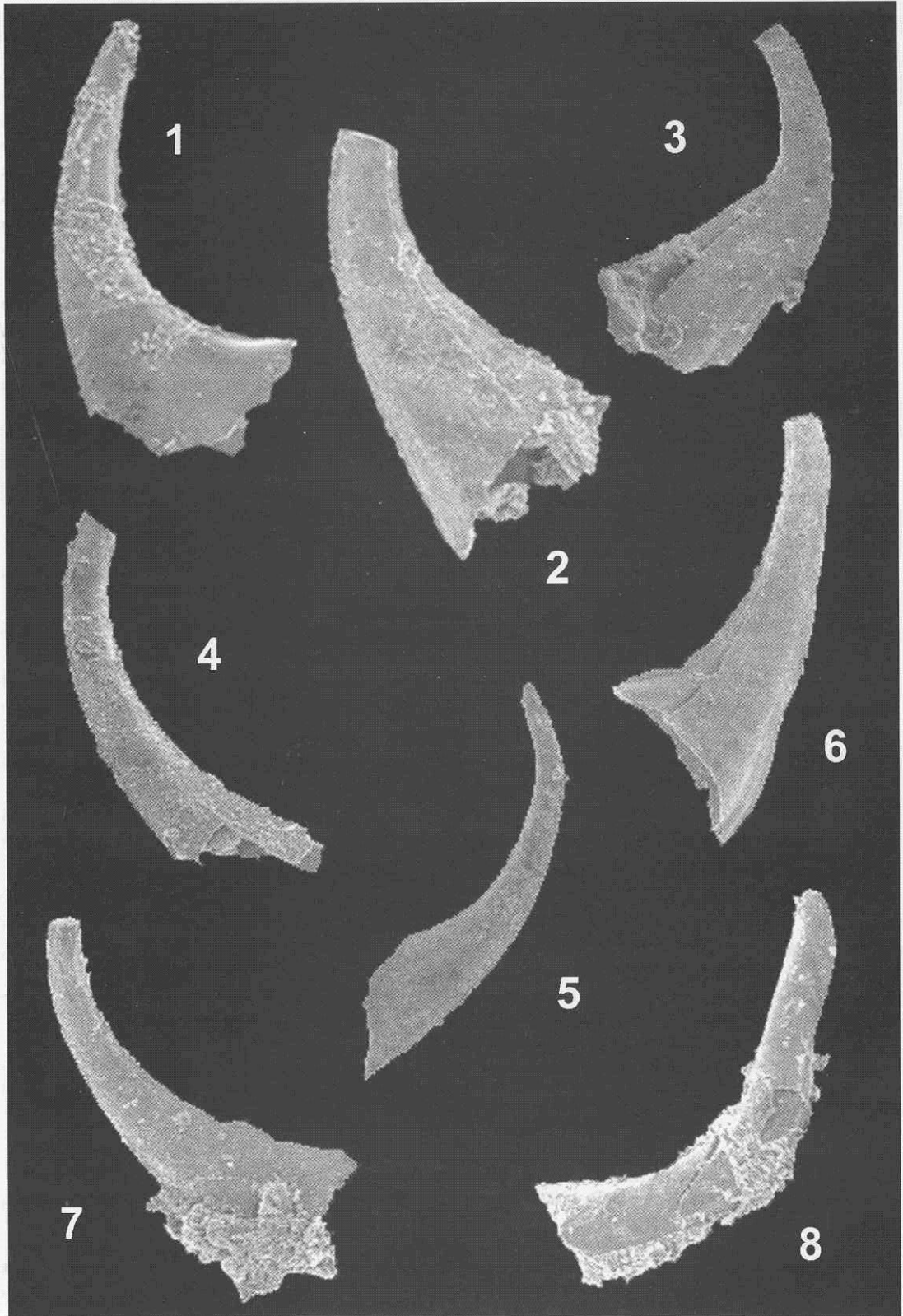
Material: dos ejemplares de la localidad de Chillón (SGZ-2).

LÁMINA 2

Figs. 1-8.- *Scabbardella altipes* (HENNINGSMOEN, 1948). 1.- elemento a? en vista lateral externa, SGZ-2/1029, x 75. 2.- elemento b? en vista lateral interna, SGZ-2/1025, x 70. 3.- elemento a en vista lateral interna, SGZ-3/1008, x 90. 4.- elemento e-3? en vista lateral, SGZ-2/1024, x 110. 5.- elemento e-1 en vista lateral, SGZ-2/1023, x 80. 6.- elemento a en vista lateral interna, SGZ-3/1011, x 65. 7.- elemento e-3? en vista lateral, SGZ-2/1027, x 85. 8.- elemento e-3? en vista lateral, SGZ-2/1021, x 140.

PLATE 2

Figs. 1-8.- *Scabbardella altipes* (HENNINGSMOEN, 1948). 1.- element a?, external lateral view, SGZ-2/1029, x 75. 2.- element b?, internal lateral view, SGZ-2/1025, x 70. 3.- element a, internal lateral view, SGZ-3/1008, x 90. 4.- element e-3?, lateral view, SGZ-2/1024, x 110. 5.- element e-1, lateral view, SGZ-2/1023, x 80. 6.- element a, internal lateral view, SGZ-3/1011, x 65. 7.- element e-3?, lateral view, SGZ-2/1027, x 85. 8.- element e-3?, lateral view, SGZ-2/1021, x 140.



Observaciones: a pesar de ser el taxón que caracteriza la biozona a la que se adscriben estas asociaciones el número de ejemplares que pueden incluirse en esta especie es muy escaso.

Descripción (Fig. 4): Se adscribe a esta especie un fragmento distal de proceso perteneciente a un elemento Pa, pectiniforme, en el que se reconoce el ángulo ortogonal existente entre procesos.

El otro ejemplar reseñado corresponde a un fragmento de elemento Pb, pectiniforme, con la cavidad basal profunda y estrecha, en el que no se conservan los procesos ni el ápice de la cúspide.

Distribución: *Amorphognathus ordovicicus* se reconoce desde el Kralodvoriense (Biozona de *A. ordovicicus*). Su distribución es cosmopolita, habiendo sido registrado en numerosas localidades de Europa, América del Norte y Asia. En la Península Ibérica esta especie es bien conocida en materias tanto en el Macizo Ibérico, como en los Pirineos orientales.

Amorphognathus sp.
(Lám. 3, Figs. 2-3)

Material: 8 ejemplares de las localidades de Guadalmez (SGZ-1), Chillón (SGZ-2), Alamillo (SGZ-3) y San Benito (SGZ-4).

Observaciones (Fig. 4): los ejemplares corresponden a fragmentos de procesos con denticulos agudos, en los que no se ha podido determinar el ángulo que formaban en el elemento original por lo que la asignación específica no puede realizarse.

LÁMINA 3

Fig. 1.- *Amorphognathus ordovicicus* (BRANSON & MEHL, 1933), elemento Pa, fragmento de proceso en vista superior, SGZ-2/1030, x 95.

Figuras 2-3.- *Amorphognathus* sp. 2.- elemento Pa, fragmento de proceso en vista superior, SGZ-3/1013, x 110. 3.- elemento Pa, fragmento de proceso en vista superior, SGZ-4/1032, x 210.

Fig. 4.- *Sagittodontina* sp., elemento Pa en vista lateral externa, SGZ-4/1019, x 170.

Figs. 5-7.- *Sagittodontina robusta* (KNÜPFER, 1967). 5.- elemento Pb, fragmento en vista antero-lateral interna, SGZ-4/1014, x 115. 6.- elemento Pa?, fragmento en vista lateral, SGZ-4/1015, x 190. 7a.- elemento Pa?. Fragmento en vista lateral, SGZ-4/1016, x 170. 7b.- detalle de la microestructura, x 800.

PLATE 3

Fig. 1.- *Amorphognathus ordovicicus* (BRANSON & MEHL, 1933), element Pa, process fragment, upper view, SGZ-2/1030, x 95.

Figs. 2-3. *Amorphognathus* sp. 2.- element Pa, process fragment, upper view, SGZ-3/1013, x 110. 3.- element Pa, process fragment, upper view, SGZ-4/1032, x 230.

Fig. 4.- *Sagittodontina* sp., element Pa, external oblique view, SGZ-4/1019, x 170.

Figs. 5-7.- *Sagittodontina robusta* (KNÜPFER, 1967). 5.- element Pb, fragment, internal oblique view, SGZ-4/1014, x 115. 6.- element Pa?, fragment, lateral view, SGZ-4/1015, x 190. 7a.- element Pa?, fragment, lateral view, SGZ-4/1016, x 170. 7b.- microstructure detail, x 800.

Género *Sagittodontina* KNÜPFER, 1967

Especie tipo: *Sagittodontina robusta* KNÜPFER, 1967

Descripción del aparato conodontal (BERGSTRÖM, 1983: 46): los elementos que constituyen el aparato de *Sagittodontina* son pastiniescafiados y pastinados dispuestos a pares, con un conjunto de elementos ramificados similares a los de *Amorphognathus*, pero con los denticulos redondeados. En todos los elementos del aparato se aprecia un gran desarrollo longitudinal de los denticulos, especialmente en la serie de transición simétrica; la cavidad basal es profunda y una estrecha corona caracteriza a los elementos pectiniformes; el proceso anterior del elemento Pb es corto (DZIK, 1994).

Sagittodontina robusta KNÜPFER, 1967
(Lám. 3, Figs. 5-7; Figs. 5.1, 5.2, 5.3)

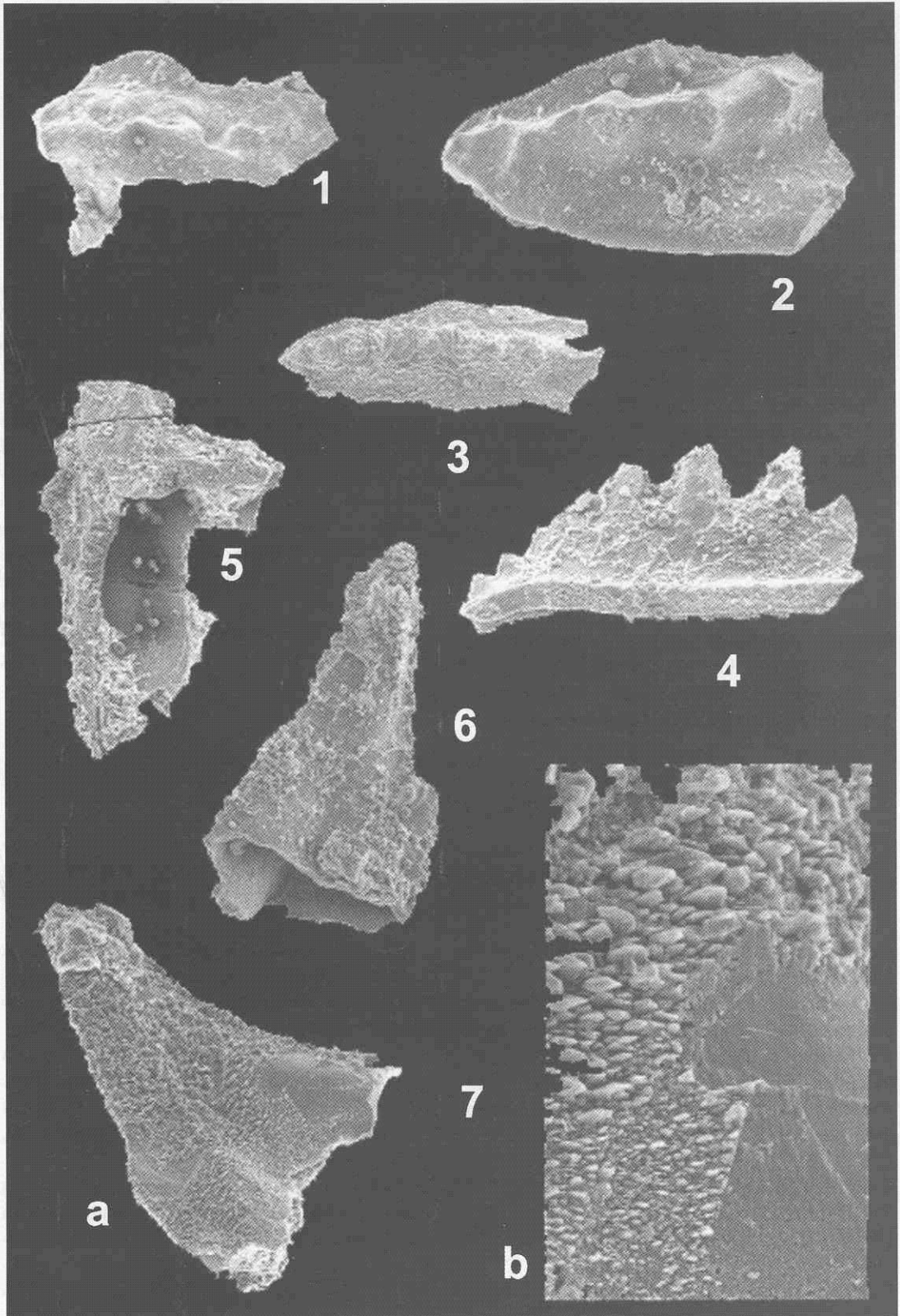
* 1967 *Sagittodontina robusta* KNÜPFER, p. 38, Lám. 8, Figs. 3-4; elemento Pa.

1983 *Sagittodontina bifurcata* KNÜPFER; BERGSTRÖM, Fig. 4A; multielemental.

1986 *Noixodontius girardeauensis* (SATTERFIELD); BARRICK en AMSDEM & BARRICK, p. 68, Lám. 7, Figs. 6-8, 11-16; multielemental.

1990 *Sagittodontina robusta* KNÜPFER; FUCHS, p. 206, Lám. 5, Figs. 1-8; Lám. 7, Fig. 1; multielemental.

1992 *Sagittodontina robusta* KNÜPFER; BERGSTRÖM & MASSA, p. 1338, Lám. 1, Figs. 6-14, 17; multielemental (con sinonimia).



- 1997 *Sagittodontina robusta* KNÜPFER; FERRETTI & BARNES, p. 30, 32, Lám. 4, Figs. 1-4, 5?, 6?, 7?, 8-23; multielemental (con sinonimia).
 1999 *Sagittodontina robusta* KNÜPFER; FERRETTI & SERPAGLI, Lám. 3, Figs. 1-7.

Material: 10 ejemplares de la localidad de San Benito (SGZ-4).

Observaciones: de esta especie se han encontrado tres morfotipos distintos.

Descripción (Fig. 4): los elementos más abundantes corresponden a fragmentos distales de los procesos de elementos pectiniformes que ocuparían la posición Pa en el aparato, con denticulos redondeados y una cavidad basal profunda.

Un fragmento de elemento Pb, pectiniforme asimétrico, con la cúspide suberecta y comprimida lateralmente. El proceso anterior está orientado hacia abajo, el proceso lateral (en la cara externa del elemento) es corto y el proceso posterior no se conserva. La cavidad basal ocupa toda la parte interna del ejemplar.

También se han encontrado fragmentos de elementos Sb, ramiformes asimétricos, con una cúspide larga, de bordes agudos; el ápice es redondeado y se conservan parte de los tres procesos.

Distribución: *S. robusta* es el taxón más característico del Kralodvoriense del norte de Gondwana.

Sagittodontina sp.
(Lám. 3, Fig. 4)

Material: 3 ejemplares de las localidades de Alamillo (SGZ-3) y San Benito (SGZ-4).

Observaciones: se asignan a *Sagittodontina* sp. un conjunto de elementos que podrían corresponder a la posición Pa.

Descripción: los ejemplares están fragmentados, pero todos ellos presentan algunos rasgos morfológicos (forma de la cúspide y de los denticulos, el carácter discreto de estos últimos, cavidad basal profunda y paredes delgadas) que nos permiten identificarlos a nivel genérico.

Orden Incertae sedis
 Familia Incertae sedis

Género *Istorinus* KNÜPFER, 1967

Especie tipo: *Istorinus erectus* KNÜPFER, 1967

Istorinus erectus KNÜPFER, 1967
(Fig. 5.8)

- 1967 *Istorinus erectus* n. sp., KNÜPFER, pág. 31, Lám. 1, Figs. 4-6
 1967 *Istorinus postdentatus*, KNÜPFER, pág. 31, Lám. 1, Fig. 10.
 1992 *Istorinus erectus* KNÜPFER; BERGSTROM & MASSA, pág. 1338, Lám. 1, Figs. 15, 16.
 1997 *Istorinus erectus* KNÜPFER; FERRETTI & BARNES, pág. 34, Lám. 5, Figs. 13-20.

Material: 4 ejemplares de la localidad de San Benito (SGZ-4).

Observaciones: algunos autores (e.g. SARMIENTO, 1993) han incluido a esta especie en *S. robusta*, por considerarla fragmentos de la misma. El hallazgo, por nuestra parte de un elemento bastante completo (que aparece ilustrado), nos ha permitido apreciar el paralelismo de los bordes anterior y posterior, característico de la especie.

Descripción: los ejemplares corresponden a elementos cónicos, simples, asimétricos, con los bordes, posterior y anterior, paralelos y la superficie lisa sin ornamentación.

Distribución: *I. erectus* aparece en materiales del Ordovícico Superior de Alemania, Francia, Libia, Bohemia y España.

INFERENCIAS PALEOBIOGEOGRÁFICAS
 Y PALEOECOLÓGICAS

En los años sesenta se establecieron dos provincias o dominios para el Ordovícico relacionados con la distribución espacial de los conodontos. Así, el Dominio del «Midcontinent», con una posición paleoecuatorial, engloba a América del Norte (Provincia Lauréntica), la plataforma siberiana (Provincia Siberiana) y el cratón australiano de Gondwana (Provincia Australiana).

Por su parte el Dominio Nordatlántico integra a las provincias Baltoescandinava, Apalachiana, Británica y Mediterránea, localizadas en latitudes altas y medias. La Provincia Mediterránea incluye a Francia, Portugal, Libia y la Península Ibérica.

BARNES y FÄHRÆUS (1975) consideraron que los conodontos del Dominio del «Midcontinent» eran formas especializadas que vivieron en aguas caracterizadas por una mayor salinidad y temperatura, mientras que las faunas del Dominio Nordatlántico estaban dominadas por especies cosmopolitas.

Posteriormente PÖHLER & BARNES (1990) definieron el Dominio del «Midcontinent» como faunas caracterizadas por habitar plataformas carbonatadas de aguas someras y latitudes bajas. El Dominio Nordatlántico, según los mismos autores, representaría aquellas faunas de latitudes altas, o de cuencas y taludes de latitudes bajas.

La asociación determinada en el Sinclinal de Guadalmez muestra un predominio de aparatos conodontales clasificados por BARNES *et al.* (1979), como característicos del Dominio Nordatlántico.

La presencia de taxones como *Amorphognathus*, *Sagittodontina*, *Istorinus* y *Scabbardella*, presentes en otras áreas de la Península Ibérica, Austria, o Cerdeña, nos permiten vincularlas a la Provincia Mediterránea. Y dentro de ésta, a la Biofacies *Sagittodontina robusta* – *Scabbardella altipes* (SWEET & BERGSTRÖM, 1984), asociada, debido a su baja diversidad taxonómica, a regiones polares o subpolares.

Los taxones más característicos de la Provincia Mediterránea parecen ser *Sagittodontina* e *Istorinus*. Basándose en diversos aspectos morfológicos se ha concluido (SARMIENTO, 1993) que estos géneros son típicos de materiales de ambientes someros, con moderada a alta energía, actuando como formas oportunistas tras una etapa regresiva.

BIOESTRATIGRAFÍA

Se han propuesto 22 biozonas de conodontos para el Ordovícico (CLARK, 1987), aunque la existencia de un marcado provincialismo durante este periodo (BERGSTRÖM, 1971; LINDSTRÖM, 1976), ha dado lugar al establecimiento de escalas de carácter regional.

Las biozonas de conodontos del Ordovícico Superior están relacionadas con la evolución del género *Amorphognathus* (BERGSTRÖM, 1983), de tal manera que el límite inferior de la Biozona *A. ordovicicus*, viene marcado por su evolución a partir de *A. superbus*. La posición exacta de este límite aún no se ha determinado, pero se acepta una edad Berouniense superior propuesta por BARNES (1992). Por otra parte, el límite superior viene marcado por el evento de extinción, relacionado con la glaciación fini-ordovícica (pre-Kosoviense), que supuso la desaparición del linaje de *Amorphognathus*.

Muchos autores han intentado subdividir la Biozona de *A. ordovicicus* (e.g. SARMIENTO, 1993), pero los taxones que aparecen junto a *A. ordovicicus* parecen tener rangos estratigráficos amplios, y ningún intento

ha dado resultados positivos. La necesidad de contar con buenos afloramientos que permitan un muestreo detallado nos ha impedido realizar cualquier tipo de análisis relacionado con la distribución vertical de los diferentes taxones presentes en la asociación del Sinclinal de Guadalmez.

De esta manera, las asociaciones de conodontos que hemos encontrado en los materiales de la Formación Caliza Urbana presentes en el Sinclinal de Guadalmez, confirman la edad Kralodvoriense de los mismos. En otras localidades de la Zona Centroibérica, la edad de la Fm. Caliza Urbana se ha circunscrito al Kralodvoriense en base a las dataciones que aportan los microfósiles (trilobites y braquiópodos) y por correlaciones estratigráficas (véase SARMIENTO, 1993, con referencias).

AGRADECIMIENTOS

Quiero mostrar mi agradecimiento a todas aquellas personas que han colaborado de alguna manera en la preparación de este artículo. A la Dra. G. SARMIENTO por su ayuda, consejo y corrección del manuscrito. Al Dr. J.C. GUTIÉRREZ-MARCO por permitirme utilizar una figura aún no publicada. A la Dra. J. LÓPEZ SIERRA por su ayuda en el apartado referido a la geología de la zona. A D. A. RODRÍGUEZ del Centro de Microscopía Electrónica «Luis Bru», por obtener las microfotografías de los ejemplares, y a D. C. ALONSO, responsable del laboratorio de fotografía del Departamento de Paleontología, que proporcionó copias de dichas microfotografías. Este trabajo es una contribución al proyecto BTE2002-01168 del Ministerio de Ciencia y Tecnología.

Recibido el día 3 de abril de 2002

Aceptado el día 3 de octubre de 2002

BIBLIOGRAFÍA

- BARNES, C.R. 1992. The uppermost Series of the Ordovician System. In: *Global Perspectives on Ordovician Geology*. Eds. B.D. WEBBY & J.R. LAURIE. págs. 185-192. Balkema, Rotterdam.
- BARNES, C.R. & FÄHRÆUS, L.E. 1975. Provinces, communities, and the proposed nektobenthic habit of Ordovician conodontophorids. *Lethaia*, **8**: 133-149.
- BARNES, C.R., KENNEDY, D.J., MCCracken, A., NOWLAN, G.S. & TARRANT, G.A. 1979. The structure and evolution of Ordovician conodont apparatuses. *Lethaia*, **12**: 125-151.

- BERGSTRÖM, S.M. 1971. Conodont biostratigraphy of the Middle and Upper Ordovician of Europe and eastern North America. In: *Symposium on Conodont Biostratigraphy*. W.C. SWEET & S.M. BERGSTRÖM, Eds. *Geological Society of America Memoir*, **127**: 83-157.
- 1983. Biogeography, evolutionary relationships, and biostratigraphic significance of Ordovician platform conodonts. In: *Taxonomy, ecology, and identity of conodonts. Third International Conodont Symposium (ECOS III) Abstracts*. A. MARTINSSON & S. BENGTSON, Eds. *Fossils and Strata*, **15**: 35-58.
- 1990. Relations between conodont provincialism and the changing palaeogeography during the Early Paleozoic. In: *Paleozoic Palaeogeography and Biogeography*. W.S. MCKERROW & C.R. SCOTSE, Eds., *Geological Society Memoir*, **12**: 105-121.
- CARLS, P. 1975. The Ordovician of the Eastern Iberian Chains near Fombuena and Luesma (prov. Zaragoza, Spain). *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Abhandlungen*, **152**: 127-146.
- COOPER, B.J. 1975. Multielemental conodonts from the Silurian of Australia. *Journal of Paleontology*, **49**: 984-1008.
- DIEZ BALDA, M.A. & VEGAS, R. 1992. La estructura del Dominio de los pliegues verticales en la Zona Centroibérica. In: *Paleozoico Inferior de Iberoamérica*. J.C. GUTIÉRREZ-MARCO, J. SAAVEDRA & I. RÁBANO, Eds., págs. 523-534.
- DZIK, J. 1976. Remarks on the evolution of the Ordovician conodonts. *Acta Paleontologica Polonica*, **21** (4): 395-455.
- 1994. Conodonts of the Mójca Limestones. In: *Ordovician carbonate platform ecosystem of the Holy Cross Mountains*. J. DZIK, E. OLEMPKA & A. PISERA, Eds., *Palaentologica Polonica*, **53**: 43-128.
- 1998. Evolution of the Late Ordovician high-latitude conodonts and dating of Gondwana glaciations. In: *Studies on Conodonts, Eighth International Conodont Symposium (ECOS VIII) Abstracts*. E. SERPAGLI, Ed., *Bollettino della Società Paleontologica Italiana*, **37** (2-3): 237-253.
- DZIK, J. & DRYGANT, D. 1986. The apparatus of panderodontid conodonts. *Lethaia*, **19**: 133-141.
- EPSTEIN, A.G., EPSTEIN, J.B., & HARRIS, L.D. 1977. Conodont colour alteration – an index to organic metamorphism. *U.S. Geological Survey Professional Paper*, **995**: 1-27.
- FAHRÆUS, L.E. 1966. Lower Viruan (Middle Ordovician) conodonts from the Gullhogen quarry, southern central Sweden. *Sveriges Geologiska Undersökning, Avhandlingar*, **60** (5): 1-40.
- FUGANTI, A. & SERPAGLI, E. 1968. Geological remarks on Urbana Limestone and evidence for its Upper Ordovician age by means of conodonts – eastern Sierra Morena, Spain. *Bollettino della Società Paleontologica Italiana*, **87**: 511-521.
- GARCÍA SANSEGUNDO, J., LORENZO ÁLVAREZ, S. & ORTEGA GIRO-NES, E. 1987. *Memoria explicativa de la hoja nº 808 (Almadén) del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 (2ª Serie)*. 61 págs. Instituto Geominero de España. Madrid.
- GUTIÉRREZ-MARCO, J.C., ROBARDET, M., RÁBANO, I., SARMIENTO, G.N., SAN JOSÉ LANCHA, M.A., HERRANZ ARAUJO, P. & PIÉREN PIDAL, A. (en prensa): Ordovician. In: *The geology of Spain*. T. MORENO & W. WIBBONS, Eds., *Geological Society Special Publications*, London.
- HAFENRICHTER, W. 1979. Paläontologisch-ökologische und lithofazielle untersuchungen des «Ashgill-Kalkes» (Jungordovizium) in Spanien. *Arbeiten Paläontologischen Institut, Würzburg*, **3**: 1-139.
- HARTEVELT, J.J.A. 1970. Geology of the Upper Segre and Valira valleys, Central pyrenees, Andorra/Spain. *Leidsche Geologische Mededeelingen*, **45**: 167-326.
- HIGUERAS, P.L. 1995. Procesos petrogenéticos y de alteración de las rocas magmáticas asociadas a las mineralizaciones de mercurio del distrito de Almadén. In: *Tesis Doctorales de la Universidad de Castilla-La Mancha*, nº 33. 368 págs. Com-pobell, S.L. Murcia.
- JULIVERT, M., FONTBOTE, M., RIBEIRO, A. & CONDE, L.E. 1972. *Memoria explicativa del Mapa tectónico de la Peninsula Ibérica y Baleares*. Escala 1:1.000.000. 113 págs. Instituto Geológico y Minero de España. Madrid.
- LINDSTRÖM, M. 1976. Conodonts provincialism and paleoecology – a few concepts. In: *Conodont Paleocology. Geological Association of Canada, Special Paper*, **15**: 3-10.
- MARTÍNEZ RIUS, A. 1983. Estudio geométrico de pliegues cónicos y su aplicación a la terminación occidental del Sinclinal de Guadalmez. In: *Libro Jubilar J.M. Ríos*. Tomo III. págs. 117-192. Instituto Geológico y Minero de España. Madrid.
- ORCHARD, M.J. 1980. Upper Ordovician conodonts from England and Wales. *Geologica et Palaeontologica*, **14**: 9-44.
- PÖHLER, S.M.L. & BARNES, C.R. 1990. Conceptual models in conodont paleoecology. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, **118**: 409-440.
- PURNELL, M.A., DONOGHUE, P.C.J. y ALDRIDGE, R.J. 2000. Orientation and anatomical notation in conodonts. *Journal of Paleontology*, **74** (1): 113-122.
- REJBIBIAN, V., HARRIS, A. & HUEBNER, J.S. 1987. Conodont colour and textural alteration – an index to regional metamorphism, contact metamorphism and hydrothermal alteration. *Geological Society of America Bulletin*, **99**: 471-479.
- SAN JOSÉ, M.A., RÁBANO, I., HERRANZ, P. & GUTIÉRREZ MARCO, J.C. 1992. El Paleozoico Inferior del SO de la Meseta (Zona Centroibérica meridional). In: *Paleozoico Inferior de Ibero-América*. J.C. GUTIÉRREZ MARCO, J. SAAVEDRA & I. RÁBANO, Eds., págs. 505-521.
- SANSOM, I.J., ARMSTRONG, H.A. & SMITH, M.P. 1994. The apparatus architecture of *Panderodus* and its implications for coniform conodont classification. *Palaentology*, **37** (4): 781-799.
- SARMIENTO, G.N. 1993. *Conodontos ordovícicos de Sierra Morena (Macizo Hespérico meridional)*. Tesis Doctoral. 598 págs. Universidad Complutense de Madrid. Inédita.
- SARMIENTO, G.N., DEL MORAL, B. & PIÇARRA, J.M. 2001. Conodontos del Ordovícico Superior (Ashgill) en la Serra do Buçaco, Portugal. *Coloquios de Paleontología*, **52**: 95-105.
- SARMIENTO, G.N., GUTIÉRREZ-MARCO, J.C. & ROBARDET, M. 1999. Conodontos ordovícicos del noroeste de España. Aplicaciones al modelo de sedimentación de la región limítrofe entre las zonas Asturoccidental-Leonesa y Centroibérica

- durante el Ordovícico superior. *Revista de la Sociedad geológica de España*, **12**: 477-500.
- SARMIENTO, G.N., GUTIÉRREZ-MARCO, J.C., ROBARDET, M. & PIÇARRA, J.M. 2000. Conodontos de la Formación Ferradosa (Ashgill), Serra do Buçaco, Zona Centroibérica portuguesa. *In: Resumos I Congresso Ibérico de Paleontología y XVI Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología*. J.B. DIEZ & A.C. BALBINO, Eds., págs. 282-283. Évora (Portugal).
- SARMIENTO, G.N., LEYVA, F., GUTIÉRREZ-MARCO, J.C. & DEL MORAL, B. 2000. Conodontos de la Caliza Urbana (Asghill) en Sierra Morena extremo-oriental (Zona Centroibérica). *In: Resumos I Congresso Ibérico de Paleontología y XVI Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología*. J.B. DIEZ & A.C. BALBINO, Eds., págs. 280-281. Évora (Portugal).
- SARMIENTO, G.N., SANZ-LÓPEZ, J. & BARNOLAS, A. 1995. Conodontos del Ashgill en las Calizas de Madremanya, Les Gavarres (Girona). *In: XI Jornadas de Paleontología*. A. OBRADOR & E. VINCENS, Eds., págs. 161-163. Tremp (España).
- SERPAGLI, E. 1967. I conodonti dell'Ordoviciano superiore (Ashgilliano) delle Alpi Carniche. *Bolletino della Società Paleontologica Italiana*, **6** (1): 30-111.
- SWEET, W.C. 1979. Late Ordovician conodonts and biostratigraphy of the western Midcontinent province. *Brigham Young University, Geological Studies*; **26**: 45-74.
- 1988. The Conodonta – Morphology, taxonomy, paleoecology, and evolutionary history of a long-extinct animal phylum. *Oxford monographs on geology and geophysics*, **10**: 1-212.
- SWEET, W.C. & BERGSTRÖM, S.M. 1984. Conodont provinces and biofacies of the Late Ordovician. *Geological Society of America Special Papers*, **196**: 69-87.
- TAMAIN, G. 1967. El Centenillo, zone de référence pour l'étude de l'Ordovicien de la Sierra Morena orientale (Espagne). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences Paris*, **267**: 385-392.
- WALLISER, O.H. 1964. Conodonten des Silurs. *Abhandlungen der Hessischen Landesamtes Bodenforschung*, **41**: 1-106.

