

Conodontos de la “Caliza de Pelmatozoos” (Ordovícico Superior), Norte de Sevilla, Zona de Ossa-Morena (España)

Conodonts from the “Pelmatozoan Limestone” (Upper Ordovician), northern Sevilla, Ossa-Morena Zone (Spain)

Graciela N. Sarmiento, Juan Carlos Gutiérrez-Marco & Begoña del Moral

SARMIENTO, G.N., GUTIÉRREZ-MARCO, J.C. & DEL MORAL B. 2008. Conodontos de la “Caliza de Pelmatozoos” (Ordovícico Superior), Norte de Sevilla, Zona de Ossa-Morena (España). *Coloquios de Paleontología*, 58:73-99.

Resumen: El estudio para conodontos de numerosos niveles de la “Caliza de Pelmatozoos” en secciones de los sinclinales del Cerrón del Hornillo y del Valle ha permitido identificar los taxones: *Amorphognathus ordovicicus*, *A. aff. ordovicicus*, *Amorphognathus* sp., *Amorphognathus?* sp., *Drepanoistodus cf. suberectus*, *Drepanoistodus?* sp., *Hamarodus europaeus*, *Icriodella cf. superba*, *Istorinus erectus*, *Panderodus gracilis*, *Plectodina tenuis?*, *Sagittodontina robusta*, *Scabbardella altipes*, *Scabbardella* sp A., *Walliserodus amplissimus?* y *Walliserodus?* sp. Esta asociación, que se adscribe a la Provincia Mediterránea de conodontos, es atribuida a la Zona de *Amorphognathus ordovicicus*, Kralodvoriense, por la presencia del taxón nominal. Dentro de esta provincia ha sido posible identificar la Biofacies de *Sagittodontina-Scabbardella* por la abundancia relativa de ambos taxones. Si bien existe una gran similitud entre esta fauna y las de edad equivalente reconocidas en el ámbito de dicha provincia, la presencia de *Plectodina* y *Drepanoistodus* sugieren que el área de estudio se encontraba emplazada en latitudes más bajas que el resto de la Península Ibérica, exceptuando la del Complejo Maláguide, y que este hecho favoreció el intercambio faunal con las provincias Británica y Báltica de conodontos.

Palabras clave: Conodontos, Taxonomía, Kralodvoriense, Provincia Mediterránea, Biofacies de *Sagittodontina-Scabbardella*.

Abstract: Several limestone levels of the “Caliza de Pelmatozoos” were sampled for conodonts in sections of the Cerrón del Hornillo and Valle synclines. The conodont fauna includes: *Amorphognathus ordovicicus*, *A. aff. ordovicicus*, *Amorphognathus* sp., *Amorphognathus?* sp., *Drepanoistodus cf. suberectus*, *Drepanoistodus?* sp., *Hamarodus europaeus*, *Icriodella cf. superba*, *Istorinus erectus*, *Panderodus gracilis*, *Plectodina tenuis?*, *Sagittodontina robusta*, *Scabbardella altipes*, *Scabbardella* sp A., *Walliserodus amplissimus?* y *Walliserodus?* sp. This association is attributed to the *Amorphognathus ordovicicus* Zone by the presence of the index species, and to the *Sagittodontina-Scabbardella* Biofacies of the Mediterranean Province of conodonts by the relative abundance of these two taxa. This fauna is close related to coeval associations from several localities of the Iberian Peninsula, except that of the Malaguide Complex, but the presence of *Plectodina* and *Drepanoistodus* suggest possible faunal exchange with Anglo-Baltic faunas.

Key words: Conodonts, Taxonomy, Kralodvorian, Mediterranean Province, *Sagittodontina-Scabbardella* Biofacies.

INTRODUCCIÓN

La Zona de Ossa-Morena se sitúa en el sector meridional de la Península Ibérica, entre la Zona Centroibérica al norte y la Zona Sudportuguesa al sur, y exhibe una gran complejidad estructural interna, que ha motivado el reconocimiento de varios dominios dispuestos siguiendo una orientación general NE-SO (ROBARDET & GUTIÉRREZ-MARCO, 2004).

En la sucesión Paleozoica de esta zona es posible diferenciar tres etapas sucesivas en su

evolución, la segunda de ellas que comprende el intervalo Ordovícico temprano - Devónico temprano, está caracterizada por el desarrollo de una fase de margen pasivo con ambientes de plataforma externa distal (ROBARDET & GUTIÉRREZ-MARCO, 1990; GUTIÉRREZ-MARCO & ROBARDET, 2004). La sucesión ordovícica de la Zona de Ossa-Morena se diferencia notablemente de aquéllas de la Zona Centroibérica por la ausencia de depósitos marinos someros de plataforma interna. ROBARDET & GUTIÉRREZ-MARCO (1990) señalan que la Zona de Ossa-

Departamento y UEI de Paleontología, Facultad de Ciencias Geológicas e Instituto de Geología Económica, C/ José Antonio Novais, 2, 28040 Madrid, España; gsarmien@geo.ucm.es; jcgrapt@geo.ucm.es; bmoralgo@geo.ucm.es

Morena se caracteriza por ambientes más distales y profundos que la Zona Centroibérica, y en este sentido indican que durante el Ordovícico y Silúrico puede reconocerse un gradiente batimétrico que desde la Zona Centroibérica alcanza mayores profundidades hacia el sur.

El estudio taxonómico de los conodontos ordovícicos en la Zona de Ossa- Morena tiene como objetivo comparar esta asociación con aquéllas que han sido descritas en otras áreas de la Provincia Mediterránea del Dominio Nordatlántico.

ESTUDIOS PREVIOS SOBRE CONODONTOS EN LA ZONA

ROBARDET (1976) reconoció en los sinclinales del Valle y del Cerrón del Hornillo la presencia de niveles fosilíferos del Ordovícico, Silúrico y Devónico Inferior, destacando el carácter singular de la sucesión con respecto a las ya conocidas en la Zona Centroibérica. Este autor menciona por primera vez la presencia de conodontos ordovícicos en el norte de provincia de Sevilla.

HAFENRICHTER (1979), en su estudio monográfico sobre las “Calizas del Ashgill” en España, incrementa notablemente el número de localidades ibéricas con estos microfósiles, refiriendo la presencia de conodontos identificables en puntos de la Cordillera Ibérica, Sierra Morena central y oriental y Zona de Ossa-Morena (O de Cazalla de la Sierra, Sevilla). Como resultados taxonómicos, HAFENRICHTER (1979) consigna únicamente determinaciones a nivel de morfogénero (treinta y dos distintos en total), estableciendo rangos de abundancia relativa y observaciones paleoecológicas elementales, pero sin aportar descripciones o figuras.

ROBARDET (1982) señala la presencia de *Amorphognathus ordovicicus* BRANSON & MEHL, en afloramientos lenticulares de la “Caliza de Pelmatozoos” en Constantina (provincia de Sevilla), donde previamente (ROBARDET, 1976) había anunciado el hallazgo de conodontos y trilobites ordovícicos. La especie *A. ordovicicus* fue identificada por el Prof. M. LINDSTRÖM (Marburg, Alemania) y por gentileza del Dr. ROBARDET hemos tenido acceso al informe original inédito de 1976. En él se citan otros taxones, además de la referida

especie, sin consignarse el criterio taxonómico utilizado para la determinación específica.

Cabe destacar también, que algunos conodontos procedentes de la “Caliza de Pelmatozoos” del sinclinal del Valle fueron analizados por BOGOLEPOVA & FELITSYN (2001), observándose que retenían la signatura isotópica original para el neodimio y una relación Sm/Yb de 1,0-1,4. Los valores isotópicos del neodimio (-11,6) indican una procedencia sedimentaria dominada por elementos de corteza proterozoica, y un contexto paleogeográfico diferente al de los conodontos derivados de la Caliza Uggwa de los Alpes Cárnicos, cuyo neodimio radiogénico, con valores comprendidos entre -6,7 y -5,6 es compatible con su adscripción a un arco volcánico perigondwánico, tal y como habían señalado estudios precedentes.

CONTEXTO GEOLÓGICO Y ESTRATIGRÁFICO

En la Zona de Ossa-Morena los afloramientos de las facies calcáreas del Ordovícico Superior son mucho más reducidos que en la Zona Centroibérica y se limitan a los pequeños sinclinales del Valle y al extremo occidental del Sinclinal del Cerrón del Hornillo. Ambas estructuras se ubican al norte del Antiforme Olivenza-Monesterio y dentro del sector sur occidental del Dominio de Zafra-Alanís-Córdoba, y en ellas afloran los únicos materiales carbonatados del Ordovícico de esta zona del Macizo Hespérico, conocidos como “Calizas de Pelmatozoos” (Fig. 1).

“CALIZA DE PELMATOZOOS”

Con este nombre informal (SIMÓN, 1951), se designa la única unidad de calizas masivas registrada en el Ordovícico de la Zona de Ossa-Morena. La formación fue atribuida originalmente, en el Sinclinal del Valle, a un probable Berouniense por su posición estratigráfica y la presencia de restos de pelmatozoos y tabulados. Este criterio fue seguido también por FABRIES (1963). En 1974, los afloramientos de la unidad fueron reunidos junto con las “Calizas de *Scyphocrinites*” (Prídoli) dentro de una serie Ordovícico-Silúrica *s. l.* y cartografiados como lentejones intercalados en un tramo de unos 300 m de pizarras arcillosas

negruzcas, que en la leyenda del mapa figuran como del Silúrico Inferior (GARCÍA MONZÓN *et al.*, 1974).

En el Sinclinal del Cerrón del Hornillo, la “Caliza de Pelmatozoos” fue considerada inicialmente por ANGOLOTI *et al.* (1975) como Ordovícico, dentro de una serie Ordovícico-Silúrica indiferenciada, y más tarde por VÁZQUEZ GUZMÁN & FERNÁNDEZ POMPA (1970) como parte de la “Formación Detrítica Inferior” atribuida al Cámbrico Inferior.

En ambos sinclinales, hallazgos posteriores de conodontos de la Zona de *A. ordovicicus* (ROBARDET, 1976; HAFENRICHTER, 1979) permitieron referir la “Caliza de Pelmatozoos” al Kralodvoriense mediterráneo (GUTIÉRREZ-MARCO *et al.*, 2002). Las citas previas de macrofósiles en los afloramientos del Sinclinal del Valle (tabulados, briozoos, pelmatozoos, trilobites y gasterópodos) fueron sintetizadas por GUTIÉRREZ MARCO *et al.* (1984) y ROBARDET & GUTIÉRREZ-MARCO (2004), con la salvedad de que gran parte de las biozonas identificadas y figuradas por HAFENRICHTER (1979: p. 45-56, lám. 8, figs. 1-2, 4-5, 7, 9 y 15) proceden en realidad de los horizontes calcáreos del Berouniense que se sitúan entre 9 y 10 m por debajo de la “Caliza de Pelmatozoos” propiamente dicha. En el Sinclinal del Cerrón del Hornillo, los datos disponibles sobre macrofósiles son las menciones de briozoos, braquiópodos, gasterópodos y trilobites (*Cekovia*, *Cyclopyge*, *Symphysops*) hechas por ROBARDET (1976), a los que sumamos la presencia de numerosos restos de equinodermos (placas columnares de pelmatozoos) abundantes en los primeros metros de la formación. HAMMANN (1992) documentó la presencia en este último sector de los trilobites *Cekovia perplexa perplexa* HAMMANN y “*Bumastus*” sp., refiriendo la “asociación *Cekovia-Symphysops*”, desde el punto de vista paleoambiental, a montículos carbonáticos depositados en condiciones de plataforma externa. Por su parte, FRYDA *et al.* (2001) describieron un nuevo taxón de gasterópodo (*Eopagodea sevellana*) procedente de la unidad caliza.

Los afloramientos de la “Caliza de Pelmatozoos” en los sinclinales del N de Sevilla tienen una continuidad reducida (poco más de 2 Km en cada caso), siendo claramente lenticulares al SE de Constantina. La poten-

cia máxima medida oscila entre 14-18 m en El Valle, donde ha sido intensamente explotada en las canteras al S del embalse El Pintado, entre los kilómetros 13 y 15 de la carretera; en el Cerrón del Hornillo ROBARDET (1976) la estima entre 10 y 20 m, si bien los espesores medidos por nosotros resultan algo menores y no superan los 15 m.

Desde el punto de vista litológico, la “Caliza de Pelmatozoos” está formada por calizas bioclásticas, de tonalidad gris clara a gris azulada en fractura fresca (parda a beige por alteración o dolomitización), dispuestas por lo general en bancos gruesos (de 1 a 3 m de espesor individual) sin estratificación interna definida. Este aspecto masivo presenta algunas pequeñas variaciones próximas a los límites inferior y superior de la unidad, donde llegan a diferenciarse algunos bancos de espesor centimétrico. Más raramente se aprecian brechas calcáreas o cuarcíticas con cemento carbonático intercaladas en la sucesión. En una localidad próxima a las estudiadas, HAFENRICHTER (1979, fig. 30) cita la presencia, cerca del techo de la unidad, de pequeños niveles arcillosos caracterizados por contener granos de naturaleza fosfática.

La base de la unidad no es visible directamente en el Sinclinal del Valle, donde dependiendo de las localidades, nos encontramos con tramos cubiertos deprimidos correspondientes posiblemente a materiales arcillosos, o bien con pequeños resaltes formados por areniscas de color marrón rojizo y espesor indeterminable. Por el contrario, el límite inferior de la unidad es neto en el Sinclinal del Cerrón del Hornillo y está marcado por un horizonte de hierro oolítico de espesor centimétrico muy característico (GARCÍA RAMOS & ROBARDET, 1992).

SECCIONES ESTUDIADAS

A- SINCLINAL DEL VALLE

En el Sinclinal del Valle se investigaron para conodontos dos secciones estratigráficas, que corresponden a grandes rasgos a las columnas XIX y XX de HAFENRICHTER (1979, figs. 30-31). La primera localidad (CS-VIIA) se ubica entre los kilómetros 14 y 15 de la carretera local Cazalla de la Sierra - El Real de la Jara, en el corte de un pequeño arroyo que

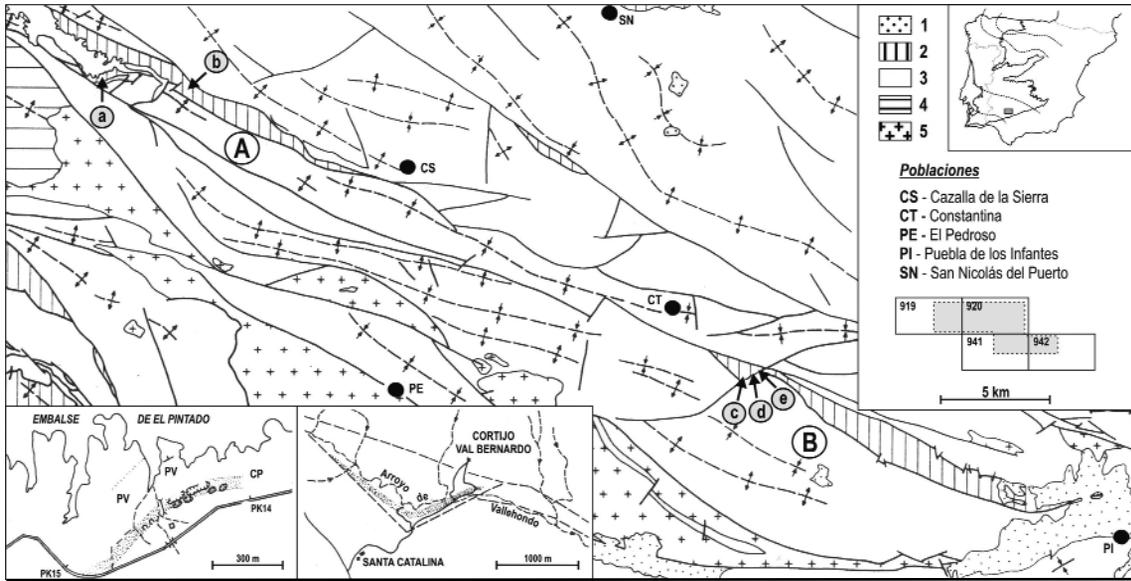


Figura 1.— Esquema geológico de un sector al N de la provincia de Sevilla indicando la posición de los afloramientos de la “Caliza de Pelmatozoos” (Kralodvoriense), muestreada para conodontos en los sinclinales del Valle (A) y Cerrón del Hornillo (B). Cartografía según MAGNA, Esc. 1:50.000, 2ª edición. Localidades: a, CS-VIIA; b, CS-VIIB; c, CT-I, d, CT-II; e, CT-III. Esquemas de detalle: punteado, traza cartográfica de la “Caliza de Pelmatozoos” (CP); “Pizarras del Valle” (PV). Litologías: 1- Neógeno y Cuaternario, 2- Paleozoico post-Cámbrico, 3- Cámbrico, 4- Rocas plutónicas.

Figure 1.— Schematic geological map of the northern area of Sevilla province with the location of the sampled outcrops of “Caliza de Pelmatozoos” (Kralodvorian). A- Valle syncline and B- Cerrón del Hornillo syncline. MAGNA, Esc. 1:50.000, 2nd edition. Localities: a, CS-VIIA; b, CS-VIIB; c, CT-I, d, CT-II; e, CT-III. Detailed scheme: with points the cartographic trace of the “Caliza de Pelmatozoos” (CP); and “Pizarras del Valle” (PV), Lithologies: 1- Neogene and Quaternary, 2- Post-Cambrian Palaeozoic, 3- Cambrian, 4- Plutonic rocks.

vierte sus aguas en el margen meridional del Embalse de El Pintado (Fig. 1). En esta sección se tomaron diez muestras para su investigación micropaleontológica, de las que nueve dieron resultados positivos para conodontos (Tabla 1). Por debajo de la “Caliza de Pelmatozoos” afloran aquí 2,5 m de calizas margosas y areniscas con braquiópodos del Berouniense, de donde procede la rica asociación de briozoos citada por HAFENRICHTER (1979). En estos niveles no hemos encontrado conodontos. Por otra parte, el techo de la “Caliza de Pelmatozoos” presenta en este perfil una paleocarstificación distintiva, previa al depósito de las pizarras de la Formación Valle (de edad Hirnantense). Dentro de esta última formación, se encontraron también niveles con cantos de caliza y fósiles reelaborados a partir de aquélla (30 m sobre la base), además de un horizonte de arenisca calcárea en el tercio superior de la unidad pizarrosa (25 m bajo las sapropelitas silúricas). Los materiales carbo-

natados registrados en la Formación Valle se encuentran muy descalcificados y ferruginizados, no habiendo sido posible, hasta la fecha, extraer de ellos ningún resto de conodonto.

La segunda sección estudiada en el Sinclinal del Valle (CS-VIIB), está situada en la ladera septentrional del arroyo del Valle, dentro de la finca de Las Cañas, aproximadamente 100 - 150 m al OSO del kilómetro 10 de la carretera Cazalla de la Sierra - El Real de la Jara (Fig. 1). En esta localidad el perfil medido de la “Caliza de Pelmatozoos” es ligeramente más potente y la unidad está menos dolomitizada que en la sección anterior, si bien las condiciones de afloramiento no son óptimas, y limitaron el muestreo a los bancos más gruesos de encrinetas, que destacan morfológicamente en el terreno. Los conodontos obtenidos en estos materiales son escasos y consisten únicamente en fragmentos indeterminables, que provienen de los niveles situados en la mitad superior de la unidad.

TAXONES	SECCIÓN CS-VIIA								
	MUESTRAS								
	1 330g	2 690g	3 450g	4 310g	5 380g	6 300g	7 430g	8 390g	9 280g
<i>Amorphognathus</i> sp. S		1	3	2					
<i>Sagittodontina robusta</i> P Sa Sb Sc Sd				1				3 1 4 1 2	
<i>Plectodina tenuis?</i> Sc		2							
<i>Istorinus erectus</i>						2		1	
Fragmentos indeterminados		2	1	1	2	3	2	3	2

Tabla 1.– Conodontos de la “Caliza de Pelmatozoos” en el sinclinal del Valle (CS-VIIA), provincia de Sevilla. Se indican los niveles muestreados y el peso de la roca disgregada.

Table 1.– Chart showing the distribution of Late Ordovician conodonts in the “Caliza de Pelmatozoos” in samples from the Valle syncline (CS-VIIA), Sevilla province. The weight of the dissolved sample is also indicating.

B- SINCLINAL DEL CERRÓN DEL HORNILLO

En el Sinclinal del Cerrón del Hornillo, la “Caliza de Pelmatozoos” aflora tan sólo en el extremo occidental de la estructura (Fig. 1), con un carácter netamente lenticular, alcanzando una potencia máxima en torno a los 12 m. Los afloramientos estudiados se ubican en la finca Santa Catalina (entre 4 y 5 Km al SE de Constantina), donde constituyen una cresta bien diferenciada, flanqueada por el arroyo de Vallehondo (Fig. 1). La investigación de conodontos se centró preferentemente en tres áreas: en la más occidental sólo se muestreó la base y los horizontes de acumulación de trilobites; mientras que en las restantes se procedió a un estudio sistemático de toda la formación. El perfil más completo (CT-III) suministró conodontos identificables en la mitad superior de la unidad (Tabla 2). La sección CT-II corresponde al corte del camino que asciende al Cortijo Val Bernardo, luego de cruzar el arroyo de Vallehondo. En ella sólo hemos obtenido conodontos indeterminables en niveles situados a 0,5, 3,3 y 7,75 m, respectivamente, por encima de la base de la unidad. Por último, el corte CT-I se ubica en el punto de inflexión del rumbo de los afloramientos, que pasan de una dirección NO-SE a otra SO-NE. La base de la

unidad tampoco contiene conodontos (muestras ubicadas a 5 y 30 cm, por encima del nivel basal de hierro oolítico), pero una lumaquela con trilobites situada aproximadamente en la parte media de las calizas, proporcionó un número significativo de conodontos taxonómicamente determinables. La relación de especies de este nivel se indica en la Tabla 2 (CT-I/1). Desde el punto de vista bioestratigráfico, la asociación puede adscribirse a la Zona de *Amorphognathus ordovicicus*, en tanto que los conodontos del perfil CT-III no pueden ser referidos con seguridad a la misma por la ausencia de la especie nominal.

MATERIAL Y MÉTODOS

La elección de las secciones de estudio se realizó a partir de los datos bibliográficos disponibles, tomando como referencia inicial las Hojas Geológicas, a escala 1:50.000 publicadas por el Instituto Geológico y Minero de España. Se puso énfasis en la localización de los materiales carbonatados (“Caliza de Pelmatozoos”) que constituyen un episodio único en el Ordovícico de la Zona de Ossa-Morena.

De cada nivel investigado se recolectó aproximadamente 1 kg de roca, previa eliminación

TAXONES	SECCIONES Y MUESTRAS											
	PESO	CT-I	CT-II			CT-III						
		1 520g	1 410g	2 390g	3 460g	1 640g	2 590g	3 450g	4 380g	5 630g	6 600g	7 530g
<i>Amorphognathus ordovicicus</i>												
Pa	4											
Pb	2											
M	1											
Sa	1											
Sb												
Sc	1											
Sd	1											
<i>Amorphognathus aff. ordovicicus</i>												
M	1											
<i>Amorphognathus?</i> sp.	6											
<i>Amorphognathus</i> sp.												
S						3				2		
<i>Drepanoistodus cf. suberectus</i>	1											
<i>Drepanoistodus?</i> sp.	3								1			
<i>Hamarodus europaeus</i>												
Sc	1											
<i>Icriodella cf. superba</i>												
Pb	1											
<i>Istorinus erectus</i>	1									2		
<i>Panderodus gracilis</i>												
falciforme	1											
<i>Sagittodontina robusta</i>												
P	3									4	2	
M	1											
Sa	1									2	1	
Sb	1											
Sc												
Sd												
	3											
<i>Scabbarbella altipes</i>												
a	2								1	2	1	
b	1								1			
b?	2											
c	5								1	2	1	
<i>Scabbarbella</i> sp. A												
c											1	
<i>Walliserodus amplissimus?</i>												
c	1											
<i>Walliserodus?</i> sp.												
c	4											
Fragmentos indeterminados	3	2	1	3	1	4	1	2	1	1	3	

Tabla 2.– Conodontos de la “Caliza de Pelmatozoos” en el sinclinal del Cerrón del Hornillo (CT), provincia de Sevilla. Se indican las secciones, niveles muestreados y el peso de la roca disgregada.

Table 2.– Chart showing the distribution of Late Ordovician conodonts in the “Caliza de Pelmatozoos” in samples from the Cerrón del Hornillo syncline (CT), Sevilla province. The weight of the dissolved sample is also indicating

de la superficie de alteración en el sitio de muestreo. Cuando los materiales se presentaban bien estratificados, las muestras fueron obtenidas de los planos de estratificación, por cuanto ellos constituyen una discontinuidad en la sedimentación y ofrecen mayores posibilidades para la concentración bioestratigráfica de los restos de las entidades paleobiológicas que allí vivieron.

El mayor porcentaje de cada una de las muestras se destinó a su disgregación química,

con el objeto de obtener un residuo insoluble del cual aislar los elementos conodontales. El resto de la roca se utilizó para la confección de “peels” y láminas delgadas; reservándose una fracción como muestra de mano para futuras investigaciones.

Las rocas calcáreas constituyen la litología más propicia para la búsqueda de conodontos, por cuanto las técnicas de extracción son sencillas, no necesitan de una infraestructura importante y los reactivos empleados son de

bajo costo. Los principios básicos de estas técnicas fueron enunciados por COLLINSON (1963, 1965) y LINDSTRÖM (1964) y sintetizados por STONE (1987).

Para el ataque químico de las calizas se emplearon dos ácidos: ácido acético glacial en solución al 8% en frío o ácido fórmico en solución al 6% también en frío. La mayoría de los investigadores emplean porcentajes más elevados de ácido, pero en virtud de las experiencias realizadas por JEPSSON *et al.* (1985) se estimó conveniente utilizar soluciones ácidas débiles para evitar el deterioro de las micropiezas por corrosión o incluso su desaparición total. El empleo de uno u otro ácido dependió del porcentaje de la fracción clástica de la muestra y de su contenido en magnesio, prefiriéndose para calizas muy margosas el empleo de ácido fórmico. Este último reactivo posee la ventaja de ejercer una activa acción disolvente, pero presenta el inconveniente que al avanzar la evaporación de la solución comienzan a formarse cristales de difícil disolución en agua. Esto último entorpece la recuperación del residuo insoluble.

Cada una de las muestras investigadas fue sometida a la acción disolvente del ácido en fases sucesivas, entre cinco y nueve veces como promedio.

Las fotografías y las observaciones de detalle de los especímenes se realizaron con un equipo JEOL 6400 en el Centro de Microscopía y Citometría de la Universidad Complutense de Madrid.

ASPECTOS TAFONÓMICOS

Los conodontos de la “Caliza de Pelmatozoos” de la Zona de Ossa-Morena, constituyen un taforregistro peculiar frente al resto de las asociaciones procedentes de la Zona Centroibérica. Sus características más distintivas residen en la composición y apariencia de las asociaciones, especialmente las del perfil CT-I, que pueden tipificarse por el aspecto pulido de sus superficies en un número reducido de ejemplares, elementos de pequeño tamaño, paredes tenues y muy delicadas. Estos rasgos pueden estar en relación con un medio más profundo en la plataforma externa, frente a las plataformas someras y de bajo gradiente del área Centroibérica. Por otra parte, el estudio de los trilobites y moluscos kralodvorienses de la

Zona de Ossa-Morena, entre los que se registran ciclopígidos mesopelágicos (*Symphysops*: HAMMANN, 1992) y gasterópodos microdomáticos revelarían el influjo episódico de corrientes cálidas (FRYDA *et al.*, 2001).

La colección de conodontos está integrada por ejemplares con un grado variable de fragmentación e índice de alteración del color (CAI) que varía entre 2,5 y 4 (cf. EPSTEIN *et al.*, 1977). Las muestras provenientes de los niveles superiores de la “Caliza de Pelmatozoos” han proporcionado algunos escasos ejemplares que presentan evidencias de meteorización.

BIOESTRATIGRAFÍA

1. UNIDADES PALEO GEOGRÁFICAS Y BIOESTRATIGRÁFICAS

Autores como BERGSTRÖM (1971a, 1973), SWEET *et al.* (1971), BARNES *et al.* (1973), SWEET & BERGSTRÖM (1974) y LINDSTRÖM (1976a, b), entre otros, han destacado el hecho que los conodontos ordovícicos poseen una diferenciación provincial muy notoria.

A partir de la década de los sesenta, se reconocieron dos provincias: la Provincia del Continente Medio, de distribución paleoeccuatorial (Laurentia), y la Provincia Nordatlántica, que comprendía áreas con paleolatitudes altas e intermedias (Gondwana, Báltica). POHLER & BARNES (1990) sustituyeron el término “provincia” por el de “dominio” para designar a estas unidades paleobiogeográficas de rango superior.

A lo largo del Periodo Ordovícico, las asociaciones de conodontos de cada dominio poseen escasos elementos comunes, lo cual llevó a establecer diferentes esquemas bioestratigráficos para cada uno de ellos. Como ya fuera señalado por BERGSTRÖM (1983), estos esquemas se distinguen, no sólo por los taxones que determinan cada una de las divisiones zonales, sino también por el criterio que se ha seguido para establecer las unidades bioestratigráficas.

Las primeras biozonas de conodontos del Dominio Nordatlántico fueron reconocidas por LINDSTRÖM (1955); con posterioridad SERGEEVA (1964) introdujo algunas unidades adicionales. Pero es en 1971, cuando LINDSTRÖM propone la primera sucesión de zonas del

Ordovícico Inferior, y BERGSTRÖM, en el mismo año, hace lo propio con las zonas del Ordovícico Medio y Superior. Las zonas identificadas por LINDSTRÖM (1955, 1971) son unidades de asociación, en tanto que las zonas del Ordovícico Medio y Superior introducidas por BERGSTRÖM (1971a), están basadas en la extensión vertical de especies concretas que pertenecen a linajes caracterizados por una evolución rápida.

Los límites de las unidades de BERGSTRÖM (1971a) están definidos por la aparición de nuevas formas, sin que coincidan necesariamente con la desaparición de otras, por lo tanto el ancestro y el descendiente poseen una cierta superposición; pero el límite, como expresamente lo señalara BERGSTRÖM (1983), ha de ser colocado en el nivel de aparición del descendiente.

La sucesión de biozonas que tomaremos como referencia son las de BERGSTRÖM (1971a), definida originalmente en Suecia y algo modificadas posteriormente por el mismo autor (BERGSTRÖM, 1971b).

2. BIOZONA DE *AMORPHOGNATHUS ORDOVICICUS*

La transición evolutiva de *Amorphognathus superbus* a *A. ordovicicus* marca la base de la Zona de *A. ordovicicus* (BERGSTRÖM, 1971a), y este nivel corresponde a materiales del "Ashgill inferior" de la escala británica en Europa y América del Norte. La correlación exacta del límite zonal es sin embargo problemática, dado que para ORCHARD (1980) se sitúa en la parte inferior del piso regional Cautleyense, según conclusiones obtenidas del estudio de conodontos del Ashgill británico. Éstos fueron revisados por BERGSTRÖM (1983) sin encontrar datos concluyentes que avalen la atribución anterior, a la vez que señaló que el límite podría encontrarse en el Pusgillense superior, interpretación usualmente aceptada (BARNES, 1992).

El rango cronoestratigráfico de la Zona de *A. ordovicicus* es muy amplio y comprende casi todo el Ashgill (Pusgillense *p.p.* - Hirnantense) de la escala británica. No obstante, su duración es comparable o algo menor (igual o inferior a 3 m.a.) que la de las zonas de conodontos precedentes del Ordovícico Medio y Superior. BERGSTRÖM *et al.* (en prensa) han subdividido la nueva escala global del Ordovícico en veinte "stage slices" (SS) en

base a las zonas de graptolitos y conodontos. Dentro del Piso Katiense, identifican el intervalo Ka3 con una extensión que abarca desde la base de la Zona de *A. ordovicicus* hasta la base de la zona de graptolitos de *Dicellograptus complanatus*. La base de esta zona de conodontos coincide con la base del Kralodvoriense de la escala cronoestratigráfica regional establecida para el área Mediterránea y Norte de Gondwana.

Hasta el presente no se han podido establecer subzonas formales dentro del rango de extensión de la Zona de *A. ordovicicus* para el dominio Nordatlántico, cuya distribución vertical en el dominio del Continente Medio, abarca al menos tres biozonas de conodontos diferentes (Zonas de *Aphelognathus grandis*, *Aphelognathus divergens* y *Aphelognathus shatzeri*).

La Zona de *A. ordovicicus* no posee una sección de referencia satisfactoria. El intervalo expuesto en la región de Dalarna (Suecia), en las secciones de Skalberget y Osmundsberget, se desarrolla fundamentalmente en facies arrecifales en las que los conodontos son muy escasos o inexistentes (cf. BERGSTRÖM, 1971a: p. 103). En niveles más jóvenes de la sección, se han identificado graptolitos diagnósticos de la Biozona de *Dicellograptus anceps*, circunstancia que indujo a BERGSTRÖM (1971a) a extender la Zona de *A. ordovicicus* hasta el techo de la sucesión.

La determinación precisa del límite entre las Zonas de *A. superbus* y *A. ordovicicus*, también es difícil de establecer porque la especie *A. complicatus* RHODES domina las poblaciones de *Amorphognathus* y llega incluso a excluir a *A. superbus* en la parte superior de la zona que define esta especie. Según BERGSTRÖM (1971a), la diferencia más significativa entre *A. superbus* y *A. ordovicicus* radica en la morfología del elemento M pero, por otra parte, no es posible diferenciar los elementos M de los aparatos de *A. superbus* y *A. complicatus*. En Suecia se ha definido la base de la Zona de *A. ordovicicus* en el nivel de aparición de los elementos M de esta última especie, y este registro tiene lugar en la parte superior de la Caliza Slandrom. El nivel al cual se ha hecho alusión, se encuentra por debajo de la Formación Fäjcka que posee graptolitos típicos de la Biozona de *Pleurograptus linearis*; en consecuencia, la base de la Zona

de *A. ordovicicus* puede corresponder a un horizonte en la parte media de la Biozona de *P. linearis* (cf. BERGSTRÖM, 1971b; WEBBY *et al.*, 2004).

3. LA FAUNA DE CONODONTOS EN LA “CALIZA DE PELMATOZOOS”. COMPARACIÓN CON OTRAS DE EDAD EQUIVALENTE

La asociación de conodontos kralodvorienses de la Zona de Ossa-Morena está integrada por *Amorphognathus ordovicicus*, *Drepanoistodus* cf. *suberectus*, *Hamarodus europaeus*, *Istorinus erectus*, *Panderodus gracilis*, *Plectodina tenuis*?, *Sagittodontina robusta*, *Scabbardella altipes*, *Scabbardella* sp. A., *Walliserodus amplissimus*?, y *Walliserodus*? sp., además de elementos de adscripción incierta a los géneros *Amorphognathus* y *Drepanoistodus*, cuya presencia es relevante para establecer su correlación con otras faunas del Dominio Nordatlántico.

En sólo dos de las secciones de la “Caliza de Pelmatozoos” investigadas se han registrado elementos que se adscriben a *Amorphognathus ordovicicus*. La extensión vertical de la especie *A. ordovicicus* define la única biozona de conodontos reconocida desde la base del Kralodvoriense hasta el Hirnantense terminal. Este hecho nos permite caracterizar la Zona de *A. ordovicicus* en el área de estudio, basándonos en la extensión concurrente de los diversos taxones reconocidos en la Zona de Ossa Morena.

En primer lugar, *Amorphognathus ordovicicus* es una especie cosmopolita restringida al intervalo de la zona homónima. En el Ordovícico de las Islas Británicas, la unidad abarca parte del Pusgillense (en su práctica totalidad o sólo el Pusgillense tardío, dependiendo de los diferentes autores), y corresponde esencialmente al Cautleyense - Hirnantense (ORCHARD, 1980; SAVAGE & BASSETT, 1985; BARNES & BERGSTRÖM, 1988).

Hamarodus europaeus es una especie de amplia distribución geográfica durante el Caradoc (parte superior de la Zona de *A. superbus*) y Ashgill británicos, y coexiste con *A. ordovicicus* en numerosas localidades de la Provincia Mediterránea de conodontos (Zona Centroibérica, Cordillera Ibérica, Cordillera Bética, Bohemia, Turingia, Alpes Cárnicos y Cerdeña).

Panderodus gracilis posee una amplia distribución temporal, sus hallazgos se mencionan desde el Ordovícico Medio hasta el Silúrico basal, siendo particularmente abundante durante el Ordovícico Superior. DEL MORAL (2008) señala que en los niveles de calizas con un componente detrítico importante sólo se registra la presencia del género *Panderodus*, justificando su observación a partir de los datos obtenidos en los miembros Rebosilla y de La Peña de la Caliza de Cistoideos (Cordillera Ibérica) y de una de las secciones de la Caliza Urbana en la localidad de Viso del Marqués (Zona Centroibérica).

Plectodina tenuis se registra en un amplio intervalo estratigráfico comprendido entre el Katiense y el Hirnantense, en Australia, Gran Bretaña y América del Norte. La identificación de este taxón en la Provincia Mediterránea de conodontos se ha realizado hasta el presente en nomenclatura abierta (FERRETTI, 1998; este trabajo)

Sagittodontina robusta se registra desde el Katiense (Zona de *A. superbus*) hasta el Hirnantense terminal (?), en diversas localidades europeas, N de África y América del Norte?. *Istorinus erectus* exhibe una distribución vertical similar a la de *Sagittodontina robusta*.

Scabbardella altipes es una especie de amplia distribución geográfica y estratigráfica, sus hallazgos se mencionan desde el Ordovícico Medio (China) hasta el Hirnantense terminal.

Walliserodus amplissimus ha sido registrado en el Ordovícico Superior de Europa y América del Norte. Los hallazgos europeos, previos a este trabajo, corresponden al Ashgill británico, los Alpes Cárnicos y referencias en nomenclatura abierta en Aragón, Pirineos y Sierra Morena oriental. Es de destacar que *W. amplissimus* es el taxón dominante en la asociación de conodontos del Complejo Maláguide de la Cordillera Bética que fue atribuida por RODRÍGUEZ-CAÑERO *et al.* (2007) a la Zona de *A. ordovicicus*.

Para establecer una relación entre la asociación de conodontos de la “Caliza de Pelmatozoos”, con las de la Caliza Urbana de la Zona Centroibérica, debemos retomar ahora las ideas de FUGANTI & SERPAGLI (1968), quienes asignaron la Caliza Urbana al Ashgill británico por comparación con las asociaciones de similar edad, descritas previa-

mente en los Alpes Cárnicos (Italia), Westmoreland (Gran Bretaña) y Turingia (Alemania). Los conodontos de los Alpes Cárnicos estudiados por SERPAGLI (1967), proceden de la “Tonflaser-kalke” (Fm Uggwa) aflorante en dos localidades: Refugio Nordio y el Monte Zermula. En la primera de ellas, el nivel productivo tiene una potencia de 2 m, y en la segunda alcanza los 3,5 m. Desde el punto de vista litológico, los materiales que contienen los conodontos son siltitas ricas en briozoos y braquiópodos, que hacia arriba pasan a calizas arenosas parcialmente silicificadas.

Los taxones de conodontos que integran esta asociación fueron revisados por SWEET & BERGSTRÖM (1984), SARMIENTO (1993) y FERRETTI & SCHÖNLAUB (2001) en taxonomía multielemental. Estos últimos autores aportan nuevos datos sobre la asociación de conodontos del “Kalkbank” y le asignan una edad equivalente a la parte basal de la Zona de *A. ordovicicus*.

Las consideraciones realizadas hasta aquí, ponen en evidencia las dificultades que se presentan al intentar datar con precisión las unidades calcáreas conocidas en el Kralodvoriense de la plataforma nord-gondwaniense, a lo que se suma el hecho de que las especies de conodontos más interesantes desde el punto de vista bioestratigráfico, han tenido que ser recogidas en este trabajo en nomenclatura abierta, por insuficiencia o mal estado de conservación del material.

Las conclusiones obtenidas por diferentes autores que han estudiado los conodontos de las calizas del Katiense del SO de Europa, tienden a considerarlas unánimemente como del “Ashgill inferior” (= ¿Pusgilliense-Cautleyense?) en términos de la cronoestratigrafía británica, y plenamente del Kralodvoriense en términos de la escala regional mediterránea y nord-gondwaniense.

Dentro de la Zona de *A. ordovicicus*, el límite superior de los registros ibéricos de conodontos está determinado por una discontinuidad regional que separa las calizas con estos fósiles, de unidades pelíticas suprayacentes, donde no hemos encontrado conodontos. Parte de estas últimas unidades, han sido interpretadas como depósitos glaciomarininos hirnantenses (“pelitas con fragmentos”), correspondiendo la discontinuidad aludida a

una etapa erosiva contemporánea a la glaciación fini-ordovícica (ROBARDET & DORÉ, 1988). Tales facies ocupan siempre la misma posición estratigráfica en un área muy amplia de la plataforma nord-gondwaniense. En numerosas ocasiones, algunos de los cantos de caliza dispersos en estas formaciones han proporcionado conodontos de la Zona de *A. ordovicicus*, como por ejemplo ocurre en Normandía (WEYANT *et al.*, 1977), Alpes Cárnicos (SCHÖNLAUB, 1988) y en la Península Ibérica (KOLB, 1978; HAFENRICHTER, 1979; SARMIENTO *et al.*, 1992; SARMIENTO, 1993; y DEL MORAL, 2008).

Por otra parte, el análisis de la abundancia relativa de los taxones de conodontos de la “Caliza de Pelmatozoos” permite adscribirlos a la biofacies de *Sagittodontina* – *Scabbardella* que fue definida por SWEET & BERGSTRÖM (1984) como característica de ambientes someros emplazados en latitudes elevadas de la Provincia Mediterránea. A esta biofacies corresponden también las asociaciones de conodontos del Ordovícico Superior documentadas en distintas áreas de la Península Ibérica, exceptuando el Complejo Maláguide, el oeste de Francia, Libia, Turingia y la Cuenca de Praga. Por otra parte, las faunas de conodontos del sureste y suroeste de Cerdeña fueron atribuidas a la Biofacies de *Hamarodus europaeus*-*Dapsilodus mutatus*-*Scabbardella altipes* por FERRETTI & SERPAGLI (1998), quienes señalaron también su estrecha similitud con las asociaciones de los Alpes Cárnicos (FERRETTI & SCHÖNLAUB, 2001). La identificación de esta última biofacies, así como la presencia de taxones que tienen una amplia distribución en la Provincia Británica de conodontos (*Plectodina* y *Dichodella*) llevaron a FERRETTI & SERPAGLI (1998) a postular que tanto los Alpes Cárnicos, como el sureste y suroeste de Cerdeña, debieron ocupar una posición paleolatitudinal menos elevada, y que este hecho permite diferenciar estas faunas de aquéllas que estuvieron situadas en las áreas subpolares que son típicas de la plataforma del norte de Gondwana. Si bien la “Caliza de Pelmatozoos” se adscribe a éstas últimas, el hallazgo de *Plectodina* y *Drepanoistodus* podría evidenciar que existió un flujo de poblaciones desde las áreas de latitudes medias hacia las más elevadas.

PALEONTOLOGÍA SISTEMÁTICA

El estudio taxonómico de los conodontos se ha realizado aplicando taxonomía multielemental, pues se asume como válida la filosofía que subyace a esta alternativa de la morfotaxonomía. Esta metodología de trabajo ha hecho más comprensible el estudio de los restos fósiles de este grupo y ha producido un acercamiento a su realidad biológica. Desde el año 1966 la taxonomía multielemental se emplea en el estudio de los conodontos del Sistema Ordovícico, y ha posibilitado que se esbozaran líneas filogenéticas y relaciones entre las categorías taxonómicas supragenéricas.

En este trabajo se ha seguido, en líneas generales, la clasificación de SWEET (1988) hasta la jerarquía de orden. Con posterioridad, DZIK (1991) introdujo algunas modificaciones a la clasificación de SWEET (1988), dividiendo a la Clase Conodonta en cinco órdenes, y treinta y siete familias (dos de ellas inciertas).

La colección de conodontos estudiada en el presente trabajo se encuentra depositada en el Departamento de Paleontología de la Universidad Complutense de Madrid. Las siglas de cada ejemplar informan sobre la localidad de procedencia, concretamente sobre el término municipal al que corresponden los materiales, a continuación se indica con un número romano la posición de la unidad de procedencia dentro de la serie local. A este número romano le sigue un número arábigo que indica el nivel de procedencia del material y separado con un guión aparece el número del ejemplar.

Clase Conodonta PANDER, 1856
 Orden Belodellida SWEET, 1988
 Familia Belodelidae KHODALEVICH & TSCHERNIC, 1973

Género *Walliserodus* SERPAGLI, 1967

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

1967 *Walliserodus* n. gen. SERPAGLI, p. 104.
 1975 *Walliserodus* SERPAGLI – COOPER, p. 995-996.

Diagnosis original (basada en elementos de la primera serie de transición b-d; SERPAGLI,

1967: p. 104): “Conodontos simples, cónicos, curvos y asimétricos, caracterizados por presentar costillas y quillas muy desarrolladas que alternan con otras costillas menores. El ápice de la cavidad basal se sitúa aproximadamente en la mitad de la longitud del cono”.

Diagnosis multielemental (COOPER, 1975: p. 995): “El aparato oral de *Walliserodus* incluye un elemento acodontiforme y un conjunto de elementos paltodontiformes, que constituyen una serie de transición simétrica. Estos elementos cónicos se caracterizan por presentar costillas prominentes y excavaciones profundas”.

Walliserodus amplissimus? (SERPAGLI, 1967)
 (Lám. 1, fig. 1)

- ? 1967 *Drepanodus amplissimus* n. sp. SERPAGLI, p. 66, lám. 15, figs. 1-5.
- v. ? 1980 *Walliserodus amplissimus* (SERPAGLI) – ORCHARD, p. 26-27, lám. 3, figs. 3-7, 9, 12, 13, 17, 18, Fig.tex. 4A.
- ? 1981 *Walliserodus* cf. *W. curvatus* (BRANSON & MEHL) – MCCracken & BARNES, p. 91, lám. 1, figs. 22-25.
- ? 1981 *Walliserodus* cf. *W. curvatus* (BRANSON & MEHL) – NOWLAN & BARNES, p. 24-25, lám. 8, figs. 17-24.
- ? 1988 *Walliserodus amplissimus* (SERPAGLI) – NOWLAN & MCCracken in NOWLAN MCCracken & CHATTERTON, p. 40-41, lám. 19, figs. 1-15.
- 1989 *Walliserodus amplissimus*? (SERPAGLI) – MCCracken & NOWLAN, p. 1892, lám. 4, fig. 11.
- ? 1990 *Walliserodus amplissimus* (SERPAGLI) – POHLER & ORCHARD, lám. 6, figs. 13,14.
- v. 1993 *Walliserodus amplissimus* (SERPAGLI)? – SARMIENTO, p. 232-235. lám. 14, figs. 20-22.
- ? 1999 *Walliserodus amplissimus* (SERPAGLI) – ZHEN, WEBBY & BARNES, p. 96-97, figs. 10. 15-22, figs. 14. 17-20.
- ? 2001 *Walliserodus amplissimus* (SERPAGLI) – FERRETTI & SCHÖNLAUB, lám. 1, figs. 20-21.
- ? 2002 *Walliserodus amplissimus* (SERPAGLI) – NOWLAN, lám. 2, figs. 27-28, 33-35.

Material estudiado: Un elemento c de de la sección CT-I en Constantina.

Descripción: El elemento c es un cono simple subsimétrico, largo, con la cúspide muy proclina y la base de gran extensión longitudinal y sección basal triangular. Los márgenes anterior y posterior del elemento son agudos y presentan una costilla bien desarrollada. La porción posterior de la base tiende a estrecharse, en tanto que la anterior se presenta ligeramente expandida. Los flancos de la cúspide

son planos a ligeramente convexos, en tanto que los flancos de la base tienden a ser cóncavos. La cavidad basal es muy amplia y profunda, su ápice se halla orientado hacia el borde anterior y su longitud supera la mitad del largo total del elemento.

Observaciones: Nuestras dudas con respecto a la asignación específica de este material, se fundamentan en el tipo de curvatura de la cúspide y en que sólo disponemos de un ejemplar de los seis elementos que integrarían el aparato oral de la especie.

Distribución: *Walliserodus amplissimus* se menciona en el Ordovícico Superior de los Alpes Cárnicos (SERPAGLI, 1967), en Gran Bretaña (ORCHARD, 1980), en la Península Ibérica (CARLS, 1975; RODRÍGUEZ-CAÑERO *et al.*, 2007), y en Canadá (NOWLAN & BARNES, 1981; MCCracken & BARNES, 1981; NOWLAN *et al.*, 1988).

Walliserodus? sp.
(Lám. 1, figs. 2-3)

Material estudiado: Cuatro elementos de las secciones CT-I de Constantina.

Observaciones: Se atribuyen con dudas al género *Walliserodus* un reducido número de elementos no geniculados, asimétricos, con la cúspide muy proclina y que presentan al menos dos costillas y una cavidad basal profunda. El margen basal presenta forma ovalada comprimida.

Familia Ansellidae FAHRAEUS & HUNTER, 1985

Género *Hamarodus* VIIRA, 1974

Especie tipo: *Distomodus europaeus* SERPAGLI, 1967.

Diagnosis multielemental enmendada (DEL MORAL, 2008): “El aparato de *Hamarodus* consta de seis elementos. La posición M está ocupada por un elemento cónico geniculado. La posición S incluye cuatro elementos ramiformes que constituyen una serie de transición simétrica: alado (Sa), tertiopedado (Sb), dolo-brado (Sc) y quadrirramoso (Sd). La posición P está ocupada por un elemento rastrado. El elemento más diagnóstico de este género es el P, no obstante el resto de los elementos que

integran su aparato conodontal pueden ser fácilmente reconocidos frente a los de formas coetáneas por la marcada concavidad que exhiben del margen basal bajo el proceso posterior”.

Hamarodus europaeus (SERPAGLI, 1967)
(Lám. 1, fig. 15)

- 1976 *Hamarodus europaeus* (SERPAGLI) – DZIK, p. 435, fig. 36 (con sinonimia).
- 1980 *Hamarodus europaeus* (SERPAGLI) – ORCHARD, p. 21, lám. 4, figs. 22, 25, 29-31 (con sinonimia).
- ? 1981 *Hamarodus europaeus* (SERPAGLI) – AN, p. 153, lám. 31, fig. 5.
- 1984 *Hamarodus europaeus* (SERPAGLI) – CHEN & ZANG, lám. 1, figs. 21-25.
- 1985 *Hamarodus europaeus* (SERPAGLI) – BERGSTRÖM & ORCHARD, lám. 2.5, figs. 4, 7, 12.
- 1990 *Hamarodus europaeus* (SERPAGLI) – FUCHS, p. 206, lám. 7, fig. 2.
- v. 2008 *Hamarodus europaeus* (SERPAGLI) – DEL MORAL, p. 165-167, lám. 5, fig. 9; lám. 9, figs. 5-16; lám. 10, figs. 1-14 (con sinonimia).
- 2008 *Hamarodus europaeus* (SERPAGLI) – AGEMATSU, SASHIDA & IBRAHIM, lám. 12, figs. 1-22.

Material estudiado: Un elemento Sc de la sección CT-I en Constantina.

Observaciones: NOWLAN (1983) atribuyó algunas formas del Grupo Grog Broock (NO de New Brunswick) a *Hamarodus* cf. *H. europaeus* (SERPAGLI). Los elementos S descritos e ilustrados por este autor, poseen una fuerte inflexión en la porción posterior del margen inferior de la base. En el elemento Sc de la “Caliza de Pelmatozoos” se ha observado también esta característica, pero en nuestro material la inflexión no es tan notoria.

Orden Protopanderodontida SWEET, 1988
Familia Protopanderodontidae LINDSTRÖM, 1970

Género *Scabbardella* ORCHARD, 1980

Especie tipo: *Drepanodus altipes* HENNINGSMOEN, 1948.

Scabbardella altipes (HENNINGSMOEN, 1948)
(Lám. 1, figs. 4-13, 16)

- * 1948 *Drepanodus altipes* n. sp. HENNINGSMOEN, p. 420, lám. 25, fig. 14.
- . 2008 *Scabbardella altipes* (HENNINGSMOEN) – DEL MORAL, p. 172-175, lám. 5, figs. 4-5, lám. 7, figs.

4, 7-8, lám. 12, figs. 1-16, lám. 13, figs. 1-17 (con sinonimia).

Material estudiado: Diecinueve elementos de las secciones CT-I y CT-III en Constantina.

Observaciones: ORCHARD (1980) mencionó en la diagnosis del género, la ausencia de estrías laterales. No obstante, SERPAGLI (1967) había señalado la existencia de una estriación lateral en *Drepanodus altipes* y también en ejemplares de *Acodus similis* s.f..

NOWLAN (1983) consideró necesario enmendar la diagnosis para incluir en el aparato esquelético del género los elementos drepanodiformes con estrías laterales. ORCHARD (*op. cit.*) incluyó en la lista de sinónimos a *Acodus similis* de SERPAGLI (1967), pero no mencionó los ejemplares provenientes de *Drepanodus altipes* s.f.. NOWLAN *et al.* (1988) al estudiar colecciones propias y revisar las de LENZ & MCCracken (1988) del NO de Canadá, demuestran que los elementos acodiformes también pueden presentar estrías laterales. Según estos autores, todos los elementos de *Scabbardella* exhiben una estriación longitudinal, pudiendo ser débil o prominente, y al mismo tiempo indican que estos especímenes poseen una escotadura o arruga basal. NOWLAN *et al.* (1988) suman al aparato esquelético un elemento distacodiforme simétrico, reconociendo así una estructura esquelética constituida por elementos de base corta: acodiformes (a), distacodiforme asimétrico (b), distacodiforme simétrico (c); y elementos de base larga: drepanodiformes (e-1), acodiformes (e-2) y distacodiformes (e-3). Este esquema representa una primera serie de transición completa (a, b, c) y una segunda serie de transición incompleta (e-1, e-2, e-3) que se reconoce a partir del número de costillas y a la posición que ocupan.

En nuestro material se hallan presentes casi todos los elementos individualizados por NOWLAN *et al.* (1988). Hemos creído oportuno adoptar el esquema de notación de estos autores para reflejar la gran variabilidad morfológica de la única especie de *Scabbardella* identificada en la "Caliza de Pelmatozoos", y para valorar el grado de representatividad que posee cada uno de los elementos.

ORCHARD (1980) reconoció en las unidades del Ashgill de Gales e Inglaterra dos subespecies informales de *S. altipes* (HENNINGSMOEN).

En algunos de los niveles investigados durante el transcurso de este trabajo, hemos encontrado que las formas de ambas subespecies aparecen asociadas, por lo cual consideramos que la distinción a nivel subespecífico no es apropiada para el material analizado.

En la asociación estudiada existe un neto predominio de los elementos e, les siguen en abundancia los elementos a, en tanto que los elementos b y c no han sido registrados.

Es de destacar que los elementos "e" exhiben una flexión irregular del extremo distal de la cúspide. Esta característica fue interpretada por nosotros en un primer análisis, como un rasgo patológico. Con posterioridad, pudimos comprobar que se presenta también en los materiales de las asociaciones del resto de la Península Ibérica, Francia, Alemania e Italia. En tanto que en las restantes localidades donde se ha reconocido la especie, este rasgo no es mencionado por los autores, ni tampoco se observa en el material ilustrado. Cabe pensar en la posibilidad que se trate de una adaptación ¿funcional?, dentro de un área geográfica limitada en la que existieron unas condiciones ecológicas especiales.

Scabbardella sp. A NOWLAN & MCCracken
in NOWLAN *et al.*, 1988
(Lám. 1, fig. 17)

1988 *Scabbardella* n. sp. A NOWLAN & MCCracken in NOWLAN, MCCracken & CHATTERTON, p. 37, lám. 17, figs. 4, 7, 10-16.
v. 2008 *Scabbardella* n. sp. A DEL MORAL, p. 175-176, fig. 5.30, lám. 14, figs. 4-12.

Material estudiado: Un elemento de la sección CT-III en Constantina.

Observaciones: el ejemplar estudiado podría corresponder al elemento c descrito por NOWLAN & MCCracken (1988) y atribuido a una especie nueva de *Scabbardella*, no descrita formalmente, a partir de material obtenido en la Fm Whittaker de la Cordillera Canadiense. Formas similares fueron identificadas por DEL MORAL (2008) en la Fm Caliza de Cistoideos aflorante en la Rama Aragonesa de la Cordillera Ibérica.

Distribución: Ordovícico Superior de los Montes Mackenzie (Canadá) y Cordillera Ibérica (España).

Familia Drepanoistodontidae FAHRAEUS & NOWLAN, 1978

Género *Drepanoistodus* LINDSTRÖM, 1971

Especie tipo: *Oistodus forceps* LINDSTRÖM, 1955.

1971 *Drepanoistodus* n. gen. LINDSTRÖM, p. 42

Diagnosis original (LINDSTRÖM, 1971: p. 42): "Conodontos drepanoistodóntidos con elementos oistodontiformes y drepanodontiformes en una relación 1:2 ó 1-4. Los elementos drepanodontiformes carecen de ornamentación, excepto en raras ocasiones en que posee una costilla sobre uno de los flancos. Los elementos oistodontiformes tienen la base expandida en sentido ántero-posterior. El ángulo entre el borde posterior de la cúspide y la base es agudo. En la mayoría de las formas no existe una cavidad basal invertida anteriormente".

Diagnosis multielemental: La reconstrucción del aparato esquelético fue realizada por BERGSTRÖM & SWEET, 1966 y LINDSTRÖM, 1971. La diagnosis que transcribimos a continuación fue propuesta y revisada por SWEET (1988, p. 54-55) a partir de las reconstrucciones de los autores citados.

"Las especies de *Drepanoistodus* poseen un aparato esquelético que se describe comúnmente como bi o trimembrado, pero debería ser considerado como quinque o seximembrado. La posición Sa es ocupada por un elemento no geniculado, esencialmente erecto, con lados cóncavos y márgenes anterior y posterior agudos. Las posiciones Sb y Sc de la serie de transición, corresponden a elementos no geniculados recurvados, que poseen un lado más prominente que el otro, y que comúnmente tienen márgenes basales con distinta configuración. El elemento M es geniculado y posee una cúspide larga y una base corta. La posición P está ocupada por elementos no geniculados con la región antero-basal aguda, y los lados exhiben una convexidad similar".

Distribución: Ordovícico de Europa, América del Norte, América del Sur, Asia y Australia. Algunas especies del género poseen una distribución cosmopolita durante el Ordovícico.

Drepanoistodus cf. *suberectus* (BRANSON & MEHL, 1933)
(Lám. 1, fig. 14)

- cf.*1933 *Oistodus suberectus* n. sp. BRANSON & MEHL, p. 111, lám. 35, figs. 22-27.
cf. 1981 *Drepanoistodus suberectus* (BRANSON & MEHL) – NOWLAN & BARNES, p. 12-13, lám. 4, figs. 17-19 (con sinonimia).
cf. 1988 *Drepanoistodus suberectus* (BRANSON & MEHL) – NOWLAN & MCCrackEN in NOWLAN, MCCrackEN & CHATTERTON, p. 16, lám. 3, figs. 19-22 (con sinonimia).
cf. 1995 *Drepanoistodus suberectus* (BRANSON & MEHL) – ZHEN & WEBBY, p. 282, lám. 3, figs. 8-10 (con sinonimia).
cf. 1999 *Drepanoistodus suberectus* (BRANSON & MEHL) – ZHEN, WEBBY & BARNES, p. 88, fig. 6: 1-7.
cf. 2000 *Drepanoistodus suberectus* (BRANSON & MEHL) – SWEET, fig. 9: 23-25.
cf. 2002 *Drepanoistodus suberectus* (BRANSON & MEHL) – NOWLAN, lám. 1, figs. 19-21.
v. 2008 *Drepanoistodus* sp. DEL MORAL, p. 181, lám. 11, figs. 10, 11?, 12?

Material estudiado: Un elemento suberectiforme.

Descripción: Elemento cónico no geniculado, con la cúspide suberecta y la base de moderado desarrollo. Los bordes anterior y posterior de la unidad son agudos. Ambos flancos son convexos, con la sección transversal de la cúspide de forma oval comprimida. Los flancos de la base tienen tendencia a expandirse lateralmente.

Observaciones: El material estudiado es un elemento cónico fragmentado, no obstante sus rasgos morfológicos permiten compararlo con la especie *D. suberectus*.

Drepanoistodus? sp.
(Lám. 2, figs. 21, 23)

- 1997 *Drepanoistodus?* sp. FERRETTI & BARNES, p. 33, lám. 5, figs. 5-8, 11-12 (sólo).

Material estudiado: Cuatro elementos de las secciones CT-I y CT-III de Constantina.

Descripción: elementos erectos y suberectiformes caracterizados por presentar la base muy expandida anteriormente, a modo de anticúspide, en tanto que el desarrollo posterior de la misma es más reducido. La cúspide está comprimida en sentido lateral, ligeramente flexionada hacia el flanco interno y sus márgenes

nes anterior y posterior son agudos. La cavidad basal se continúa brevemente en la cúspide y su ápice se sitúa en la parte media de la misma.

Observaciones: Los ejemplares estudiados muestran una marcada similitud con algunas de las formas ilustradas por FERRETTI & BARNES (1997). Los autores citados destacan que se trata de una especie común en la asociación del Kalkbank de Turingia.

Orden Panderodontida SWEET, 1988

Superfamilia Panderodontacea LINDSTRÖM, 1970

Familia Panderodontidae LINDSTRÖM, 1970

Género *Panderodus* ETHINGTON, 1959

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

Panderodus gracilis (BRANSON & MEHL, 1933) *s.l.*

* 1933 *Paltodus gracilis* BRANSON & MEHL, p.108, lám. 8, figs. 20, 21.

v. 1971 *Panderodus gracilis* FAHRAEUS (?BRANSON & MEHL) – LINDSTRÖM & PELHATE, p. 89.

v. 1980 *Panderodus gracilis* (BRANSON & MEHL) – ORCHARD, p. 23, lám. 3, figs. 1, 2, 8, 10, 11, 14, 15, 19, 22-23, 26, 32, fig.text. 4B.

v. 2008 *Panderodus gracilis* (BRANSON & MEHL) – DEL MORAL, p. 188-191, lám. 5, fig. 7, lám. 6, fig. 7, lám. 15, figs. 1-15, lám. 16, figs. 1-17 (con sinonimia).

Material estudiado: Un elemento falciforme procedentes de la sección CT-I del sinclinal del Cerrón del Hornillo.

Descripción: El elemento falciforme es un cono prácticamente simétrico, con la cúspide proclina y comprimido lateralmente; el margen anterior es subredondeado y el posterior agudo. La base posee una longitud similar o ligeramente mayor que la cúspide. El surco panderodóntido se inicia en la porción posterior de la cúspide y finaliza en la parte media de la base. La cavidad basal es profunda.

Distribución: *P. gracilis* es una especie cosmopolita reconocida desde el Ordovícico Medio, pero particularmente abundante en el Ordovícico Superior. NOWLAN *et al.* (1988) mencionan la presencia de elementos de esta especie en niveles del Silúrico basal en Canadá. En la Península Ibérica ha sido iden-

tificada en materiales carbonatados de diversas localidades, correspondientes a la Zona de *A. ordovicicus*.

Orden Prioniodontida DZIK, 1976

Familia Balognathidae HASS, 1959

Género *Amorphognathus* BRANSON & MEHL, 1933

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

Amorphognathus ordovicicus BRANSON & MEHL, 1933

(Lám. 1, figs. 18, 20, 23, 25)

* 1933 *Amorphognathus ordovicica* n. sp. BRANSON & MEHL, p. 127, lám. 10, fig. 38.

v. 2008 *Amorphognathus ordovicicus* (BRANSON & MEHL) – DEL MORAL, p. 198-203, lám. 5 figs. 2-3, 6, lám. 6, figs. 5-6, lám. 18, lám. 19, figs. 1-14, lám. 20, figs. 1-13, lám. 21, figs. 1-11, lám. 22, figs. 1-12, lám. 23, figs. 1-15, lám. 24, figs. 1-17 (con sinonimia).

Material estudiado: Elementos Pa, Pb, M y Sd en los afloramientos de Constantina y Cazalla de la Sierra.

Observaciones: Los elementos atribuibles al género *Amorphognathus* son frecuentes en la colección estudiada, no obstante, un número reducido de ellos se adscriben a la especie *A. ordovicicus*. Cabe destacar que los elementos ambalodiformes (Pb) son muy escasos en esta asociación, hecho que contrasta notoriamente con su abundancia relativa en colecciones de la Zona Centroibérica y de la Cordillera Ibérica. Aquéllos que ocupan la posición Pa se hallan representados por ejemplares con un grado variable de fragmentación y sólo la presencia de un elemento M incompleto ha permitido la identificación de esta especie.

Amorphognathus aff. *ordovicicus* BRANSON & MEHL, 1933

(Lám. 2, fig. 6)

Material estudiado: Un elemento M incompleto.

Descripción: Cúspide comprimida lateralmente, con márgenes anterior y posterior agudos, y sección biconvexa casi plana. Los márgenes anterior y posterior de la cúspide pare-

cen corresponder a sendos procesos con un escaso desarrollo. De la porción basal de la cúspide se origina un denticulo pequeño que se sitúa paralelo y muy próximo al flanco interno de la misma. La porción basal del denticulo se prolonga en un proceso antero lateral de reducido tamaño. La cavidad basal es amplia y su diseño es de forma subtriangular.

Observaciones: El ejemplar de tipo holo-dontiforme (M) que hemos adscrito a *Amorphognathus* aff. *ordovicicus*, aunque incompleto, muestra diferencias notorias con las formas que caracterizan las distintas especies de *Amorphognathus*. Se puede distinguir de *A. ventilatus* FERRETTI & BARNES por el tamaño y número de denticulos, así como por la sección basal. *A. aff. lindstroemi* (SERPAGLI, 1967) identificado por FERRETTI (1998) en la Cuenca de Praga, Bohemia, difiere de nuestro material en la sección transversal de la cúspide y en la posición divergente del denticulo. El elemento M atribuido por BERGSTRÖM & MASSA (1992, lám. 1, fig. 18) a *Amorphognathus* sp. cf. *A. ordovicicus* muestra cierta similitud con la forma aquí descrita, no obstante, el denticulo se desarrolla sobre el extremo? del proceso y no sobre el flanco de la base de la cúspide.

Amorphognathus sp.
(Lám. 1, figs. 19, 21-22, 24)

Material estudiado: Once elementos de los sinclinales del Valle y del Cerrón del Hornillo.

Observaciones: Los ejemplares de tipo ramiforme (S) que se atribuyen al género *Amorphognathus* presentan un grado variable de fragmentación, y en general su conservación es deficiente. Además, provienen de niveles en los que no existen otros elementos del aparato que puedan posibilitar su adscripción a una determinada especie.

Amorphognathus? sp.
(Lám. 2, figs. 1-5, 8)

1997 *Amorphognathus?* sp. FERRETTI & BARNES, p. 29-30, lám. 2, figs. 1-10.

Material estudiado: Seis ejemplares de la sección CT-I en Constantina.

Observaciones: los ejemplares estudiados corresponden a dos tipos de elementos que fueron previamente descritos por FERRETTI &

SERPAGLI (1997) a partir de material de Turingia. El primero de ellos (Lám. 2, fig. 5) podría corresponder al tercer elemento pectiniforme que introdujeron ARMSTRONG *et al.* (1996) en el aparato de *Amorphognathus ordovicicus* y al que atribuyeron una posición Pb, sustituyendo la forma clásica adoptada en todas las reconstrucciones y asignándole a ésta una posición Pc.

El segundo tipo morfológico (Lám. 2, figs. 1-4) se encuentra siempre representado por fragmentos de elementos pectiniformes que ocuparían la posición Pa, y que como ya señalaron FERRETTI & SERPAGLI (1997) tienen la peculiaridad de presentar un aspecto primitivo tanto en la denticulación como en la disposición de los procesos.

Género *Sagittodontina* KNÜPFER, 1967

Especie tipo: *Sagittodontina robusta* KNÜPFER, 1967.

Sagittodontina robusta KNÜPFER, 1967
(Lám. 1, fig. 24; Lám. 2, figs. 7, 9-16)

* 1967 *Sagittodontina bifurcata* n. sp. KNÜPFER, p.39-40, lám. 7, fig. 5.

v. 2008 *Sagittodontina robusta* KNÜPFER – DEL MORAL, p. 214-218, lám. 6, fig. 1, lám. 7, fig. 3; lám. 29, figs. 1-17, lám. 30, figs. 1-16, lám. 31, figs. 1-8 (con sinonimia).

Material estudiado: Elementos Pa, M, Sa, Sb, Sc y Sd de la “Caliza de Pelmatozoos” en Constantina y Cazalla de la Sierra.

Observaciones: Existe una gran similitud entre los ejemplares del Ordovícico Superior de Turingia, ilustrados por KNÜPFER (1967) y FERRETTI & BARNES (1997) y el material proveniente de la “Caliza de Pelmatozoos”. Por esta razón, hemos empleado las diagnósis e ilustraciones de KNÜPFER (1967) como base fundamental para la identificación de las asociaciones de la Zona de Ossa Morena.

El elemento Pa, de acuerdo con la sinonimia consultada, se halla representado por una gran variedad de tipos morfológicos. Los elementos Pa que figuran BERGSTRÖM (1983) y DZIK (1989), no aparecen completos en nuestro material. Algunos fragmentos de plataforma se han atribuido al elemento Pa por comparación con los ejemplares ilustrados por estos autores. Los elementos S se encuentran

bien representados y su caracterización no ofrece mayores dificultades. Sólo un ejemplar corresponde al elemento M que es interpretado aquí como la morfoespecie *Acodus abnormis* KNÜPFER (1967, lám. 3, figs. 9, 13) y que fuera ilustrado completo por BERGSTRÖM & MASSA (1992, lám. 1, fig. 6).

Familia Icriodellidae SWEET, 1988

Género *Icriodella* RHODES, 1953

Especie tipo: *Icriodella superba* RHODES, 1953.

Icriodella cf. *superba* RHODES, 1953
(Lám. 2, fig. 12)

- * 1953 *Icriodella superba* n. sp. RHODES, p. 288, lám. 20, figs. 59-60, 64-65, 71-73, 77.
v. cf. 2008 *Icriodella superba* RHODES – DEL MORAL, p. 225-227, lám. 5, fig. 1, lám. 33, figs. 1-17 (con sinonimia).

Material estudiado: Un elemento Pb de la sección CT-I en Constantina.

Observaciones: BERGSTRÖM & SWEET (1966) reconstruyeron el aparato de *Icriodella* e integraron en él cinco elementos: pastiniescafo, tertioipedado, bipennado o dolobrado y dos formas tertioipedadas de aspecto subpiramidal. En nuestra colección sólo se halla presente un elemento tertioipedado que atribuimos a la posición Pb. El ejemplar es de aspecto piramidal, con la base prácticamente indiferenciada de la cúspide, que es de tamaño reducido, y la sección basal subtriangular. Si bien estos atributos corresponden a los elementos Pb de *I. superba*, hemos optado por identificarlo en nomenclatura abierta por la ausencia de elementos pastiniescafos que son determinantes para la atribución específica.

Familia Plectodinidae SWEET, 1988

Género *Plectodina* STAUFFER, 1935

Especie tipo: *Prioniodus aculeatus* STAUFFER, 1935.

- 1935 *Plectodina* n. gen. STAUFFER, p. 152.
1975 *Plectodina* STAUFFER – SWEET, THOMPSON & SATTERFIELD, p. 35-37.

Diagnosis original (basada en el elemento Sc; STAUFFER, 1935): “Elemento cuya base es una barra denticulada, comparativamente corta y recta, que en su unión con la cúspide forma un ángulo aproximadamente recto. La cúspide es robusta, ligeramente arqueada, gruesa en la base y se halla orientada con sus bordes agudos aproximadamente en ángulo recto con la base. Una hilera de siete u ocho denticulos (posiblemente más), con los más pequeños próximos a la cúspide, se une al margen externo de ésta, y en algunos casos tiende a continuarse hacia arriba de ella”.

Diagnosis multielemental (BERGSTRÖM & SWEET, 1966; SWEET & BERGSTRÖM, 1972): “Aparato conodontal con seis tipos de elementos; el P es carminado a angulado o pastinado, con denticulos fusionados parcialmente; en algunas especies este elemento posee un proceso lateral corto o una costilla. El M, dolobrado o digirado, con la cavidad basal expandida en sentido lateral. Los elementos S forman una serie de transición simétrica, desde dolobrado o bipennado a digirado y alado. La cúspide de los elementos S es larga; los denticulos son más cortos que la cúspide, de tamaño relativamente uniforme y discretos en gran parte de su longitud. En todos los elementos la cavidad basal es somera y estrecha, extendiéndose a lo largo de todos los procesos”.

Distribución: El género *Plectodina* es típico del Ordovícico Medio y Superior en áreas del Continente Medio, pero se halla también representado en Europa, Sudamérica y Australia.

Plectodina tenuis? (BRANSON & MEHL, 1933)
(Lám. 2, figs. 17-18)

- ? * 1933 *Ozarkodina tenuis* n. sp. BRANSON & MEHL, p. 128, lám. 10, figs. 19-21, 23 (=Pa).
? 1933 *Cordylodus? delicatus* n. sp. BRANSON & MEHL, p. 129, lám. 10, figs. 14-15 (=Sc).
? 1985 *Plectodina tenuis* (BRANSON & MEHL) – SAVAGE & BASSETT, p. 704, lám. 80, figs. 1-5; lám. 81, figs. 19-35 (multielemental).
v. 1993 *Aphelognathus rhodesi* (LINDSTRÖM)? – SARMIENTO, p. 365-367, lám. 26, fig. 6 (solo).
v. 1993 *Plectodina tenuis* (BRANSON & MEHL) – SARMIENTO, p. 372-373, lám. 26, fig. 7.
? 2000 *Plectodina tenuis* (BRANSON & MEHL) – SWEET, fig. 11. 7-12.

Material estudiado: Dos elementos Sc de la sección CS-VII de la “Caliza de Pelmatozoos” en Cazalla de la Sierra (Sevilla).

Descripción: Elementos dolobrados con la cúspide erecta y comprimida lateralmente, el margen anterior se continúa en un proceso anterior muy corto y el posterior lo hace en un proceso de igual orientación, que es largo y denticulado. Este proceso disminuye su altura hacia el extremo distal y en coincidencia los denticulos decrecen en longitud. Los denticulos son fusionados y tienden a inclinarse progresivamente en sentido posterior, desde la región proximal de la cúspide hacia la distal.

La cavidad basal es estrecha y poco profunda. No se han observado microornamentaciones sobre la superficie de los ejemplares estudiados.

Observaciones: Los elementos Sc estudiados se asignan con reservas a *P. tenuis*, porque son morfotipos poco significativos de las especies de este género.

Distribución: *Plectodina tenuis* es una especie ampliamente reconocida en el Ordovícico Medio y Superior. Sus hallazgos se mencionan en Australia, Europa, América del Norte y América del Sur.

Incerti ordinis
Incertae familiae

Género *Istorinus* KNÜPFER, 1967

Especie tipo: *Istorinus erectus* KNÜPFER, 1967.

- 1967 *Istorinus* n. gen. KNÜPFER, p. 31.
1992 *Istorinus* KNÜPFER – BERGSTRÖM & MASSA, p. 1338.

Diagnosis multielemental (BERGSTRÖM & MASSA, 1992, p. 1338): “*Istorinus erectus* es una especie con un aparato compuesto por elementos con una cúspide erecta o suberecta y lateralmente comprimida, con los flancos laterales ligeramente redondeados o lisos, y cavidades basales profundas. Estos elementos tienen tendencia a desarrollar un denticulo corto en el borde anterior y/o posterior de la cúspide”.

Observaciones: DZIK (1989, 1994) y SARMIENTO (1993) sugirieron que *I. erectus* representaba simplemente fragmentos de procesos de los elementos ramiformes de *Sagittodontina robusta* KNÜPFER, 1967. Sin embargo, BERGSTRÖM & MASSA (1992) señalaron que sus especímenes del Ordovícico Superior de Libia aparecían completos.

FERRETTI & BARNES (1997) también constataron que en sus colecciones del Kalkbank de Turingia los ejemplares estaban completos y señalaron que eran claramente más grandes que los fragmentos de *S. robusta*.

Las colecciones de conodontos de la Zona Centroibérica y de la Cordillera Ibérica estudiadas por DEL MORAL (2008) confirman las observaciones de FERRETTI & BARNES (1997) y avalan la identificación de estos elementos como un taxón con entidad propia.

Distribución: Ordovícico Superior de Alemania (FERRETTI & BARNES, 1997), NO de Francia (WEYANT *et al.*, 1977), Austria (FERRETTI & SCHÖNLAUB, 2001), España (FUGANTI & SERPAGLI, 1968; CARLS, 1975; DEL MORAL, 2008), Cerdeña (FERRETTI & SERPAGLI, 1998), Libia (BERGSTRÖM & MASSA, 1992) y Bohemia (FERRETTI, 1998).

Istorinus erectus (KNÜPFER, 1967)
(Lám. 2, figs. 19-20, 22, 24)

- 1967 *Drepanodus disymmetricus* n. sp. KNÜPFER, p. 26, lám. 2, figs. 1-3.
1967 *Drepanodus humilis* n. sp. KNÜPFER, p. 27, lám. 2, figs. 4-6.
* 1967 *Istorinus erectus* n. sp. KNÜPFER, p. 31, lám. 1, figs. 4-6.
1967 *Istorinus postdentatus* n. sp. KNÜPFER, p. 31-32, lám. 1, fig. 10.
1967 *Istorinus recurvus* n. sp. KNÜPFER, p. 32, lám. 1, figs. 7-9.
? 1986 *Noixodontus girardeauensis* (SATTERFIELD, 1971) – BARRICK *in* AMSDEM & BARRICK, lám. 7, figs. 7-8.
1992 *Istorinus erectus* KNÜPFER – BERGSTRÖM & MASSA, p. 1338, lám. 1, figs. 15-16.
v. 1993 *Sagittodontina robusta* KNÜPFER – SARMIENTO, lám. 21, figs. 10-18.
1997 *Istorinus erectus* KNÜPFER – FERRETTI & BARNES, p. 35-36, lám. 5, figs. 13-20.
1998 *Istorinus erectus* KNÜPFER – FERRETTI, p. 133, lám. 2, fig. 14.
1998 *Istorinus erectus* KNÜPFER – FERRETTI & SERPAGLI, lám.3, figs. 18-19.
2001 *Istorinus erectus* KNÜPFER – FERRETTI & SCHÖNLAUB, lám. 2, fig. 15.
v. 2001 *Istorinus erectus* KNÜPFER – SARMIENTO *et al.*, p. 101-102, lám. 1, fig. 8.
v. 2002 *Istorinus erectus* KNÜPFER – DEL MORAL, p. 82, fig.tex. 5.8.
v. 2008 *Istorinus erectus* KNÜPFER – DEL MORAL, p. 228-229, lám. 34, figs. 1-14 (con sinonimia).

Material estudiado: Cinco elementos de las secciones CS-VII y CT-I.

Observaciones: en la “Caliza de Pelmatozoos” se hallan representados los tres elementos descritos por FERRETTI & BARNES (1997) como integrantes del aparato de *I. erectus*. Se ha constatado que en esta especie se registran también formas derechas e izquierdas.

CONCLUSIONES

La asociación de conodontos obtenida en varios niveles de la “Caliza de Pelmatozoos”, cuyos únicos afloramientos se sitúan en los sinclinales del Valle y del Cerrón del Hornillo, permite corroborar su atribución a la Zona de *A. ordovicicus* del Katiense. Dicha asociación está integrada por: *Amorphognathus ordovicicus*, *A. aff. ordovicicus*, *Amorphognathus* sp., *Amorphognathus?* sp., *Drepanoistodus* cf. *suberectus*, *Drepanoistodus?* sp., *Hamarodus europaeus*, *Icriodella* cf. *superba*, *Istorinus erectus*, *Panderodus gracilis*, *Plectodina tenuis?*, *Sagittodontina robusta*, *Scabbardella altipes*, *Scabbardella* sp. A, *Walliserodus amplissimus?* y *Walliserodus?* sp. Los taxones que integran esta asociación muestran una estrecha afinidad con los reconocidos en numerosas localidades de la Península Ibérica, a excepción de aquélla registrada en el Complejo Maláguide de la Cordillera Bética, así como con las del Kalkbank de Turingia y la Cuenca de Praga. Por otra parte, la presencia de *Plectodina* y *Drepanoistodus* sugiere que la Zona de Ossa-Morena pudo estar emplazada durante parte del Ordovícico Superior en latitudes más bajas que las señaladas para el resto de la Península Ibérica, con excepción de la Cordillera Bética. Este hecho habría posibilitado la migración de faunas de las provincias Báltica y Británica hacia el área estudiada. En el mismo sentido que los conodontos, la presencia de gasterópodos microdomátidos en el sinclinal del Cerrón del Hornillo pone en evidencia también que existió un influjo de faunas de aguas más cálidas durante el breve periodo de tiempo que precedió a la glaciación Hirnantense.

AGRADECIMIENTOS

Las áreas de estudio se sitúan en el Parque Natural Sierra Norte de Sevilla, sien-

do este trabajo una contribución al proyecto PATRIORSI (CGL2006-07628/BTE) del Ministerio de Ciencia e Innovación, al proyecto IGCP 503 “Ordovician Palaeogeography and Palaeoclimatology” y Grupo UCM 910231. Nuestro profundo agradecimiento a Rosario Rodríguez-Cañero y Susana E. Heredia por sus oportunas correcciones y las sugerencias que realizaron al manuscrito original.

BIBLIOGRAFÍA

- AGEMATSU, S., SASHIDA, K., SALLYPONGSE, S & SARSDUD, A. 2007. Ordovician conodonts from the Satun area, southern peninsular Thailand. *Journal of Paleontology*, **81**: 19–37.
- AN TAI-XIANG 1981. Recent progress in Cambrian and Ordovician conodont biostratigraphy of China. *Geological Society of America, Special Paper* **187**: 209–224.
- ANGOLOTI, .M., MUELAS, D.A. & GARCÍA, D.A. 1975. *Memoria explicativa de la Hoja N° 920 (Constantina), del Mapa Geológico de España, Esc. 1:50.000*. 28 pp. Instituto Geológico y Minero de España. Madrid.
- ARMSTRONG, H.A., JOHNSON, E.W. & SCOTT, R.W. 1996. Conodont biostratigraphy of the attenuated Dent Group (Upper Ordovician) at Hartley Ground, Broughton in Furness, Cumbria, UK. *Proceedings of the Yorkshire Geological Society*, **51**: 9–21.
- BARNES, C.R. 1992. The uppermost Series of the Ordovician System. In: *Global Perspectives on Ordovician Geology*, WEBBY, B.D. & LAURIE, J.R. Eds. pp. 185–192. Balkema, Rotterdam.
- BARNES, C.R. & BERGSTRÖM, S.M. 1988. Conodont biostratigraphy of the uppermost Ordovician and lowermost Silurian. *Bulletin of the British Museum of Natural History (Geology)*, **43**: 325–344.
- BARNES, C.R., REXROAD, C.B. & MILLER, J. 1973. Lower Paleozoic conodont provincialism. *Geological Society of America, Special Paper* **141**: 157–190.
- BERGSTRÖM, S.M. 1971a. Conodont biostratigraphy of the Middle and Upper Ordovician of Europe and eastern North America. *Geological Society of America, Memoir* **127**: 83–157.
- 1971b. Correlation of the North Atlantic Middle and Upper Ordovician conodont zonation with the graptolite succession. *Coll. Ordov.-Silur. Brest, 1971, Memoire Bureau Recherche Geologie Mineralogie*, **73**: 177–187.
- 1973. Ordovician conodonts. In: *Atlas of Palaeogeography*. HALLAM, A., Ed. pp. 47–58. Elsevier, Scientific Publ. Co., Amsterdam, London, New York.
- 1983. Biogeography, evolutionary relationships, and biostratigraphy significance of Ordovician platform conodonts. *Fossils and Strata*, **15**: 35–58.
- BERGSTRÖM, S.M. & MASSA, D. 1992. Stratigraphic and biogeographic significance of Upper Ordovician

- conodonts from northwestern Libya. In: *The Geology of Libya* IV. SALEM, M.J., HAMMUDA, O.S. & ELIAGOUBI, B.A. Eds. pp. 1323–1342. Elsevier.
- BERGSTRÖM, S.M. & ORCHARD, M.J. 1985. Conodonts of the Cambrian and Ordovician systems from the British Isles. In: *A Stratigraphical Index of Conodonts*. HIGGINS, A.C. & AUSTIN, R.L. Eds. pp. 32–67. Ellis Horwood Ltd. Chichester.
- BERGSTRÖM, S.M. & SWEET, W.C. 1966. Conodonts from the Lexington Limestone (Middle Ordovician) of Kentucky and its lateral equivalents in Ohio and Indiana. *Bulletin of American Paleontology*, **50**: 271–441.
- BERGSTRÖM, S.M., CHEN XU, GUTIÉRREZ-MARCO, J.C. & DRONOV, A. (en prensa). The new chronostratigraphic classification of the Ordovician System and its relation to major regional series and stages and to $\delta^{13}\text{C}$ chemostratigraphy. *Lethaia*.
- BOGOLEPOVA, O. K. & FELITSYN, S.B. 2001. The Nd signatures in Late Ordovician brachiopods and conodonts from Spain and the Carnic Alps of Austria. In: *The Gondwanan Platform during Ordovician times: climatic, eustatic and geodynamic evolution*. Abstract Book of the Business Meeting and Field Excursion of the Subcommittee on Ordovician Stratigraphy, Morocco. HAMOUMI, N. Ed. pp. 15–16. CNCPRST-Mohamed V University. Rabat.
- BRANSON, E.B. & BRANSON, C.C. 1947. Lower Silurian conodonts from Kentucky. *Journal of Paleontology*, **21**: 549–556.
- BRANSON, E.B. & MEHL, M.G. 1933. Conodont studies, nº 1-2. *University of Missouri Studies*, **8**: 1–349.
- BRANSON, E.B., MEHL, M.G. & BRANSON, C.C. 1951. Richmond conodonts of Kentucky and Indiana. *Journal of Paleontology*, **25**: 1–17.
- CARLS, P. 1975. The Ordovician of the Eastern Iberian Chains near Fombuena and Luesma (prov. Zaragoza, Spain). *Neus Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Abhandlungen*, **152**: 127–146.
- CHEN, M. & ZHAN J. 1984. Middle Ordovician conodonts from Tangshan, Nanjing. *Acta Micropaleontologica Sinica*, **1**: 120–140.
- COLLINSON, C.W. 1963. Collection and preparation of conodonts through mass production techniques. *Illinois State Geological Survey*, **343**: 1–16.
- 1965. Conodonts. In: *Handbook of Paleontological Techniques*. KUMMEL, B. & RAUP, D., Eds. pp. 94–102. Freeman, San Francisco. California.
- COOPER, B.J. 1975. Multielement conodonts from the Brassfield Limestone (Silurian) of southern Ohio. *Journal of Paleontology*, **49**: 984–1008.
- DEL MORAL, B. 2008. *Conodontos y microfacies del Ordovícico Superior de la Cordillera Ibérica y Sierra Morena oriental*. 427 pp. Tesis Doctoral, Universidad Complutense de Madrid (inédita).
- DZIK, J. 1976. Remarks on the evolution of the Ordovician conodonts. *Acta Palaeontologica Polonica*, **21**: 395–455.
- 1989. Conodont evolution in high latitudes of the Ordovician. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, **117**: 1–28.
- 1991. Evolution of oral apparatus in the conodont chordates. *Acta Palaeontologica Polonica*, **36**: 265–323.
- EPSTEIN, A.G., EPSTEIN, J.B. & HARRIS, L.D. 1977. Conodont color alteration - an index to organic metamorphism. *United State Geological Survey, Professional Paper*, **995**: 1–27.
- ETHINGTON, R.L. 1959. Conodonts of the Ordovician Galena Formation. *Journal of Paleontology*, **3**: 257–292.
- FABRIES, J. 1963. *Les formations cristallines et métamorphiques du Nord-est de la province de Seville (Espagne). Essai sur le métamorphisme des roches éruptives basiques*. 270 pp. Thèse 3e Cycle Sciences della Terre, Université Nancy, Memoire 4.
- FAHRAEUS, L. & HUNTER, D.R. 1985. Simple-cone conodont taxa from the Cobbs Arm Limestone (Middle Ordovician), New World Island, Newfoundland. *Canadian Journal of the Earth Sciences*, **22**: 1171–1182.
- FAHRAEUS, L. & NOWLAN, G.S. 1978. Franconian (Late Cambrian) to early Champlainian (Middle Ordovician) conodonts from the Cow Head Group, western Newfoundland. *Journal of Paleontology*, **72**: 444–471.
- FERRETTI, A. 1998. Late Ordovician conodonts from the Prague Basin, Bohemia. *Acta Paleontologica Polonica*, **58**: 123–139.
- FERRETTI, A. & BARNES, C.R. 1977. Upper Ordovician conodonts from the Kalkbank Limestone of Thuringia, Germany. *Palaeontology*, **40**(1): 15–42.
- FERRETTI, A. & SCHÖNLAUB, H.P. 2001. New conodont faunas from the Late Ordovician of the Carnic Alps, Austria. *Bolletino della Società Paleontologica Italiana*, **40**(1): 3–15.
- FERRETTI, A. & SERPAGLI, E. 1998. Late Ordovician conodont faunas from southern Sardinia, Italy: biostratigraphic and paleogeographic implications. *Bolletino della Società Paleontologica Italiana*, **37**(2-3): 215–236.
- FRYDA, J., ROHR, D.M., ROBARDET, M. & GUTIÉRREZ-MARCO, J.C. 2001. A new Late Ordovician microdomatid gastropod genus from Seville, south west Spain, with a revision of Ordovician Microdomatoidea. *Alcheringa*, **25**(3-4): 117–127.
- FUCHS, A. 1990. Bemerkungen zu Stratigraphie und Character der ordovizischen Conodontenfauna Thüringens. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie*, **1990**(4): 193–214.
- 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. *Bolletino della Società Geologica Italiana*, **87**: 511–521.
- GARCÍA RAMOS, J.C. & ROBARDET, M. 1992. Hierros oolíticos ordovícicos de la Zona de Ossa-Morena. *Publicaciones del Museo de Geología de Extremadura*, **3**: 123–132.
- GUTIÉRREZ-MARCO, J.C., RÁBANO, I. & ROBARDET, M. 1984. Estudio bioestratigráfico en el Sinclinal del Valle (prov. Sevilla, SO de España). *Memorias y Notas, Publicaciones del Museo y Laboratorio de Mineralogía y Geología de la Universidade de Coimbra*, **97**: 11–37.
- GUTIÉRREZ-MARCO, J.C. & ROBARDET, M. 2004. Estratigrafía Ordovícico-Silúrico-Devónico Inferior. Zona de Ossa-Morena. 2.6.1.2. In: *Geología de España*.

- VERA, J.A., Ed. pp. 170–172. Sociedad Geológica de España e Instituto Geológico y Minero de España. Madrid.
- GUTIÉRREZ-MARCO, J.C., ROBARDET, M., RÁBANO, I., SARMIENTO, G.N., SAN JOSÉ LANCHA, M.A., HERRANZ ARAÚJO, P. & PIEREN PIDAL, A. P. 2002. Ordovician. Chapter 4 *In: The Geology of Spain*. Gibbons, W. & Moreno, T., Eds. pp. 31–49. The Geological Society. London.
- GUTIÉRREZ-MARCO, J.C., SAN JOSÉ, M.A. & PIEREN, A.P. 1990. Central Iberian Zone. Autochthonous sequences. Post-Cambrian Paleozoic stratigraphy. *In: Pre-Mesozoic Geology of Iberia*, DALMEYER, R.D. & MARTÍNEZ-GARCÍA, E., Eds. pp. 160–171. Springer Verlag. Berlin-Heidelberg.
- HAFENRICHTER, M. 1979. Paläontologisch-ökologische und lithofazielle untersuchungen des “Ashgillkalkes” (Jungordovizium) in Spanien. *Arbeiten aus dem Paläontologischen Institut Würzburg*, **3**: 1–139.
- HAMMANN, W. 1992. The Ordovician trilobites from the Iberian Chains in the provincia of Aragon, NE-Spain. I: The trilobites of the Cystoid Limestone (Ashgill Serie). *Beringeria*, **6**: 3–218.
- HASS, W.H. 1959. Conodonts from the Chappel Limestone of Texas. *Professional Paper of the United State Geological Survey*, **294J**: 365–400.
- HENNINGSMOEN, G. 1948. The *Tretaspis* Series of the Kullatorp core. *Bulletin of the Geological Institut of the University of Uppsala*, **32**: 374–432.
- JEPSSON, L., FREDHOLM, D. & MATTIASON, B. 1985. Acetic acid and phosphatic fossils - a warning. *Journal of Paleontology*, **59**: 952–956.
- KODALEVICH, A.N. & TSCHERNIC, V.V. 1973. [New subfamily Belodellinae (conodonts)]. *Trudy Sverdlovskogo Gornogo Instituta*, **93**: 42–47.
- KNÜPFER, J. 1967. Zur Fauna und Biostratigraphie des Ordoviziums (Gräfenenthaler Schisten) in Thüringen. *Freiberger Forschungshefte*, **C 220**: 1–119.
- KOLB, S. 1978. *Erläuterungen zur geologischen Kartierung des Gebietes S Cerveruela in den östlichen Iberischen Ketten (NE-Spanien)*. 122 pp. Diplomarbeit univ. Würzburg.
- LENZ, A.C. & MCCRACKEN, A.D. 1988. Ordovician-Silurian boundary, northern Yukon, Canada. *Bulletin of the British Museum of Natural History (Geology)*, **43**: 265–271.
- LINDSTRÖM, M. 1955. Conodonts from the lowermost Ordovician strata of South-central Sweden. *Geologiska Föreningen i Stockholm Förhandlingar*, **76(4)**: 517–604.
- 1959. Conodonts from the Crug Limestones (Ordovician, Wales). *Micropalaeontology*, **5**: 427–452.
- 1964. *Conodonts*. 196 pp. Elsevier Publishing Co. Amsterdam, London & New York.
- 1970. A suprageneric taxonomy of the conodonts, *Lethaia*, **3**: 427–445.
- 1971. Lower Ordovician conodonts of Europe. *In: Symposium on Conodont Biostratigraphy*, SWEET, W.C. & BERGSTRÖM, S.M. Eds. *Geological Society of America, Memoir*, **12**: 21–61.
- 1976a. Conodont provincialism and paleoecology - a few concepts. *In: Conodont Paleocology. Geological Association of Canada, Special Paper*, **15**: 3–10.
- 1976b. Conodont paleogeography of the Ordovician. *In: Ordovician System*. BASSETT, M.G. Ed. pp. 501–522. University of Wales Press & Natural Museum of Wales. Cardiff.
- LINDSTRÖM, M. & PELHATE, A. 1971. Présence de conodontes dans les calcaires de Rosan (Ordovicien Moyen a Supérieur, Massif Armoricain). *Mémoires du Bureau des Recherches Géologiques et Minières*, **73**: 89–91.
- MCCRACKEN, A.D. & BARNES, C.R. 1981. Conodont biostratigraphy and paleoecology of the Ellis Bay Formation, Anticosti Island Quebec, with special reference to the late Ordovician early Silurian chronostratigraphy and the systemic boundary. *Bulletin of Geological Survey of Canada*, **329**: 51–134.
- MCCRACKEN, A.D. & NOWLAN, G.S. 1989. Conodont paleontology and biostratigraphy of Ordovician carbonates and petroliferous carbonates on Southampton, Baddin, and Akpatok islands in the eastern Canadian Arctic. *Canadian Journal of Earth Sciences*, **26**: 1880–1903.
- NOWLAN, G.S. 1983. Biostratigraphic, paleogeographic, and tectonics implications of the late Ordovician conodonts from the Grog Brook Group, northwestern New Brunswick. *Canadian Journal of Earth Sciences*, **20**: 651–671.
- 2002. Stratigraphy and conodont biostratigraphy of Upper Ordovician strata in the subsurface of Alberta, Canada. *Special Papers in Paleontology*, **67**: 185–203.
- NOWLAN, G.S. & BARNES, C.R. 1981. Late Ordovician conodonts from the Vauréal Formation, Anticosti Island Québec. *Bulletin of the Geological Survey of Canada*, **329**: 1–49.
- NOWLAN, G.S., MCCRACKEN, A.D. & CHATTERTON, B.D.E. 1988. Conodonts from Ordovician-Silurian boundary strata, Whittaker Formation, McKenzie Mountains, Northwest Territories. *Geological Survey of Canada*, **373**: 1–99.
- ORCHARD, M.J. 1980. Upper Ordovician conodonts from England and Wales. *Geologica et Palaeontologica*, **14**: 9–44.
- PANDER, C.H. 1856. *Monography der fossilen Fische des Silurischen Systems der Russisch-Baltischen Gouvernements*. 91 pp. Akademie der Wissenschaften, St. Petesburg.
- PÖHLER, S.M.L. & BARNES, C.R. 1990. Conceptual models in conodont paleoecology. *Courier Forschungs-institut Senckenberg*, **118**: 409–440.
- PÖHLER, S.M.L. & ORCHARD, M.J. 1990. Ordovician conodont biostratigraphy, western Canadian Cordillera. *Geological Survey of Canada Paper 90*, **15**: 1–37.
- RHODES, F.H.T. 1955. The conodont fauna of the Keisley Limestone. *Quarterly Journal of the Geological Society of London*, **111**: 117–142.
- ROBARDET, M. 1976. L'originalité du segment hercynien sud-ibérique au Paleozoïque inférieur: Ordovicien, Silurien et Dévonien dans le Nord de la province de Seville (Espagne). *Comptes Rendus des Séances de l'Academie des Science, Serie D: Sciences Naturelles*, **283**: 999–1002.

- ROBARDET, M. 1982. The Silurian-earliest Devonian succession in South Spain (Ossa Morena Zone) and its Paleogeographical signification. In: SASSI, F.P. & VARGA, I. (Eds.), *Newsletter I.G.C.P.*, **5**: 72–77.
- ROBARDET, M. & DORÉ, F. 1988. The late Ordovician diamictic formations from the southwestern Europa: North-Gondwana, glacio-marine deposits. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **66**: 19–31.
- ROBARDET, M. & GUTIÉRREZ-MARCO, J.C. 1990. Passive margin phase (Ordovician-Silurian-Devonian). In: *Pre-Mesozoic Geology of Iberia*. DALLMEYER, R.D. & MARTÍNEZ GARCÍA, E., Eds. pp. 267–272. Springer-Verlag, Berlin.
- 2004. The Ordovician, Silurian and Devonian sedimentary rocks of the Ossa-Morena Zone (SW Iberian Peninsula, Spain). *Journal of Iberian Geology*, **30**: 73–92.
- ROBARDET, M., PIÇARRA, J.M., STORCH, P., GUTIÉRREZ-MARCO, J.C. & SARMIENTO, G.N. 1998. Ordovician and Silurian stratigraphy and faunas (graptolites and conodonts) in the Ossa Morena Zone of the SW Iberian Peninsula (Portugal and Spain). *Temas Geológico-Mineros ITGE*, **23**: 289–318.
- RODRÍGUEZ-CAÑERO, R., MARTÍN-ALGARRA, A., SARMIENTO, G.N. & NAVAS-PAREJO, P., 2007. First record of Late Ordovician conodonts in the Betic Cordillera (Southern Spain). *IGCP Project 503 "Ordovician Palaeogeography and Palaeoclimate"*. Abstracts and Field-guides, pp. 18–19.
- SARMIENTO, G.N. 1993. *Conodontos ordovícicos de Sierra Morena (Macizo Hespérico meridional)*. 597 pp. Tesis Doctoral, Universidad Complutense de Madrid (inérita).
- SARMIENTO, G.N., GUTIÉRREZ-MARCO, J.C., HACAR RODRÍGUEZ, M.P., ROBARDET, M. & RÁBANO, I. 1992. Hallazgos de conodontos en lutitas con cantos calizos del Sinclinorio de Truchas (Ordovícico Superior, NO de España). *Publicaciones del Museo Geológico de Extremadura*, **2**: 131–132.
- SAVAGE, N.M. & BASSETT, M.G. 1985. Caradoc-Ashgill conodont faunas from Wales and the Welsh Borderland. *Palaeontology*, **28**: 679–713.
- SCHÖNLAUB, H.P., 1988. The Ordovician-Silurian boundary in the Carnic Alps of Austria. *Bulletin of the British Museum of Natural History (Geology)*, **43**: 107–115.
- SERGEVA, S.P. 1964. [Significado estratigráfico de los conodontos del Ordovícico Inferior en el Distrito de Leningrado]. *Leningrado University Bulletin of Geology and Geography, serie*, **12**: 56–60 (en Ruso).
- SERPAGLI, E. 1967. I Conodonti dell'Ordoviciano superiore (Ashgilliano) delle Alpi Carniche. *Bolletino della Società Paleontologica Italiana*, **6**: 30–111.
- SIMON, W. 1951. Untersuchungen im Paläozoikum von Sevilla (Sierra Morena, Spanien). *Abhandlungen der senkenbergischen Naturforschenden Gesellschaft*, **485**: 31–42.
- STAUFFER, C.R. 1935. The conodont fauna of the Decorah Shale (Ordovician). *Journal of Paleontology*, **9**: 596–620.
- STONE, J. 1987. Review of investigative techniques in the study of conodonts. In: *Conodonts: Investigative Techniques and Applications*. AUSTIN, R.L., Ed. pp. 17–34. Ellis Horwood Ltd. Chichester.
- SWEET, W.C. 1988. The Conodonta. Morphology, Taxonomy, Paleocology and Evolutionary History of a long extinct Animal Phylum. *Oxford monographs on geology and geophysics*, Oxford University Press, **10**: 1–212.
- 2000. Conodonts and biostratigraphy of Upper Ordovician strata along a shelf to basin transect in Central Nevada. *Journal of Paleontology*, **74**: 1148–1160.
- SWEET, W.C. & BERGSTRÖM, S.M. 1972. Multielement taxonomy and Ordovician conodonts. *Geologica et Palaeontologica, SB*, **1**: 29–42.
- 1984. Conodont provinces and biofacies of the Late Ordovician. *Geological Society of America, Special Paper*, **196**: 69–86.
- SWEET, W.C., ETHINGTON, R.L. & BARNES, C.R. 1971. North American Middle and Upper Ordovician conodont faunas. In: *Symposium on conodont biostratigraphy*. SWEET, W.C. & BERGSTRÖM, S.M., Eds. *Geological Society of America. Memoir*, **127**: 163–193.
- SWEET, W.C., THOMPSON, T.L. & SATTERFIELD, I.R. 1975. Conodont stratigraphy of the Cape Limestone (Maysvillian) of eastern Missouri. *Report of the Investigations - Missouri Geological Survey*, **57**: 60 pp.
- VÁZQUEZ GUZMÁN, F. & FERNÁNDEZ POMPA, A. 1976. Contribución al conocimiento geológico del SW de España en relación con la prospección de depósitos de magnetitas. *Instituto Geológico y Minero de España*, **89**: 1–120.
- VIIRA, V. 1974. Konodonty Ordovika Priblatiki [Conodontos ordovícicos del Báltico oriental]. 142 pp. *Eesti NSV Teaduste Akademia, Geoloogia Instituudi Valgus*.
- WEBBY, B.D., COOPER, R.A., BERGSTRÖM, S.M. & PARIS, F. 2004. Stratigraphic framework and time slices. In: *The Great Ordovician Biodiversification Event*. WEBBY, B.D., PARIS, F., DROSER, M.L. & PERCIVAL, I.G., Eds. pp. 41–47. Columbia University Press. New York.
- WEYANT, M., DORÉ, F., LE GALL, J. & PONCET, J. 1977. Un épisode calcaire ashgillien dans l'est du Massif armoricain; incidence sur l'âge des dépôts glacio-marins fini-ordoviciens. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, **284**: 1147–1149.
- ZHEN, Y.Y., WEBBY, B.D. & BARNES, C.R. 1999. Upper Ordovician conodonts from the Bowan Park succession, central New South Wales, Australia. *Geobios*, **32**: 73–104.

Manuscrito recibido el 20 de septiembre de 2008

Manuscrito aceptado el 2 de diciembre de 2008

LÁMINA 1

- Fig. 1.— *Walliserodus amplissimus?* (SERPAGLI, 1967). Elemento c, 1a- vista posterior oblicua, 1b- vista lateral, CT-I/1-1.
- Figs. 2-3.— *Walliserodus* sp., 2- elemento e, 2a, vista lateral, 2b- vista posterior oblicua, CT-I/1-2; 3- elemento e?, vista lateral oblicua, CT-I/1-3.
- Figs. 4-13, 16.— *Scabbardella altipes* (HENNINGSMOEN, 1948). 4- elemento acodiforme (a), vista lateral, CT-III/6-1; 5- elemento drepanodiforme (e), vista lateral, CT-I/1-2; 6- elemento acodiforme (a), vista lateral, CT-III/4-1; 7- elemento drepanodiforme (e), vista lateral, CT-I/1-5; 8- elemento drepanodiforme (e), vista lateral, CT-I/1-8; 9- elemento distacodiforme asimétrico (b), vista lateral oblicua, CT-I/1-7; 10- elemento distacodiforme simétrico (c), vista lateral, CT-I/1-11; 11- elemento acodiforme (a), vista lateral, CT-III/5-1; 12- elemento distacodiforme (b), vista lateral, CT-I/1-9; 13- elemento distacodiforme? (b?), vista lateral oblicua, CT-III/6-2; 16- elemento drepanodiforme? (e?), CT-I/1-12.
- Fig. 14.— *Drepanoistodus* cf. *suberectus* (BRANSON & MEHL, 1933). Elemento suberectiforme, 14a- vista lateral y cavidad basal, 14b- vista lateral y sección transversal, CT-I/1-17.
- Fig. 15.— *Hamarodus europaeus* (SERPAGLI, 1967). Elemento Sc, vista lateral, CT-I/1-21.
- Fig. 17.— *Scabbardella* sp. A. NOWLAN & MCRACKEN, 1988. Elemento distacodiforme simétrico (c), vista lateral, CT-I/1-13.
- Figs. 18, 20, 23, 25.— *Amorphognathus ordovicicus* BRANSON & MEHL, 1933. 18- elemento M, 18a- vista lateral oblicua, 18b- vista posterior oblicua, CT-I/1-21; 20- elemento Sd, vista lateral oblicua, CT-I/1-22; 23- elemento Sc, vista lateral, CT-I/1-19; 25- elemento Sb, vista lateral, CT-I/1-20.
- Figs. 19, 21-22.— *Amorphognathus* sp., 19- elemento Sc, vista lateral, CT-I/1-24; 21- elemento Sa, vista lateral, CT-I/1-26; 22- elemento Sc?, vista lateral, CT-I/1-15;
- Fig. 24.— *Sagittodontina robusta* KNÜPFER, 1967. Elemento Sb, vista lateral, CT-I/1-15.

PLATE 1

- Fig. 1.— *Walliserodus amplissimus?* (SERPAGLI, 1967). c element, 1a- posterior oblique view, 1b- lateral view, CT-I/1-1.
- Figs. 2-3.— *Walliserodus* sp., 2- e element, 2a, lateral view, 2b- posterior oblique view, CT-I/1-2; 3- e? element, lateral oblique view, CT-I/1-3.
- Figs. 4-13, 16.— *Scabbardella altipes* (HENNINGSMOEN, 1948). 4- acodiform element (a), lateral view, CT-III/6-1; 5- drepanodiform element (e), lateral view, CT-I/1-2; 6- acodiforme (a), vista lateral, CT-III/4-1; 7- elemento drepanodiforme (e), vista lateral, CT-I/1-5; 8- drepanodiform element (e), lateral view, CT-I/1-8; 9- distacodiform asymmetrical element (b), oblique lateral view, CT-I/1-7; 10- distacodiform symmetrical element (c), lateral view, CT-I/1-11; 11- acodiform element (a), lateral view, CT-III/5-1; 12- distacodiform element (b), lateral view, CT-I/1-9; 13- distacodiform? element (b?), oblique lateral view, CT-III/6-2; 16- drepanodiform? element (e?), oblique posterior view CT-I/1-12.
- Fig. 14.— *Drepanoistodus* cf. *suberectus* (BRANSON & MEHL, 1933). Suberectiform element, 14a- lateral view and basal cavity, 14b- lateral view and transversal section, CT-I/1-17.
- Fig. 15.— *Hamarodus europaeus* (SERPAGLI, 1967). Sc element, lateral view, CT-I/1-21.
- Fig. 17.— *Scabbardella* sp. A NOWLAN & MCRACKEN, 1988. Distacodiform symmetrical element (c), lateral view, CT-I/1-13.
- Figs. 18, 20, 23, 25.— *Amorphognathus ordovicicus* BRANSON & MEHL, 1933. 18- M element, 18a- lateral oblique view, 18b- posterior oblique view, CT-I/1-21; 20- Sd, element, lateral oblique view, CT-I/1-22; 23- Sc element, lateral view, CT-I/1-19; 25- Sb element, lateral view, CT-I/1-20.
- Figs. 19, 21-22.— *Amorphognathus* sp., 19- Sc element, lateral view, CT-I/1-24; 21- Sa element, lateral view, CT-I/1-26; 22- Sc? element, lateral view, CT-I/1-15;
- Fig. 24.— *Sagittodontina robusta* KNÜPFER, 1967. Sb element, lateral view, CT-I/1-15.

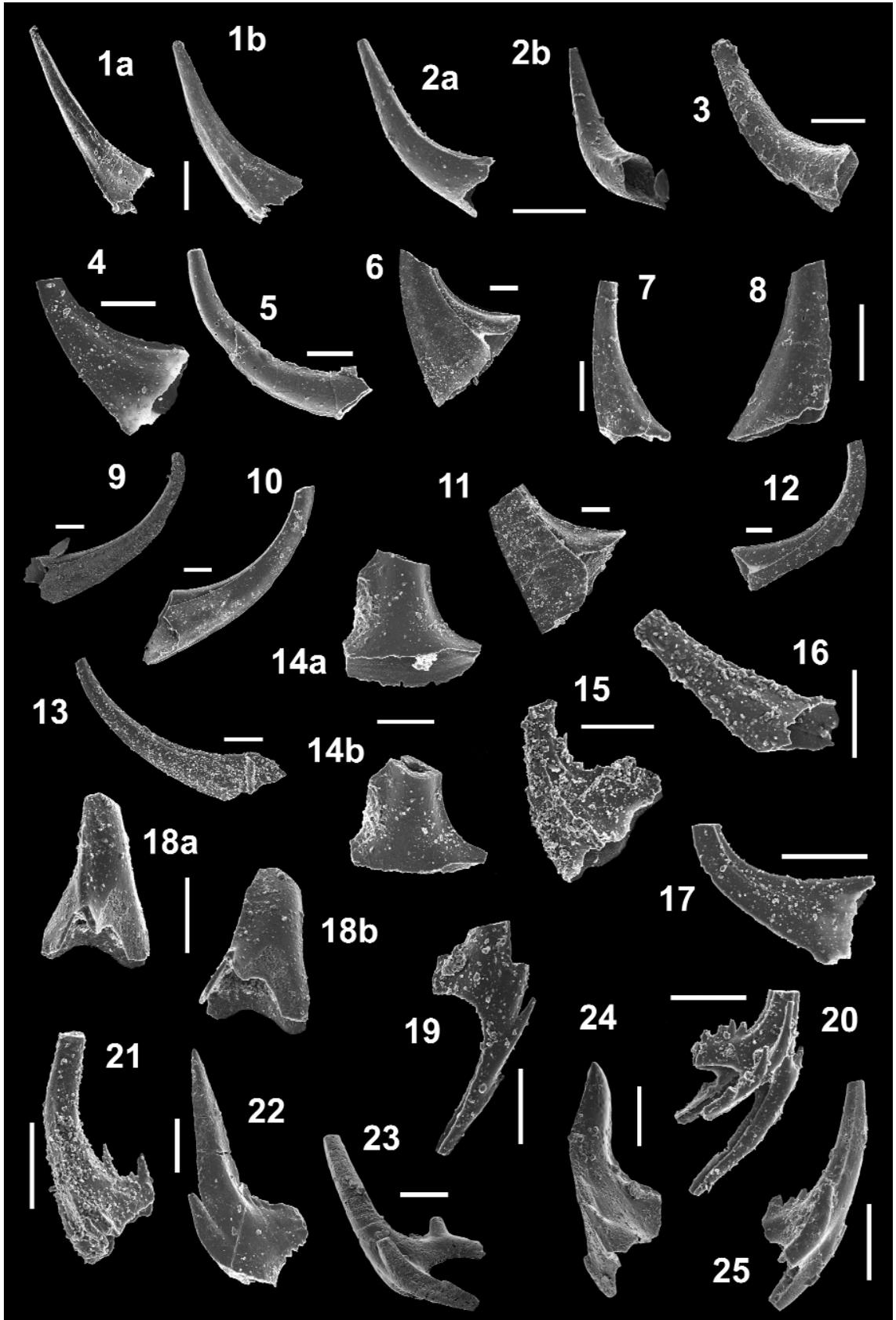


LÁMINA 2

Figs. 1-5, 8.— *Amorphognathus?* sp. 1-4 procesos de elementos Pa, vistas superiores, CT-I/1-17, 25, 32, 33; 5- elemento Pb, vista lateral, CT-I/1-19; 8- elemento Pb, vista lateral, CS-VIIA/2-1.

Fig. 6.— *Amorphognathus* aff. *ordovicianus* BRANSON & MEHL, 1933. Elemento M, 1a- vista lateral oblicua, 1b- vista lateral, 1c- vista inferior, CT-I/1-27.

Figs. 7, 9-11, 13-16.— *Sagittodontina robusta* KNÜPFER, 1967. 7- elemento P, vista lateral oblicua, CT-III/6-2; 9- elemento P, vista postero-lateral, CT-III/6-4; 10- elemento P, vista lateral, CT-III/7-1; 11- elemento M, 11a, vista lateral oblicua, 11b, vista posterior, CT-I/33; 13- elemento Sa?, CT-I/1-22; 14- elemento Sc, CT-I/6-16; 15- elemento Sd, 15a, vista lateral oblicua, 15b, vista posterior; 16- elemento Sb, vista lateral oblicua, CT-I/1-30.

Fig. 12.— *Icriodella* cf. *superba* RHODES, 1953. Elemento Pb, 12a, vista lateral, vista 12b, vista posterior oblicua, CT I/1-41.

Figs. 17-18.— *Plectodina tenuis?* (BRANSON & MEHL, 1933). Elementos Sc, 17- vista lateral, CS-VIIA/2-29; 18- vista lateral, CS-VIIA/2-35.

Figs. 19-20, 22, 24.— *Istorinus erectus* (KNÜPFER, 1967). 19- CT-I/1-36; 20- CT-III/6-9; 22- CT-III/6-10; 24- CS-VIIA/6-7.

Figs. 21, 23.— *Drepanoistodus?* sp., 21- vista lateral, CT-I/1-34; 23a, vista inferior oblicua, 23b, vista lateral, CT-I/1-38.

PLATE 2

Figs. 1-5, 8.— *Amorphognathus?* sp. 1-4 processes of Pa elements, upper views, CT-I/1-17, 25, 32, 33; 5- Pb element, lateral view, CT-I/1-19; 8- Pb element, lateral view, CS-VIIA/2-1.

Fig. 6.— *Amorphognathus* aff. *ordovicianus* BRANSON & MEHL, 1933. M, element, 1a- oblique lateral view, 1b- lateral view, 1c- basal view, CT-I/1-27.

Figs. 7, 9-11, 13-16.— *Sagittodontina robusta* KNÜPFER, 1967. 7- P element, oblique lateral view, CT-III/6-2; 9- P element, posterior-lateral view, CT-III/6-4; 10- P, lateral view, CT-III/7-1; 11- M element, 11a, oblique lateral view, 11b, posterior view, CT-I/33; 13- Sa? element, CT-I/1-22; 14- Sc element, CT-I/6-16; 15- Sd element, 15a, oblique lateral view, 15b, posterior view; 16- Sb element, oblique lateral view, CT-I/1-30.

Fig. 12.— *Icriodella* cf. *superba* RHODES, 1953. Pb element, 12a- lateral view, 12b- oblique posterior view, CT I/1-41.

Figs. 17-18.— *Plectodina tenuis?* (BRANSON & MEHL, 1933). Sc element, 17- lateral view, CS-VIIA/2-29; 18- lateral view, CS-VIIA/2-35.

Figs. 19-20, 22, 24.— *Istorinus erectus* (KNÜPFER, 1967). 19- CT-I/1-36; 20- CT-III/6-9; 22- CT-III/6-10; 24- CS-VIIA/6-7.

Figs. 21, 23.— *Drepanoistodus?* sp., 21- lateral view, CT-I/1-34; 23a, oblique basal view, 23b, lateral view, CT-I/1-38.

