

# Conodontos del Ordovícico Superior (Ashgill) en la Serra do Buçaco, Portugal

## *Late Ordovician (Asgilliam) conodonts from Serra do Buçaco (Portugal)*

Graciela N. Sarmiento<sup>1</sup>, Begoña del Moral<sup>1</sup> y José Manuel Piçarra<sup>2</sup>

**Resumen:** Se describen los primeros conodontos ordovícicos de Portugal, que fueron obtenidos en el Miembro Poiares de la Formación Ferradosa, aflorante en el sinclinal de Buçaco (Zona Centroibérica portuguesa). La mayor parte de los taxones de conodontos se han identificado en nomenclatura abierta debido a las condiciones de conservación que presentan. De las observaciones tafonómicas del material estudiado, se infieren condiciones de metamorfismo de grado bajo (epizonal) para las rocas de las cuales fueron extraídos. La asociación de conodontos está integrada por taxones representativos de la Biozona de *Amorphognathus ordovicicus* (Ashgill) en la Provincia Mediterránea del Dominio Nordatlántico.

**Palabras clave:** Zona Centroibérica portuguesa, sinclinal de Buçaco, Formación Ferradosa, Ordovícico Superior, conodontos, Biozona de *Amorphognathus ordovicicus*.

**Abstract:** The first Ordovician conodonts from Portugal are described. They were obtained from the Poiares Member of the Ferradosa Formation cropping out in the Buçaco syncline (Central Iberian Zone). Most of the conodont taxa have been identified in open nomenclature due to their preservation conditions. Taphonomic aspects of the conodonts suggest low grade metamorphic conditions (epizone) for their host rocks. This conodont association is composed of taxa characteristic of the Ashgillian *Amorphognathus ordovicicus* Biozone from the Mediterranean Province of the North Atlantic Domain.

**Key words:** Portuguese Central Iberian Zone, Buçaco Syncline, Ferradosa Formation, Upper Ordovician, conodonts, *Amorphognathus ordovicicus*.

### INTRODUCCIÓN

La presencia de conodontos ordovícicos en numerosas localidades situadas en áreas que constituyeron el margen septentrional del paleocontinente de Gondwana está, casi siempre, vinculada al único episodio propiamente carbonatado de este Periodo. Las calizas *s.l.* del Ordovícico Superior (Kralodvoriense; Ashgill pre-Hirnantense en la escala avalónica) constituyen, en términos generales, depósitos de escasa potencia y de reducida extensión lateral. No obstante, estos materiales pueden ser reconocidos en el ámbito de una dilatada geografía que incluye, además de la Península Ibérica, Francia, Libia, Italia, Austria y Turingia. Todas las áreas mencionadas han sido objeto de numerosas investigaciones micropaleontológi-

cas, las cuales han permitido identificar asociaciones de conodontos que en su mayoría han sido atribuidas por los distintos autores a la Biozona de *Amorphognathus ordovicicus*.

En España, las asociaciones de conodontos del Ordovícico Superior han sido reconocidas en la Formación Caliza Urbana de la Zona Centroibérica (FUGANTI & SERPAGLI, 1968, HAFENRICHTER, 1979, SARMIENTO, 1990, 1993), en la Formación Caliza de Cistoideos de la Cordillera Ibérica (CARLS, 1975, KOLB, 1978), en las formaciones Estana, d'El Baell y en la Unidad de Bruguera en los Pirineos (HARTEVELT, 1970, ROBERT, 1980, SANZ, 1988), en la Formación Caliza de Pelmatozoos de Ossa Morena (SARMIENTO, 1993), en las Calizas de Madremanya de las Cadenas Costeras Catalanas (SARMIENTO *et al.*, 1995), y en las

<sup>1</sup> Departamento de Paleontología, Instituto de Geología Económica (CSIC-UCM), Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense de Madrid, Ciudad Universitaria. E-28040 Madrid, España.

<sup>2</sup> Instituto Geológico e Mineiro, Ap. 104, 7802 Beja, Portugal.

«calizas del Trigal» de la Formación Casaio, Formación La Aquiana y cantos calcáreos englobados en la Formación Rozadais de la región limítrofe entre las zonas Asturoccidental-leonesa y Centroibérica (SARMIENTO *et al.*, 1992, SARMIENTO *et al.*, 1999a).

En Portugal, la única referencia sobre conodontos ordovícicos es la mención de la Biozona de *Amorphognathus ordovicicus* en la Formación Ferradosa de Buçaco, que consta como datos inéditos de YOUNG (en OLIVEIRA *et al.*, 1992, pág. 369). Sin embargo, este dato no corresponde a la Formación Ferradosa, sino que alude a los conodontos provenientes de la Formación Rosan (Península de Crozon, Francia), que fueron estudiados por LINDSTRÖM & PELHATE (1971) y PARIS *et al.* (1981). En realidad, la confusión inicial parte del trabajo de YOUNG (1985, pág. 138-139), quien plantea una correlación estratigráfica entre los materiales del Ordovícico Superior de la Península de Crozon y los de Buçaco, y data su «Biozona 10» (de *Mcewanella?* n. sp.) restringida a Bretaña, con los hallazgos de conodontos franceses.

Aunque la «Biozona 10» no se logró caracterizar en Portugal (YOUNG, 1985: cf. pág. 121 vs. 141), en otro lugar del trabajo se incluye en las «Portuguese sequences» con criterios exclusivamente de correlación litoestratigráfica entre las calizas de la Formación Ferradosa y las calizas de la Formación Rosan.

En la última década, hemos estudiado micropaleontológicamente diversos afloramientos de la calizas del Kralodvoriense en la Serra do Buçaco, incluyendo el corte tipo de las formaciones Porto de Santa Anna (MITCHELL, 1974) y Ferradosa (YOUNG, 1985). Las intercalaciones calcáreas de la primera unidad no han proporcionado hasta el momento conodontos. Con respecto a los estudios efectuados en diversos afloramientos de la Formación Ferradosa, sólo los más meridionales han brindado un reducido número de conodontos cuyo análisis se aborda en este trabajo.

La presencia de conodontos ordovícicos en Portugal constituye un dato de interés bioestratigráfico y paleobiogeográfico para los materiales del Paleozoico Inferior en el ámbito de su geografía, por cuanto el conocimiento de este grupo fósil estaba limitado a hallazgos en el Silúrico (SARMIENTO *et al.*, 1999b, 2000).

## MARCO GEOGRÁFICO Y GEOLÓGICO

La Serra do Buçaco es una estructura sinclinal de tipo asimétrico con orientación NNO-SSE, constituida por importantes afloramientos de materiales del Paleozoico Inferior. Desde el punto de vista geológico, se sitúa en continuidad con la región surcentroibérica española (Fig. 1). La sucesión ordovícica afloran-

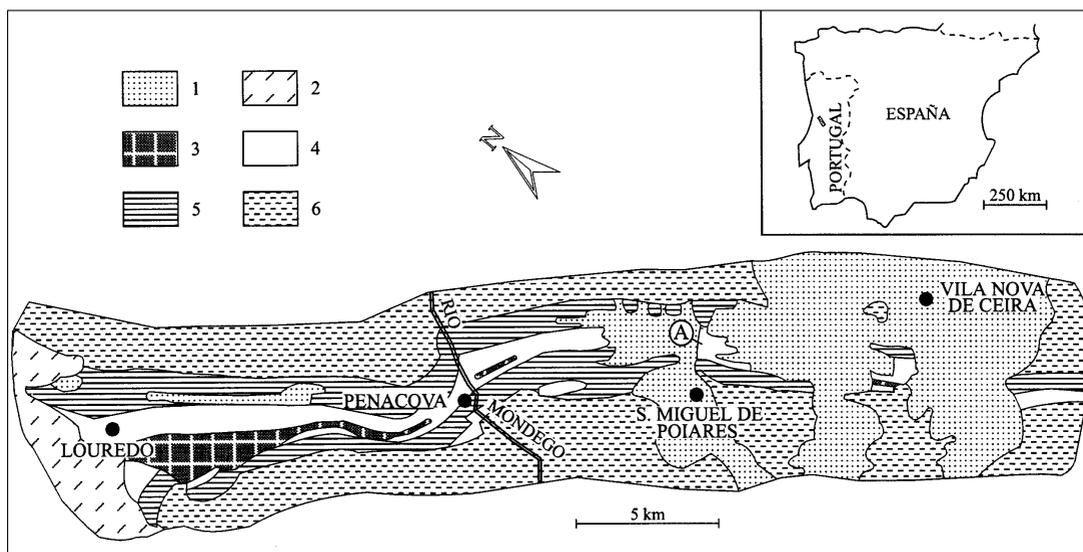


Figura 1.-Mapa de ubicación de las localidades con conodontos ordovícicos. 1- Arenisca de Buçaco (Terciario), 2- Carbonífero/Pérmico, 3- Silúrico, 4- Ordovícico Medio y Superior, 5- Ordovícico Inferior, 6- Complejo Esquisto-Grauwáquico. A- nivel con conodontos.

Figure 1.-Location of the section with Ordovician conodonts. 1- Sandstone of Buçaco (Tertiary), 2- Carboniferous/Permian, 3-Silurian, 4- Middle and Upper Ordovician, 5- Lower Ordovician, 6- Schist-Grauwáquic Complex. A- level with conodonts.

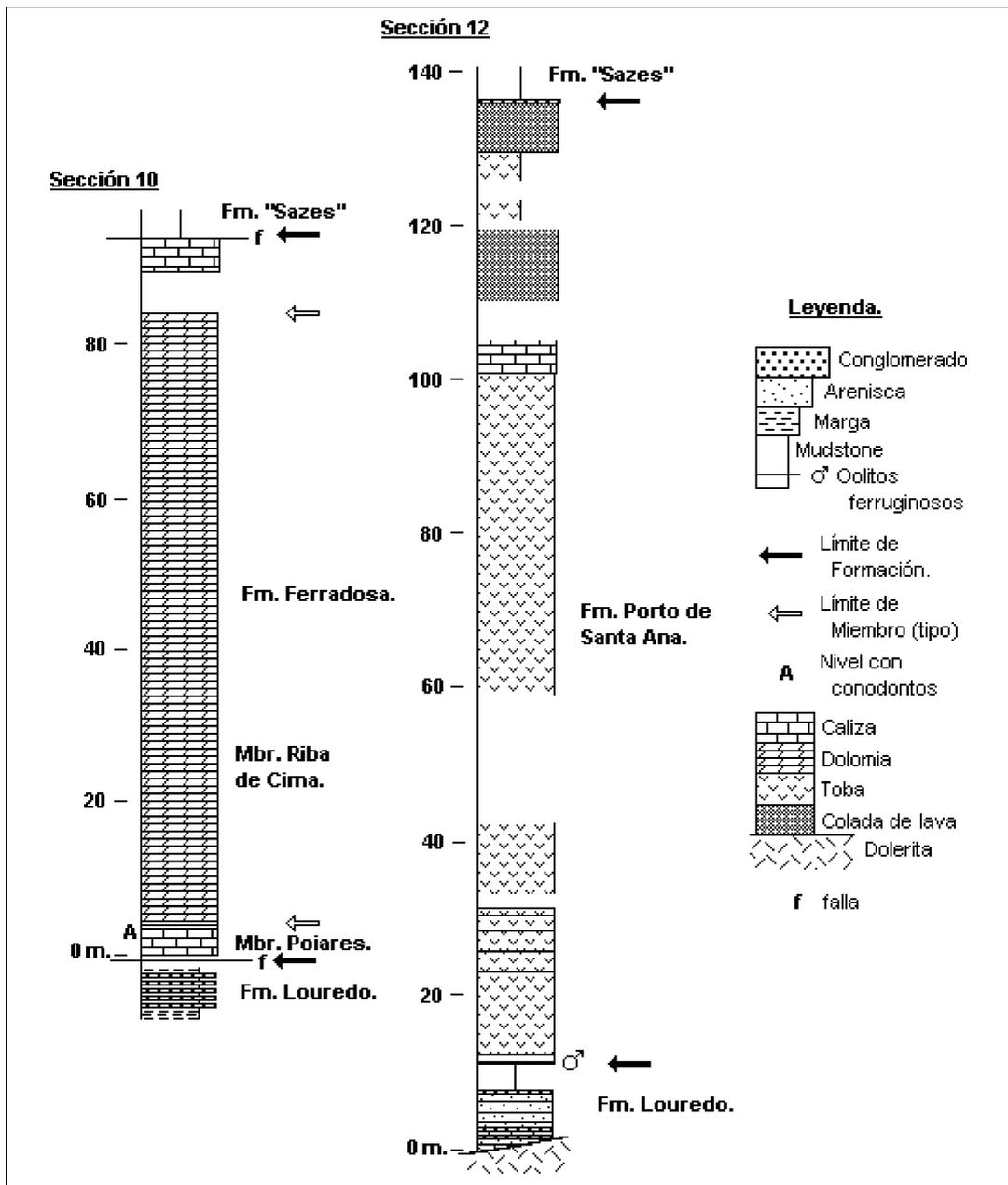


Figura 2.-Columnas estratigráficas para el Ordovícico Superior en el sinclinal de Buçaco, según YOUNG (1988).

Figure 2.-Upper Ordovician logs from the Buçaco Syncline, after YOUNG (1988).

te en esta estructura se presenta especialmente completa y ha sido objeto de numerosos estudios desde principios del siglo pasado por parte de investigadores portugueses, franceses y británicos. Una síntesis de estos trabajos fue aportada por OLIVEIRA *et al.* (1992).

Los aspectos estratigráfico-sedimentológicos y paleontológicos de los depósitos del Ordovícico

Superior en la zona central de Portugal, fueron analizadas de forma pormenorizada por YOUNG (1985). Este autor incluyó las rocas volcánicas de la Formación Porto de Santa Ana y los carbonatos masivos de la Formación Ferradosa en el Grupo Venda Nova, señalando que ambas unidades son aproximadamente contemporáneas.

La Formación Ferradosa (Fig. 2, sección 10 de YOUNG, 1988), sólo ha sido reconocida en la parte sur del sinclinal de Buçaco y se halla constituida, en sus términos basales (Miembro Poiares), por materiales calcáreos descalcificados de reducido espesor (5-6 m) que han proporcionado numerosos braquiópodos, briozoos y equinodermos atribuidos al Ashgill inferior. El resto de la unidad (Miembro Riba de Cima) se compone de aproximadamente 100 m de dolomías masivas recristalizadas con intercalaciones arcillosas que contienen braquiópodos, briozoos y equinodermos. A techo de esta unidad se reconocen calizas silicificadas y sedimentos tufáceos a los que suceden, mediante contacto tectónico, «mudstones» de la Formación de Sazes, de posible edad Silúrica (YOUNG, 1985, pág.45).

Los materiales carbonatados que se hallan expuestos fundamentalmente en antiguas canteras, fueron muestreados sistemáticamente para conodontos en los siguientes puntos: en el talud de la carretera de Galhano a Ponte da Mata (estratotipo de la Formación Porto de Santa Ana, sección 12 de la Fig. 2); 500 m al este de Ferradosa (estratotipo de la Formación Ferradosa, sección 10 de la Fig. 2), y en el área de Venda Nova, 7 km al sudeste de Penacova. Sin embargo, los únicos resultados positivos se obtuvieron en el punto BU-P (coordenadas UTM 566,73/4453,4 de la Hoja Geológica 231- Penacova, a escala 1:25.000), que se sitúa contiguo al talud de la carretera nacional 17, a 1500 m al noreste de Sao Miguel de Poiares (Fig. 1, A). Se trata en este caso de niveles poco dolomitiza-

dos que corresponden al techo del Miembro Poiares (inferior) de la Formación Ferradosa.

## PALEONTOLOGÍA

Los aspectos tafonómicos de algunos de los conodontos estudiados fueron mencionados previamente por SARMIENTO *et al.* (1999c). Estos autores, analizaron fundamentalmente aquellos atributos tafonómicos que conciernen a su aplicación como geotermómetros (Índice de Alteración del Color), y establecieron para las rocas portadoras condiciones de metamorfismo de grado bajo (epizona). En este tipo de rocas los conodontos exhiben un estado de conservación deficiente que dificulta, y en ocasiones impide, su asignación taxonómica. Por este motivo, la mayor parte de los ejemplares que integran esta asociación se han descrito en nomenclatura abierta, en tanto que otros han sido referidos como fragmentos indeterminados (Tabla 1).

En el residuo insoluble obtenido del tratamiento químico de las rocas (ácido fórmico al 6%), se hallan presentes también espículas hexactinélidas y restos de ostrácodos.

Los conodontos ilustrados en este trabajo están depositados en el Departamento de Paleontología (CSIC-UCM) de la Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense de Madrid. La sigla que los identifica (BU-P), hace referencia a Buçaco, Portugal.

## LÁMINA 1

Figs. 1-3, 5.- *Sagittodontina robusta* KNÜPFER. Elementos P; 1- BU-P 5787, vista lateral oblicua, x 300; 2- BU-P 5784, vista lateral interna, x 240; 3- BU-P 5782, vista lateral interna, x 240; 5- BU-P 5779, vista lateral interna, x 180.

Figs. 4,6.- *Amorphognathus cf. ordovicicus* BRANSON & MEHL. 4- BU-P 5789, elemento Pc, vista lateral externa, x 220; 6- elemento Pb, vista lateral interna, x 180.

Fig. 7.- *Eocarniodus gracilis* (RHODES)?. BU-P 5783, vista lateral, x 350.

Fig. 8.- *Istorinus erectus* KNÜPFER?. BU-P 5781, vista lateral, x 260.

Fig. 9.- *Panderodus cf. gracilis* (BRANSON & MEHL). BU-P 5785, vista lateral, x 220.

Fig. 10.- *Scabbardella?* sp. BU-P 5780, vista lateral, x 170.

Fig. 11.- *Walliserodus?* sp. BU-P 5788; vista lateral, x 180.

## PLATE 1

Figs. 1-3, 5.- *Sagittodontina robusta* KNÜPFER. P elements; 1- BU-P 5787, oblique lateral view, x 300; 2- BU-P 5784, inner lateral view, x 240; 3- BU-P 5782, inner lateral view, x 240; 5- BU-P 5779, inner lateral view, x 180.

Figs. 4,6.- *Amorphognathus cf. ordovicicus* BRANSON & MEHL. 4- BU-P 5789, Pc element, external lateral view, x 220; 6- Pb element, inner lateral view x 180.

Fig. 7.- *Eocarniodus gracilis* (RHODES)?. BU-P 5783, lateral view, x 350.

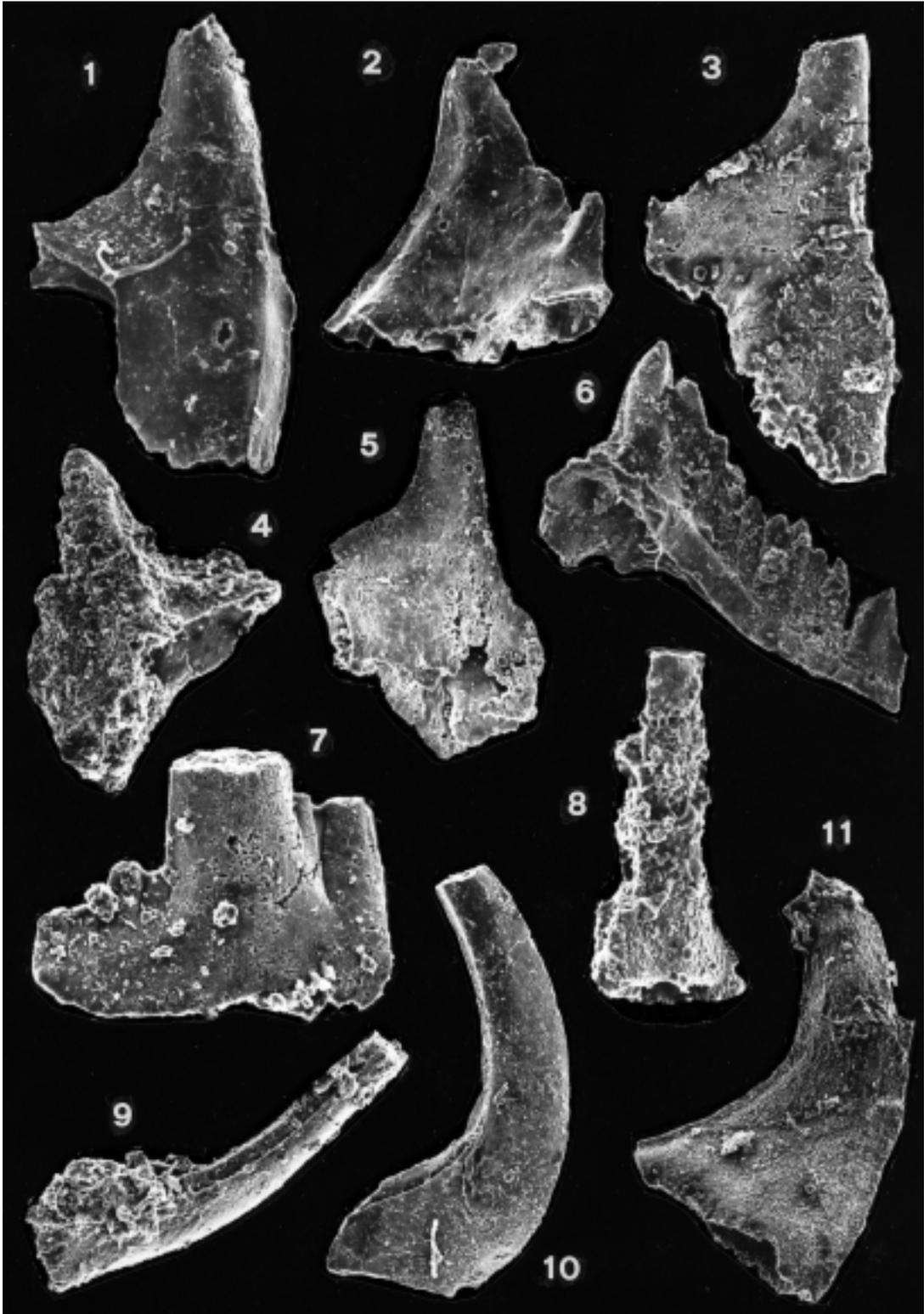
Fig. 8.- *Istorinus erectus* KNÜPFER?. BU-P 5781, lateral view, x 260.

Fig. 9.- *Panderodus cf. gracilis* (BRANSON & MEHL). BU-P 5785, lateral view, x 220.

Fig. 10.- *Scabbardella?* sp. BU-P 5780, lateral view, x 170.

Fig. 11.- *Walliserodus?* sp. BU-P 5788; lateral view, x 180.

LÁMINA 1/PLATE 1



TAXONES	PESO	BU-P 920 gr.
Amorphognathus cf. ordovicicus		
	Pa	1
	Pb	1
	Pc	2
Eocarniodus gracilis?		4
Panderodus cf. gracilis		3
Sagittodontina robusta		
	Pa	7
	Pb	2
Istorinus erectus?		1
Scabbardella? sp.		6
Walliserodus? sp.		1
Fragmentos indeterminados		8

Tabla 1  
Abundancia relativa de conodontos en el Mb. Poiares  
de la Fm. Ferradosa.

Las especies de conodontos presentes en el miembro inferior (Mb. Poiares) de la Formación Ferradosa son bien conocidas y han sido descritas con gran detalle en numerosos trabajos. En este apartado, sólo se mencionan los argumentos que justifican las atribuciones taxonómicas.

Orden Protopanderodontida SWEET, 1988  
Familia Protopanderodontidae LINDSTRÖM, 1970

Género *Scabbardella* ORCHARD, 1980

Especie tipo: *Drepanodus altipes* (HENNINGSMOEN, 1948)

*Scabbardella?* sp.  
(Lám. 1, Fig. 10)

*Observaciones:* Se atribuyen con dudas a este género varios elementos coniformes con un grado de conservación muy deficiente. Estos ejemplares, que poseen paredes finas y una cavidad basal amplia y profunda, suelen experimentar fenómenos de disolución, y fragmentación, que son especialmente notorios en sus extremos apicales y basales. Este hecho, dificulta su asignación taxonómica, en particular cuando provienen de rocas con un grado metamórfico de tipo anquizonal, como es el caso de los niveles aquí investigados.

Orden Panderodontida SWEET, 1988  
Familia Belodellidae KHODALEVICH & CHERNICH, 1973

Género *Walliserodus* SERPAGLI, 1967

Especie tipo: *Paltodus debolti* REXROAD, 1967

*Walliserodus?* sp.  
(Lám 1, Fig. 11)

*Observaciones:* Se asigna con dudas a este género un único ejemplar bien conservado, ligeramente arqueado, comprimido lateralmente, y provisto de una base de desarrollo moderado. Su borde posterior exhibe una carena, en tanto que el anterior es agudo. Ambos flancos son lisos, pero el interno muestra un sutil abultamiento en la porción basal. El elemento muestra algunas semejanzas con el ejemplar ilustrado por Orchard (1980, Lám. 3, fig. 9) y atribuido a *Walliserodus amplissimus* (SERPAGLI, 1967) subsp. B, proveniente de la Formación Rhiwlas de Bala (Reino Unido).

Familia Panderodontidae LINDSTRÖM, 1970

Género *Panderodus* ETHINGTON, 1959

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

*Panderodus* cf. *gracilis* (BRANSON & MEHL, 1933)  
(Lám. 1, Fig. 9)

cf. 1999a *Panderodus gracilis* BRANSON & MEHL - SARMIENTO *et al.*, pág. 490, Lám. 2, Figs. 9-11 (con referencias previas).

*Observaciones:* Sólo un número reducido de ejemplares están presentes en la asociación estudiada. Las costillas que recorren ambos flancos de la cúspide son bien visibles, en tanto que la estriación longitudinal tan frecuente en los elementos de esta especie, puede observarse aún en algunos sectores de los especímenes utilizando mayores aumentos. El escaso número de ejemplares disponibles, junto con su deficiente conservación, hacen que sea dudosa su posición en el aparato conodontal.

*Distribución:* *Panderodus gracilis* está bien representado en los materiales del Ordovícico Superior Tardío (Ashgillense/Kralodvoriense) de Europa,

América del Norte y Asia. El rango estratigráfico de la especie se extiende desde el Ordovícico Medio hasta el Silúrico Inferior.

Orden Prioniodontida DZIK, 1976  
Familia Balognathidae HASS, 1959

Género *Amorphognathus* BRANSON & MEHL, 1933

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

*Amorphognathus* cf. *ordovicicus*  
BRANSON & MEHL, 1933  
(Lám. 1, Figs. 4, 6)

cf. 1999a *Amorphognathus ordovicicus* BRANSON & MEHL - SARMIENTO *et al.*, págs. 490, 492, 494; Lám. 1, Figs. 1-4 (con referencias previas).

*Observaciones:* Se comparan con esta especie un proceso del elemento Pa, dos elementos Pc y un elemento Pb. La presencia de elementos Pa completos es un hecho poco frecuente en las asociaciones del Ordovícico Superior de la Península Ibérica, en el mismo sentido, son raros o están ausentes los elementos M. Teniendo en cuenta que estos morfotipos son los más relevantes para las asignaciones específicas de este género, se ha estimado oportuno referir los ejemplares estudiados en nomenclatura abierta. Para la notación de los elementos P se ha seguido la reconstrucción propuesta por ARMSTRONG *et al.* (1996), quien introduce un tercer morfotipo pectiniforme en el aparato conodontal de esta especie. Se adopta este criterio porque en las asociaciones ibéricas se suelen encontrar, con relativa frecuencia, elementos con este tipo de morfología, que no pueden ser adscriptos a ninguno de los taxones presentes en las mismas.

*Distribución:* *Amorphognathus ordovicicus* ha sido reconocido en materiales del Ordovícico Superior Tardío (Biozona de *A. ordovicicus*) de numerosas localidades de Europa, América del Norte y Asia. Género *Sagittodontina* KNÜPFER, 1967  
Especie tipo: *Sagittodontina robusta* KNÜPFER, 1967

*Sagittodontina robusta* KNÜPFER, 1967  
(Lám. 1, Figs. 1-3, 5)

1999a *Sagittodontina robusta* KNÜPFER -SARMIENTO *et al.*, págs. 495-496, Lám. 1, Figs. 6-17; Lám. 2, Figs. 1-5 (con referencias previas).

*Observaciones:* Los elementos de esta especie constituyen las formas dominantes en la asociación estudiada, aunque sólo están representados los morfotipos que ocupan la posición P. Todos los ejemplares muestran en su porción basal los efectos de una notoria disolución que confiere al margen basal un aspecto muy irregular.

*Distribución:* Esta especie es bien conocida en el Ordovícico Superior de España, Turingia, Francia, Cerdeña, Bohemia?, Libia y recientemente ha sido registrada en el Reino Unido.

Familia Fam. Nov. 6 ALDRIDGE & SMITH, 1993

Género *Eocarniodus* ORCHARD, 1980

Especie tipo: *Prioniodus gracilis* RHODES, 1955

*Eocarniodus gracilis* (RHODES, 1955)?  
(Lám. 1, Fig. 7)

? 1996 *Eocarniodus? gracilis* (RHODES, 1955) - ARMSTRONG *et al.*, pág. 19, Figs. 9:4 (con referencias previas)

*Observaciones:* Se atribuyen a esta especie cuatro ejemplares, uno de cuales está bien conservado. En ninguno de ellos se observa el reborde basal que exhiben algunos de los ejemplares ilustrados por ORCHARD (1980); además su tamaño es algo más reducido con respecto al que tienen los restantes componentes de esta asociación. FERRETTI & BARNES (1997), designaron a formas similares provenientes de «Kalkbank» de Turingia como «elementos carnio-diformes». Estos autores, mencionaron también el hecho de que algunos fragmentos correspondientes a procesos de elementos ramiformes de *Amorphognathus* o de *Hamarodus* hayan sido, o puedan ser, atribuidos erróneamente a *Eocarniodus gracilis*. Teniendo en cuenta esta posibilidad, se ha optado por identificar con dudas a los ejemplares de la Formación Ferradosa.

*Distribución:* *Eocarniodus gracilis* ha sido reconocido en el Ordovícico Superior de varias localidades de Europa continental e insular y en Canadá.

Orden indeterminado  
Familia indeterminada

Género *Istorinus* KNÜPFER, 1967

Especie tipo: *Istorinus erectus* KNÜPFER, 1967

*Istorinus erectus* KNÜPFER, 1967?

(Lám. 1, Fig. 8)

? 1997 *Istorinus erectus* KNÜPFER - FERRETTI & BARNES, págs. 34, 36, Lám. 5, Figs. 13-20 (con referencias previas).

**Observaciones:** Se atribuye con dudas a esta especie, un único ejemplar con la pared muy recristalizada. En trabajos anteriores (SARMIENTO, 1993) se ha seguido el criterio de DZIK (1989), quien considera que estas formas son sólo fragmentos de procesos de los morfotipos ramiformes de *Sagittodontina robusta*. Si bien no descartamos esta posibilidad, aquí optamos por otorgar identidad propia a estos elementos, teniendo en cuenta las consideraciones de BERGSTRÖM & MASSA (1992) y FERRETTI & BARNES (1997). Según dichos autores, los ejemplares atribuidos a este taxón están completos, y en ellos no se observan evidencias de fragmentación o un tamaño anómalo que induzcan a pensar que son partes de elementos de otras especies.

**Distribución:** *Istorinus erectus* ha sido registrado en el Ordovícico Superior de Turingia, España, Francia, Cerdeña y Libia.

## BIOESTRATIGRAFÍA

En el sinclinal de Buçao, el Grupo Venda Nova sobreyace a la Formación Louredo. La edad Berouniense de esta última unidad fue establecida mediante asociaciones de quitinozoos (PARIS, 1979). Al mismo tiempo, este autor señaló la existencia de una laguna estratigráfica que abarca el Berouniense terminal y el Kralodvoriense basal. De este modo, a la base de la Formación Porto de Santa Ana (equivalente lateral de la Fm. Ferradosa) se le atribuyó una edad Kralodvoriense, dejando abierta la posibilidad de que sus niveles terminales pudieran corresponder al Kosoviense (PARIS, 1979, Fig. tex., 2).

El Miembro Poiares de la Formación Ferradosa ha proporcionado braquiópodos, briozoos y equinodermos que son similares a los reconocidos en la parte inferior de la Fm. Rosan de Breñaña (Francia) y a los de los niveles inferiores de la Fm. Porto de Santa Ana, cuya edad es Berouniense inferior. Por otra parte, los niveles silicificados del techo del Miembro Riba de Cima contienen una macrofauna similar a la identificada en el techo de la Formación Porto de Santa Ana, cuya edad es Kralodvoriense y no alcanza el Kosoviense (YOUNG, 1988).

Los niveles siliciclásticos de la base de la Formación Porto de Santa Ana son portadores de fósiles atribuidos al Berouniense superior (OWEN & HAMMANN, 1990, ROMANO, 1991), en tanto que aquéllos reconocidos en la parte superior de la unidad indican una edad Kralodvoriense (BRENCHLEY *et al.*, 1991).

La asociación de conodontos proveniente del Miembro Poiares de la Formación Ferradosa, está constituida por un reducido número de ejemplares, que en su mayoría corresponden a los taxones más representativos de la Biozona de *Amorphognathus ordovicicus* en la Provincia Mediterránea del Dominio Nordatlántico. Si bien no es posible aportar información significativa en cuanto a la datación de este miembro inferior utilizando la asociación de conodontos, cabe destacar, que existe una marcada similitud entre ella, y las asociaciones identificadas en la Formación Caliza Urbana aflorante en diversas localidades de la Zona Centroibérica española (SARMIENTO, 1993, con referencias previas).

## RAGOS PALEOGEOGRÁFICOS

El marcado provincialismo que presentan las faunas de conodontos ordovícicos, ha sido interpretado en función de la temperatura del agua que caracterizó a los ambientes marinos en los que surgieron y se desarrollaron las distintas poblaciones. En este sentido, se reconocieron dos grandes unidades geográfico-faunales, el Dominio del «Midcontinent» y el Dominio Nordatlántico o Europeo (BARNES *et al.*, 1973, SWEET & BERGSTRÖM, 1974), los cuales corresponderían a su vez con las provincias de «bajas» y «altas» latitudes de CHARPENTIER (1984) y a las denominadas «faunas de aguas cálidas y de «aguas frías» de SWEET & BERGSTRÖM (1984), respectivamente.

Para el Ordovícico Superior del Dominio Nordatlántico, se han reconocido las provincias Británica, Báltica y Mediterránea (BERGSTRÖM, 1990). Esta última, que se corresponde con asociaciones de latitudes altas, se caracteriza por la presencia de *Sagittodontina*, *Istorinus* y *Nordiodus* (BERGSTRÖM, 1990). La asociación de conodontos de la Fm. Ferradosa, puede atribuirse, sin lugar a dudas, a la Provincia Mediterránea. No obstante, el reducido número de ejemplares que la integran, dificulta su adscripción inequívoca a alguna de las biofacies que fueran reconocidas por SWEET & BERGSTRÖM (1984). En este sentido, sólo podemos incluirla tentativamente en la Biofacies de *Sagittodontina robusta-Scabbardella*

*altipes*, que de acuerdo con los autores antes citados, podría representar un hábitat geográfico situado en regiones polares o subpolares, en el cual se desarrollaron faunas con una diversidad muy baja.

Según HAMMANN (1992), la Zona Centroibérica se localizaría en una plataforma eminentemente siliciclástica y somera, al menos en relación con la Zona de Ossa-Morena. A finales del Berouniense y principios del Kralodvoriense, esta plataforma pudo verse afectada por diferentes fenómenos de fracturación distensiva, acompañados por volcanismo básico (Fm. Porto de Santa Ana), que habrían dado origen a la compartimentación tectónica de la cuenca, con desarrollo de cubetas independientes (OLIVEIRA *et al.*, 1992). Sólo así podría explicarse la diferenciación facial observada dentro del Grupo Venda Nova, y el importante acúmulo de carbonatos representado localmente por la Formación Ferradosa en una estrecha franja dentro de la Serra do Buçaco.

A nivel de la Zona Centroibérica, los espesores de la Formación Ferradosa sólo se ven superados por la Caliza de la Aquiana en la región limítrofe con la Zona Asturoccidental-leonesa (hasta 300 m, SARMIENTO *et al.*, 1999a), y por los de una cubeta local con Caliza Urbana, identificada al sur de Aldeaquemada, Jaén (con más de 200 m de caliza masiva: J.C. GUTIÉRREZ-MARCO, datos inéditos). Finalmente, un caso semejante de variaciones bruscas de espesor de la Caliza Urbana e intervención del volcanismo, se registra en la región minera de El Centenillo (Jaén). Allí PINEDA (1987) describe sondeos donde la formación alcanza los 67 m, en tanto que en superficie no supera los 10 m de potencia, y generalmente suele faltar por la erosión vinculada con el descenso eustático del Kosoviense.

## CONCLUSIONES

Se han identificado en Portugal los primeros conodontos del Ordovícico Superior correspondientes a la Biozona de *Amorphognathus ordovicicus* (Kralodvoriense). Este hallazgo proviene del Miembro Poiares de la Formación Ferradosa, expuesta en el sinclinal de Buçaco (Zona Centroibérica portuguesa). Los microfósiles descritos, amplían a escala de la Península Ibérica, nuestro conocimiento acerca de las conodontofaunas del Kralodvoriense que ya eran bien conocidas en España. En el mismo sentido, se incorpora la asociación estudiada a la Provincia Mediterránea del Dominio Nordatlántico de conodontos.

El índice de alteración del color de los conodontos (CAI), revela para las rocas de las que fueron extraídos, condiciones de metamorfismo de grado bajo (epizona).

## AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su reconocimiento a los doctores J.C. GUTIÉRREZ-MARCO (Madrid, España) y M. ROBARDET (Rennes, Francia) por su inestimable colaboración en todas las etapas del trabajo que hicieron posible la redacción de este manuscrito. Nuestra gratitud a la Dra. M. J. COMAS RENGIFO, Directora de Coloquios de Paleontología, quien adaptó el texto y las figuras que lo ilustran a las normas de publicación de esta revista. Un reconocimiento especial a los Drs. G. BAGNOLI (Pisa, Italia) y T. OLIVEIRA (Alfragide, Portugal), revisores de este trabajo. Las fotografías de los microfósiles fueron tomadas en el Centro de Microscopía Electrónica «Luis Brú» de la UCM, D. C. ALONSO (Dpto. de Paleontología, UCM), procesó el material fotográfico. A todos ellos nuestra gratitud.

La participación del primer autor fue posible gracias a una beca postdoctoral de la Comunidad de Madrid. Este trabajo es una colaboración al Proyecto 410 del PICG (IUGS-UNESCO).

Recibido el día 20 de abril de 2001.

Aceptado el día 24 de octubre de 2001.

## BIBLIOGRAFÍA

- 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., REXROAD, C.B. & MILLER, J.F. 1973. Lower Paleozoic conodont provincialism. *Geological Society of America, Special Paper*, **141**(1972): 157-190.
- BERGSTRÖM, S.M. 1990. Biostratigraphic and biogeographic significance of Middle and Upper Ordovician conodonts in the Girvan succession, South-west Scotland. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, **118**: 1-43.
- BERGSTRÖM, S.M. & MASSA, D. 1992. Stratigraphic and biogeographic significance of Upper Ordovician conodonts from north-western Libya. In: *The Geology of Libya*. SALEM, M.J., HAMMUDA, O.S. & ELIAGOUBI, B.A. Eds. págs. 1323-1342. Elsevier.
- BRENCHLEY, P.J., ROMANO, M. YOUNG, T.P. & STORCH, P. 1991. Hirnantian glaciomarine diamictites -evidence from the spread of glaciation and its effects on Upper Ordovician faunas.

- In: *Advances in Ordovician Geology*. BARNES, C.R. & WILLIAMS, S.H. Eds. *Geological Survey of Canada Paper*, **90-9**: 325-336.
- 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.
- CHARPENTIER, R.R. 1984. Conodonts through time and space: studies in conodont provincialism. In: *Conodont biofacies and provincialism*. CLARK, D.L. Ed. *Geological Society of America, Special Paper*, **196**: 11-32.
- DZIK, J. 1989. Conodont evolution in high latitudes of the Ordovician. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, **117**: 1-28.
- FERRETTI, A. & BARNES, C.R. 1997. Upper Ordovician conodonts from the Kalkbank limestone of Thuringia, Germany. *Palaeontology*, **40**: 15-42.
- 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.
- HAFENRICHTER, M. 1979. Paläontologisch-ökologische und lithofazielle untersuchungen des «Ashgill-kalkes» (Jungordovizium) in Spanien. *Arbeit Paläontologie Institute, 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.
- HARTEVELT, J.J.A. 1970. Geology of the Upper Segre and Valira valleys, Central Pyrenees, Andorra/Spain. *Leidse Geologische Mededelingen*, **45**: 167-236.
- KOLB, S. 1978. *Erläuterungen zur geologischen Kartierung des Gebietes S Cerveruela in den östlichen Iberischen Ketten (NE-Spanien)*. Diplomarbeit, Würzburg, 122 págs.
- LINDSTRÖM, M. & PELHATE, A. 1971. Présence de conodonts dans les calcaires de Rosan (Ordovicien Moyen à Supérieur, Massif Armoricain). *Memoires du Bureau de Recherches Géologiques et Minières*, **73**: 89-91.
- MITCHELL, W.I. 1974. An outline of the stratigraphy and palaeontology of the Ordovician rocks of Central Portugal. *Geological Magazine*, **111**: 385-396.
- OLIVEIRA, J.T., PEREIRA, E., PIÇARRA, J.M., YOUNG, T. & ROMANO, M. 1992. O Paleozóico Inferior de Portugal: Síntese da estratigrafia e da evolução. In: *Paleozoico Inferior de Ibero-América*. GUTIÉRREZ MARCO, J.C., SAAVEDRA, J. & RÁBANO, I. Eds. págs. 359-375. Universidad de Extremadura.
- ORCHARD, M.J. 1980 Upper Ordovician conodonts from England and Wales. *Geologica et Palaeontologica*, **14**: 9-44.
- OWENS, R.M. & HAMMANN, W. 1990. Proetide trilobites from the Cystoid Limestone (Ashgill) of NW Spain, and suprageneric classification of related forms. *Paläont. Z.*, **64**: 221-244.
- PARIS, F. 1979. Les Chitinozoaires de la Formation de Louredo, Ordovicien Supérieur du Sinclinal de Buçaco (Portugal). *Paleontographica, Abt. A*, **164**: 24-51.
- PARIS, F., PELHATE, A. & WEYANT, M. 1981. Conodontes ashgilliens dans la Formation de Rosan, coupe de Lostmarc'h (Finisterre, Massif Armoricain). Conséquences paléogéographiques. *Bulletin société géologique et minéralogique Bretagne, (c)*, **13**: 15-35.
- PINEDA VELASCO, A. 1987. La Caliza Urbana (Ordovícico superior) y sus tramos volcanoclasticos en el subsuelo del norte de El Centenillo (Jaén). *Boletín Geológico y Minero*, **98**: 780-793.
- ROBERT, J.F. 1980. *Etude géologique et métallogénique der val de Ribas sur le versant espagnol des Pyrénées Catalanes*. Thèse 3e cycle, Université Franche-Compté, 294 págs.
- ROMANO, M. 1991. Lower to middle Ordovician trace fossils from Central Iberian Zone of Portugal and Spain. In BARNES, C.R. & WILLIAMS, S.H. (eds.). *Advances in Ordovician Geology. Geological Survey Canada, Professional Paper*, **90-9**: 191-204.
- SANZ, J. (1988): Informe bioestratigráfico del Ordovícico de la Hoja Nº 256 (Ripoll), del Mapa Geológico de España, a Esc. 1:50.000. *Instituto Geológico y Minero de España* (inédito).
- SARMIENTO, G.N. 1990. Conodontos de la Zona Ordovícica (Ashgill) en la Caliza Urbana, Corral de Calatrava (Ciudad Real). *Geogaceta*, **7**: 54-56.
- 1993. *Conodontos ordovícicos de Sierra Morena (Macizo Hespérico meridional)*. Tesis Doctoral, Universidad Complutense de Madrid, 598 págs. (inédita).
- SARMIENTO, G.N., GARCÍA-LÓPEZ, S. & BASTIDA, F. (1999c): Conodont Colour Alteration Index (CAI) of Upper Ordovician Limestone from the Iberian Peninsula. *Geology en Mijnov*, **77**: 77-92.
- SARMIENTO, G.N., GUTIÉRREZ-MARCO, J.C. & ROBARET, M. 1999a. Conodontos ordovícicos del noroeste de España. Aplicación al modelo de sedimentación de la región limítrofe entre las zonas Asturoccidental-leonesa y Centroibérica durante el Ordovícico Superior. *Revista de la Sociedad Geológica de España*, **12** (3-4): 477-500.
- SARMIENTO, G.N., GUTIÉRREZ-MARCO, J.C., HACAR RODRÍGUEZ, M.P., ROBARET, M. & RABANO, I. 1992: Hallazgo 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.
- SARMIENTO, G.N., PIÇARRA, J.M. & OLIVEIRA, J.T. 2000. Conodontos do Silúrico (superior?) - Devónico nos «Mármores de Estremoz», sector de Estremoz-Barrancos (Zona de Ossa Morena, Portugal). Implicações estratigráficas e estruturais a nível regional. *I Congresso Ibérico de Paleontología, XVI Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología*, Libro de Resúmenes, 284-285. Évora.
- SARMIENTO, G.N., PIÇARRA, J.M., REBELO, J.A., ROBARET, M., GUTIÉRREZ-MARCO, J.C., STORCH, P. & RÁBANO, I. 1999b. Le Silurien du Synclinorium de Moncorvo (NE du Portugal): biostratigraphie et importance paleogeographique. *Geobios*, **32**: 749-767.
- SARMIENTO, G.N., SANZ-LÓPEZ, J. & BARNOLAS, A. 1995. Conodontos del Ashgill en las Calizas de Madremanya, Les Gavarres (Girona). In: *XI Jornadas de Paleontología*. OBRADOR, A. & VICENS, E. Eds., págs. 161-163. Tremp.
- SWEET, W.C. & BERGSTRÖM, S.M. 1974. Provincialism exhibited by Ordovician conodont faunas. In: *Paleogeographic provinces and provinciality*. ROSS, C.A. Ed. *Society of Economic*

- Paleontologists and Mineralogists, Special Publication*, **21**: 189-202.
- 1984. Conodont provinces and biofacies of the Late Ordovician. *Geological Society of America, Special Paper*, **196**: 69-86.
- YOUNG, T.P. 1985. *The stratigraphy of the Upper Ordovician of central Portugal*. Tesis doctoral, University of Sheffield, 441 págs. (inédita).
- 1988. The lithostratigraphy of the Upper Ordovician of central Portugal. *Journal of the Geological Society of London*, **145**: 377-392.