

Taxonomía y bioestratigrafía de conodontos silúricos en el pliegue acostado del Courel (Lugo, España)

Roselis W. Salazar Ramírez¹, Graciela N. Sarmiento¹ y Juan Carlos Gutiérrez-Marco²

¹ Departamento de Paleontología, Facultad de Ciencias Geológicas (UCM), José Antonio Novais 2, Ciudad Universitaria, 28040 Madrid. rwsalazar@estumail.ucm.es; gsarmien@geo.ucm.es

² Instituto de Geociencias (CSIC-UCM), José Antonio Novais 2, 28040 Madrid. jcgrapto@geo.ucm.es

RESUMEN

En este trabajo se describen, ilustran y analizan desde un punto de vista taxonómico y bioestratigráfico las asociaciones de conodontos registradas en materiales del Silúrico en el Sinclinal del Courel, provincia de Lugo, España. Las formas identificadas corresponden a *Dapsilodus obliquicostatus* (Branson y Mehl, 1933), *Oulodus* cf. *siluricus* (Branson y Mehl, 1933), *Kockelella* cf. *variabilis* (Walliser, 1957), "*Ozarkodina*" *bohemica* (Walliser, 1964), "*Ozarkodina*" *sagitta sagitta* (Walliser, 1964), *Wurmiella excavata excavata* (Branson y Mehl, 1933), *Walliserodus* sp., *Kockelella?* sp. y *Ozarkodina?* sp. A partir de los resultados obtenidos se atribuyen los niveles investigados al intervalo comprendido entre la parte superior de la Zona de "*O*". *sagitta sagitta* y la parte inferior de la Zona de *K. variabilis*, cuyo rango se extiende desde el Wenlock superior (Homeriense) hasta el Ludlow inferior (Gorstiense).

Palabras clave: Conodontos, Silúrico, taxonomía, Courel, Lugo, España.

ABSTRACT

[*Taxonomy and biostratigraphy of Silurian conodonts from the Courel recumbent fold (province of Lugo, Spain)*]. Conodont assemblages registered in materials from the Silurian Courel syncline, province of Lugo (Spain), are described, illustrated and discussed from a taxonomic and biostratigraphic perspective. The identified conodonts are *Dapsilodus obliquicostatus* (Branson and Mehl, 1933), *Oulodus* cf. *siluricus* (Branson and Mehl, 1933), *Kockelella* cf. *variabilis* (Walliser, 1957), "*Ozarkodina*" *bohemica* (Walliser, 1964), "*Ozarkodina*" *sagitta sagitta* (Walliser, 1964), *Wurmiella excavata excavata* (Branson and Mehl, 1933), *Walliserodus* sp., *Kockelella?* sp, and *Ozarkodina?* sp. The results obtained allowed to attribute the studied levels to the interval between the top of the "*O*". *sagitta sagitta* Zone and the bottom of the *K. variabilis* Zone, which range extends from the upper Wenlock (Homerian) to the lower Ludlow (Gorstian).

Keywords: Conodonts, Silurian, taxonomy, Courel, Lugo, Spain.

1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

El gran pliegue acostado del Courel se sitúa al sur de la provincia de Lugo y es una de las estructuras geológicas más sobresalientes de la Cadena Varisca ibérica. Tras ser

reconocido como Punto de Interés Geológico por el Instituto Geológico y Minero de España (Duque Lucas *et al.*, 1983), figura ya destacado entre los contextos geológicos españoles de relevancia internacional (García Cortés *et al.*, 2001, 2008; Carcavilla Urquí y Palacio Suárez-Val-

grande, 2010), y recientemente fue declarado *Monumento Natural* por la Xunta de Galicia (7 de mayo de 2012), en atención a su indiscutible contribución al patrimonio geológico nacional. El mirador y un museo próximo garantizan su contemplación por los visitantes (Gutiérrez-Marco, 2005; Vidal Romaní, 2011).

Desde el punto de vista geológico, el pliegue se integra en un gran conjunto anticlinal-sinclinal, de planos axiales prácticamente horizontales en el sector central de la Sierra do Courel, que lateralmente se van enderezando tanto en su extremo occidental, como en su prolongación oriental (Sinclinal del Courel-Peñalba, anticlinales del Piornal y Teleno). El estudio estratigráfico y estructural de la Sierra do Courel fue abordado esencialmente por Riemer (1963, 1966), Matte (1968), Iglesias Ponce de León y González Lodeiro (1981), Abril Hurtado y Rodríguez Fernández (1981) y Martínez Catalán (1985). Los modelos geodinámicos más recientes son los de Martínez Catalán *et al.* (1992) y Fernández *et al.* (2011), que datan la estructura en la primera fase de deformación varisca, nacida de un proceso de tipo "buckling", o alternativamente por inversión tectónica, en ambos casos predeterminados por una tectónica sinsedimentaria que, en todo caso, dio paso a un importante acortamiento por cizalla simple y con aplastamiento tectónico de las unidades marinas del Paleozoico.

Pese a la importante deformación sufrida por los materiales cámbrico-devónicos, en la Sierra do Courel se conocen algunos yacimientos paleontológicos con icnofósiles y restos de invertebrados del Ordovícico Inferior y Medio, Silúrico y Devónico Inferior (Hernández Sampelayo, 1915, 1932, 1935; Riemer, 1963, 1966; Matte, 1968; Guillou, 1969; Abril Hurtado y Rodríguez Fernández, 1981; Gutiérrez-Marco *et al.*, 1999), que permanecen sin estudiar en detalle. En el presente trabajo aportamos el primer hallazgo de microfósiles (conodontos) dentro de la sucesión silúrica del flanco inverso del Sinclinal del Courel, que reviste interés para la datación y correlación de las raras facies carbonatadas de este sistema conocidas en el noroeste de la Península Ibérica.

En el área de estudio los hallazgos de conodontos más antiguos corresponden a la Zona de *Amorphognathus ordovicicus* del Ordovícico Superior, y provienen de la Formación Calizas de La Aquiana, concretamente del flanco meridional del Sinclinal de Peñalba (Sarmiento *et*

al., 1999). También se asignan a este intervalo bioestratigráfico los conodontos descritos en ambos flancos del Sinclinal del Sil-Truchas, tanto en la Fm. La Aquiana, como en el nivel carbonatado intercalado en la parte media-superior de la Formación Casaio, así como los conodontos registrados en los cantos heterométricos de caliza incluidos en la Formación Rozadais (Sarmiento, 1993; Sarmiento *et al.*, 1999). Otras citas de conodontos de la Zona de *A. ordovicicus* en el borde septentrional (Dominio del Olló de Sapo) de la Zona Centroibérica, se sitúan en la Unidad del Río Duero del Sinforme de Alcañices (Sarmiento *et al.*, 1997). Dentro de la Zona Cantábrica, los únicos datos sobre conodontos ordovícicos se limitan a la Caliza de Portilla de Luna (Kralodvoriense), igualmente con especies de la misma biozona (Del Moral, 2003).

Gutiérrez-Marco *et al.* (2001b) describen e ilustran una asociación de fósiles del Silúrico superior (bivalvos, cefalópodos, conodontos y radiolarios), procedente de una localidad próxima a La Barosa (León), en el flanco sur del Sinclinal de Peñalba. Se trata de un pequeño lentejón calcáreo intercalado en la base de una unidad de pizarras con cloritoide, donde se identificaron los conodontos *Ozarkodina excavata excavata* (Branson y Mehl), *O. confluens* (Branson y Mehl), *Oulodus siluricus* (Branson y Mehl), *Pseudooneotodus imulato* (Bischoff y Sannemann) y *Kockelella variabilis* Walliser?, una asociación asignada al Ludfordiense (Ludlow medio). Los moluscos y los trilobites del Ludlow encontrados en localidades próximas, muestran afinidades paleobiogeográficas con otras regiones del norte de Gondwana, especialmente con el área de Bohemia (República Checa).

En el mismo sector de La Barosa, Sanz López *et al.* (2000) realizan un estudio bioestratigráfico de la caliza del Devónico Inferior (Formación "Peñalba") del núcleo de este sinclinal. Dividen la unidad en dos miembros, de los cuales el inferior (Miembro Seceda) contiene conodontos del Lochkoviense inferior (*Ozarkodina carlsi* del tramo B1) y medio (*Lanea omoalpha* Murphy y Valenzuela del tramo B2b); en tanto que el miembro Carucedo brinda en su parte superior los primeros conodontos del Praguense inferior (*Icriodus angustoides castilianus* Carls e *I. cf. imulato* Carls).

Fuera de la región, los únicos datos sobre conodontos silúricos del noroeste de España provienen de localidades

aisladas del Rhuddaniense-Telychiense de la Zona Cantábrica (Sarmiento *et al.*, 1994), del Prídoli del norte de la Zona Centroibérica (Sarmiento *et al.*, 1997) y del intervalo Ludlow-Prídoli de la Zona de Galicia-Trás-os-Montes (Piçarra *et al.*, 2006).

2. MARCO GEOLÓGICO DE LA LOCALIDAD ESTUDIADA

La sucesión silúrica de la Sierra do Courel consta esencialmente de una unidad compresiva, de hasta 450 m de potencia, formada por *ampelitas*, pizarras negras con cloritoide y areniscas (Iglesias Ponce de León y González Lodeiro, 1981), descrita por Dozy (1983) con el nombre de Formación Folgoso, por sus amplios afloramientos en torno a Folgoso do Courel. Las “ampelitas” (= pizarras negras graptolíticas) suelen restringirse al tramo basal de la unidad (0-50 m), donde fueron diferenciadas por Riemer (1963) como la parte baja de sus Pizarras “Ordogot” superiores (*Ordogot* es la antigua contracción alemana del sistema *Ordoviciense+Gothlandiense*) y también por Matte (1968: “ampelitas del Llandovery inferior”). El resto de la sucesión la componen pizarras con cloritoide de aspecto masivo, con raras intercalaciones arenosas y delgados y esporádicos lentejones calcáreos. Dichas litologías se extienden hasta la base de las areniscas y calizas del Lochkoviense-Pragiense (Formación “Portela” o “Peñalba”). Las pizarras con cloritoide fueron reconocidas por Riemer (1963, 1966: parte alta de sus Pizarras “Ordogot” superiores) y por Matte (1968: “pizarras negras con cloritoide y *Monograptus*”).

Matte (1968) fue el primer autor en advertir la complejidad de la sucesión silúrica del Sinclinal del Courel, que en el sector oriental del pliegue descansa en aparente concordancia sobre las calizas del Ordovícico Superior (Fm. Aquiana), mientras que en el occidental llega a apoyarse directamente sobre la Cuarcita Armoricana o incluso sobre materiales más antiguos (al sur del balneario de Incio, en el flanco normal del sinclinal). Es por ello que el autor propone una “discordancia del Silúrico superior”, que se manifiesta tanto en el seno de la sucesión de este periodo (separando las ampelitas de las pizarras con cloritoide), como en forma de un contacto transgresivo directo de las pizarras del Wenlock-Ludlow,

sobre diferentes términos de la sucesión ordovícica. La cartografía MAGNA a escala 1:50.000 de la Sierra do Courel (Iglesias Ponce de León y González Lodeiro, 1981; Abril Hurtado y Rodríguez Fernández, 1981) permite visualizar cómo los materiales silúricos contactan regionalmente con distintos tramos de la Cuarcita Armoricana, con las pizarras del Ordovícico Medio (Formación “Luarca” *s.l.*) o con la Caliza de La Aquiana, incorporando localmente en la base el llamado “hard ground ferruginoso”. Este es un horizonte discontinuo que fue explotado a lo largo de todo el Sinclinal del Courel-Peñalba, pero que en realidad es post-tectónico y carece de relación alguna con la sedimentación paleozoica (Gutiérrez-Marco *et al.*, 2001).

Guillou (1969, 1971) analizó en detalle los materiales del tránsito Ordovícico-Silúrico en la Sierra do Courel, e introdujo novedades estratigráficas para la sucesión comprendida entre el techo de la Caliza de La Aquiana y la base de las pizarras negras silúricas. También detectó por vez primera la presencia de “niveles calcáreos con *Monograptus* y Orthóceras”, intercalados en las “ampelitas del Wenlock” en torno a las minas de Vilarbacú, al noroeste de Quiroga (Lugo). De acuerdo con el autor francés, en este sector se observan, a techo de la caliza ordovícica, 2-6 m de pizarras grises con anomalía geoquímica de antimonio (“pizarras intermedias”), sucedidas por hasta 6-8 m de “areniscas lenticulares del Valentiense”, sobre las que se apoyan a su vez las ampelitas silúricas. Las “pizarras intermedias” parecen presentar un tránsito gradual en la base (con niveles calcáreos delgados) y en el techo (intercalaciones limolíticas finas) con respecto a las unidades que las enmarcan, y fueron correlacionadas por Guillou (1969) con las facies de pizarras con cantos de caliza del sinclinal del Sil, equiparables en nuestra opinión a los sedimentos glaciomarininos del Hirnantense del Sinclinorio de Truchas (Formación Casaio). Por su parte, el autor sustenta la datación silúrica de las “areniscas del Valentiense” en una correlación tentativa con la Cuarcita del Criadero de Almadén (Zona Centroibérica meridional). Finalmente, las intercalaciones calcáreas las sitúa, dentro de las pizarras silúricas, “algunos metros por encima de las areniscas” y les atribuye “los caracteres pelágicos clásicos del medio ampelítico”, merced al hallazgo de graptolitos, ortocerátidos y algunas placas columnares de equinodermos.

Abril Hurtado y Rodríguez Fernández (1981) encontraron afloramientos similares de caliza con ortocerátidos al noroeste de A Seara. Se trata de dos lentejones calizos, de potencia menor de 1 m, intercalados en la sucesión de pizarras con cloritoide del flanco normal del sinclinal. Entre los fósiles reconocidos citan los ortocerátidos *Michelinoceras icrofós* Barrande y *M. dulce* Barrande, braquiópodos (orthísidos y *Protochonetes* sp.) y "*Coleolus*" sp., "todos ellos del Silúrico Superior" (Abril Hurtado y Rodríguez Fernández, 1981, pág. 23). Por encima de los niveles de caliza, los autores cartografiaban hasta cuatro intercalaciones de cuarcita de color gris azulado, que alcanzan un desarrollo lateral notable al sur de Ferreira de Abaixo y entre A Seara y Gestoso, ya en la provincia de León.

En el presente trabajo describimos el hallazgo de un nuevo afloramiento lenticular de caliza, intercalado en la sucesión silúrica correspondiente al flanco inverso del Sinclinal del Courel, unos 5 km al oeste de las antiguas minas de antimonio de Vilarbacú, donde Guillou (1969, fig. 5) había mencionado otro horizonte calcáreo similar. El punto estudiado por nosotros fue descubierto en 1994 por los geólogos Manuel Lombardero y Xosé Carlos Barros, y se sitúa en el paraje de Salgueiro, unos 800 m al sur de Folgoso do Courel (Lugo), estratigráficamente por encima del afloramiento más oriental de la Caliza de la Aquiana de los cartografiados en la Hoja de Monforte de Lemos por Iglesias Ponce de León y González Lodeiro (1981). Justo al este de la falla que pone en contacto la Cuarcita Armoricana con la Fm. Aquiana, la curva del camino muestra en serie invertida a esta última unidad, sucedida por unos 6 m de pizarras grises (las "pizarras intermedias" de Guillou) y un pequeño tramo cubierto de unos 3 m, en el que se advierten algunos bloques sueltos de arenisca que podrían corresponder a las "areniscas del Valentiense" de Guillou, aquí en posible contacto mecánico con las pizarras negras suprayacentes. La sección silúrica propiamente dicha debuta sobre el tramo cubierto con unos 3 m de pizarras negras, sucedidas por algo menos de 2 m de calizas negras en bancos centimétricos, con intercalaciones de pizarras negras, sobre los que se sitúa un espesor indeterminado de pizarras que progresivamente van aumentando su contenido en cloritoide. El trazado del camino se torna enseguida levemente oblicuo a la estratificación, lo que permite seguir la caliza silúrica durante una treintena de metros hacia el este, aunque tan sólo el afloramiento más occidental, en la curva del ca-

mino, es de donde proceden los conodontos estudiados (latitud= 42° 34' 52,4" N; longitud= 07° 11' 38,5" O).

Del tramo calcáreo se tomaron 13 muestras consecutivas para microfósiles, entre las cuales las muestras COU-2 y COU-3 libraron restos identificables de conodontos. Ambas se localizan hacia la parte media del banco principal de caliza, respectivamente a 0,9 m y 1 m por encima de la base de la primera de las intercalaciones calcáreas (medidas tomadas en flanco inverso).

Desde el punto de vista petrográfico, los niveles calizos estudiados son micritas matriz soportadas con texturas *mudstone-wackestone*, en la que los aloquímicos entran en una proporción aproximada al 5%. Los icrofósiles corresponden esencialmente a conchas de ortocerátidos bastante recrystalizadas, reconocibles tanto en sección como en los planos de estratificación (Fig. 1), a los que se unen fragmentos de graptolitos reducidos a rellenos calcíticos. Toda la roca está muy deformada, observándose procesos de presión-disolución y abundantes venillas de calcita de 1-2 mm de espesor.

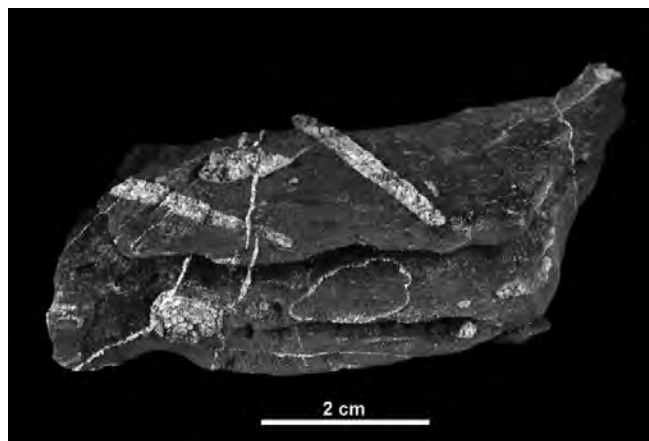


Figura 1. Conchas recrystalizadas de *Michelinoceras* sp. en el techo de uno de los bancos de la caliza de cefalópodos (nivel COU-4) de Folgoso do Courel.

Figure 1. Recrystallized shells of *Michelinoceras* sp., lying on top of one of the bedding planes (level COU-4) of the cephalopod limestone from Folgoso do Courel.

En relación al medio sedimentario, la abundancia de nautiloideos, la asociación de conodontos y el análisis de las microfácies permite inferir un ambiente de plataforma externa. Las pizarras negras que enmarcan a las calizas también están exentas de fósiles bentónicos, aunque algunos planos contienen restos de graptolitos indeterminables debido a la mala conservación.

Los conodontos identificados en las intercalaciones calcáreas estudiadas, establecen un rango de edad comprendido entre el Wenlock superior (Homeriense) y el Ludlow inferior (Gorstiense), tal y como se detalla en el apartado bioestratigráfico.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Durante los años 2001 y 2011 se realizaron sendas campañas al área de estudio con el propósito de recolectar muestras para la búsqueda de conodontos. Se muestrearon seis niveles de calizas que están intercalados en un tramo de pizarras negras de aproximadamente 6 m de espesor. De ellos se obtuvieron trece muestras con un peso total aproximado a los 20 kg; de cada una de ellas se procesaron entre 1 y 2 kg de roca para su investigación micropaleontológica. Una pequeña porción de las muestras se destinó a la confección de láminas delgadas para identificar las microfácies y determinar la posible existencia de otros grupos fósiles que se disuelven durante el tratamiento químico de la roca.

La extracción de los conodontos se realizó siguiendo la metodología clásica sugerida por Stone (1987). La colección micropaleontológica está constituida por un total de 73 ejemplares identificables taxonómicamente y un elevado número de fragmentos cuyos tamaños oscilan entre menos de 100 micras y 500 micras.

4. ASPECTOS TAFONÓMICOS

Como paso previo a la identificación taxonómica de los ejemplares recuperados, se realizó el análisis tafonómico de los elementos aislados, lo que de por sí es indicativo de la desarticulación de los aparatos conodontales en fase bioestratinómica; además de este mecanismo de alteración tafonómica se han reconocido otros procesos como: la *carbonificación* que se manifiesta por las tonalidades oscuras casi negras de los elementos y sus superficies opacas con textura sacarosa, algunos de los ejemplares están parcialmente grafitizados. El índice de alteración del color (CAI) corresponde a valores de 4,5-5 (Epstein *et al.*, 1977), no obstante no se asigna el intervalo térmico correspondiente a los colores observados, porque en las muestras

analizadas existe gran cantidad de materia orgánica que puede enmascarar el color de alteración inducido por la temperatura.

Los *encostramientos* son muy frecuentes y se presentan en forma de pequeños cristales de composición fosfática y también como recubrimientos arcillosos irregulares. Sobre la superficie de un gran número de elementos se observan restos de la matriz rocosa de la que fueron extraídos (Lám. 1, figs. 1-2, 4, 6, 12, 15-16; Lám. 2, figs. 3, 5, 8, 10-11; Lám. 3, figs. 15 y 16). Las cavidades basales de los conodontos se encuentran parcialmente rellenas por material procedente de la matriz rocosa calcárea y en menor medida por precipitados de fosfato de calcio (Lám. 1, figs. 15 y 17; Lám. 2, figs. 2, 6, 11 y 15; Lám. 3, figs. 1, 4, 8, 11, 14 y 23). Por otra parte, la *disolución* es un rasgo común en la mayoría de los ejemplares estudiados y afecta tanto a los márgenes de los elementos como a distintos sectores de su superficie (Lám. 1, figs. 6 y 14; Lám. 2, figs. 3, 8-9, 11 y 15; Lám. 3, figs. 2, 6, 13, 18-20, 22 y 27).

La mayoría de los ejemplares muestran evidencias de *distorsiones mecánicas*: se encuentran fragmentados y presentan fisuras que se disponen paralelas a la cúspide y, en menor medida, perpendiculares a la misma. Un elevado número de ejemplares están notoriamente deformados (Lám. 1, figs. 2, 4, 6, 8-9 y 12; Lám. 2, figs. 4, 7, 9, 11-13 y 15; Lám. 3, figs. 1-2, 5-7, 9-11, 13-16, 18, 20, 23-24 y 27).

En la colección de conodontos estudiada no se han encontrado evidencias tafonómicas de reelaboración y, cabe destacar que no están presentes todos los tipos morfológicos que constituyen las especies multielementales identificadas en este trabajo.

5. ESTUDIO SISTEMÁTICO

En este trabajo se ha adoptado la propuesta de Sweet (1988) tanto para las categorías supragenéricas, como para los términos que designan los distintos tipos morfológicos que integran el aparato conodontal.

La identificación de algunos taxones se ha realizado en nomenclatura abierta siguiendo los criterios expuestos por Matthews (1973) y Bengston (1988).

La colección de conodontos se encuentra depositada en el Departamento de Paleontología de la Facultad de Ciencias Geológicas de la Universidad Complutense de Madrid. Las siglas utilizadas son COU, abreviatura de Courel, seguidas por un dígito que indica el nivel de procedencia, y a continuación el número del ejemplar en la colección micropaleontológica.

Orden BELODELLIDA Sweet, 1988

Familia DAPSILODONTIDAE Sweet, 1988

Se incluyen en esta familia los géneros *Dapsilodus* Cooper, 1976 y *Besselodus* Aldridge, 1982. Los aparatos de las especies de ambos géneros están constituidos por elementos coniformes no geniculados, profundamente excavados y lateralmente comprimidos que exhiben una ornamentación oblicua, muy característica, que se sitúa adyacente al margen anterior de la base (Sweet, 1988).

Género *Dapsilodus* Cooper, 1976

Especie tipo: *Distacodus obliquicostatus* Branson y Mehl, 1933

Observaciones.- Cooper (1976) estableció el género *Dapsilodus* y basó la reconstrucción de su aparato multielemental, tomando como referencia la propuesta de Serpagli (1970) para el aparato de la especie *Acontiodus obliquicostatus* (Branson y Mehl). En este trabajo se sigue a Sweet (1988, p. 49-51) quien establece que el aparato posee cuatro elementos morfológicos diferentes (Sa, Sb-Sc y M), siendo el elemento M no geniculado. Esta última característica nos permite diferenciar este género de *Besselodus*.

Dapsilodus obliquicostatus (Branson y Mehl, 1933)

(Lám. 1, figs. 1-11)

- 1933 *Distacodus obliquicostatus* n. sp. - Branson y Mehl, Lám. 3, fig. 2.
- 1962 *Acodus inornatus* Ethington - Ethington y Furnish, p. 1259.
- 1970 *Acontiodus obliquicostatus* (Branson y Mehl) - Serpagli, p. 8-10, Lám. 23 figs. 1-10.
- 1970 *Acodus mutatus* (Branson y Mehl) - Serpagli, p.23, figs. 11-14.
- 1976 *Dapsilodus obliquicostatus* (Branson y Mehl) - Cooper, pl. 2, figs. 10-13, 18- 20.

- 1981 *Dapsilodus obliquicostatus* (Branson y Mehl) - Aldridge, Dorning y Siveter, Lám. 2.1, figs. 6-8.
- 1983 *Dapsilodus obliquicostatus* (Branson y Mehl) - Mohamed, Lám.16, figs. 12-15.
- 1984 *Dapsilodus obliquicostatus* (Branson y Mehl) - Aldridge y Jeppson, fig.-text. 3, a-c.
- 1987 *Dapsilodus obliquicostatus* (Branson y Mehl) - Over y Chatterton, Lám. 6, figs. 1-2.
- 1990 *Dapsilodus obliquicostatus* (Branson y Mehl) - Armstrong, p. 70-71, Lám. 7, figs. 7-12.
- 1991 *Dapsilodus obliquicostatus* (Branson y Mehl) - McCracken, p. 78-79, Lám. 4, figs. 11, 13-14, 16-28?, 30-32, 35,40.
- 1993 *Dapsilodus obliquicostatus* (Branson y Mehl) - Rodríguez Cañero, p. 220-221, Lám. 1, figs. 6-8.
- 1994 *Dapsilodus obliquicostatus* (Branson y Mehl) - Sarmiento, Méndez-Bedia, Aramburu, Arbizu y Truyols, Lám. 1, figs. 1-6.
- 1998 *Dapsilodus obliquicostatus* (Branson y Mehl) - Ferretti, Corradini y Serpagli, Lám. 2.2.1, fig. 13.
- non 1999 *Dapsilodus obliquicostatus* (Branson y Mehl) - Lehnert, Bergström, Benedetto y Vaccari, fig. 7, d; h; i.
- 2007 *Dapsilodus obliquicostatus* (Branson y Mehl) - Zhang y Barnes, fig. 9, 1-3.
- 2009 *Dapsilodus obliquicostatus* (Branson y Mehl) - Corriga, Corradini y Ferretti, Lám. 2, fig. 13.
- 2009 *Dapsilodus obliquicostatus* (Branson y Mehl) - Mestre, p. 474, 476, Fig. 3, 12-15.

Material estudiado.- Un elemento M proveniente del nivel COU-3 y nueve elementos Sb-Sc provenientes de los niveles COU- 2 y COU-3.

Descripción.- Se atribuye a la posición M (Lám. 1, fig. 2) un elemento asimétrico, caracterizado por una base alta y ancha, con una cúspide ligeramente reclinada, cuyo margen posterior forma con el margen superior de la base un ángulo cercano a los 90°. El ejemplar estudiado es idéntico al ilustrado por Armstrong (1990, Lám. 7, fig. 12).

Los elementos Sb-Sc son asimétricos y presentan una base muy desarrollada, ancha y alta. La cúspide es proclina y su margen posterior forma con el margen superior de la base un ángulo mayor a 90°. Desde la mitad superior de

la base se desarrolla sobre uno de los flancos una costilla que se prolonga en toda la longitud de la cúspide.

Los elementos Sb-Sc atribuidos a esta especie presentan en el margen anterior de la base estrías muy características que son paralelas entre sí. Todos los especímenes estudiados tienen como rasgo común sus bordes anterior y posterior agudos.

Distribución estratigráfica.- Esta especie se ha identificado en el intervalo Silúrico inferior-Devónico Inferior de Europa, Norteamérica, Norte de África y Australia.

Familia BELODELLIDAE Khodalevich y Tschernic, 1973

Se incluyen en esta familia: *Belodella* Ethington, 1959; *Coelocerodontus* Ethington, 1959; *Dvorakia* Klapper y Barrick, 1983; *Stolodus* Lindström, 1955 y *Walliserodus* Serpagli, 1967. Estos géneros tienen aparatos constituidos por cuatro o cinco tipos morfológicos. Se trata básicamente de elementos coniformes elongados, profundamente excavados, con superficies lisas u ornamentadas por costillas y con bordes o márgenes longitudinales que en algunas especies pueden presentar una denticulación incipiente (Sweet, 1988).

Género *Walliserodus* Serpagli, 1967

Especie tipo: *Paltodus debolti* Rexroad, 1967

***Walliserodus?* sp.**

(Lám. 1, fig. 12)

Material estudiado.- Un único ejemplar Sa obtenido en el nivel COU-2.

Descripción.- El elemento tiene una cúspide bien desarrollada, de erecta a ligeramente recurvada y una base muy larga y estrecha. Ambos flancos del elemento están recorridos por una costilla de posición mediana. La cavidad basal es amplia y se extiende hasta la base de la cúspide.

Observaciones.- El ejemplar estudiado presenta una conservación deficiente que impide su asignación específica.

Orden PRIONIODINIDA Sweet, 1988

Familia PRIONIODINIDAE Bassler, 1925

Pertenecen a esta familia 10 géneros, de ellos sólo se tratará el más antiguo: *Oulodus* Branson y Mehl, 1933. El aparato de su especie tipo presenta elementos extensifor-

mes *digyrate* en las posiciones Pa y Pb y un elemento *dolobrate* en la posición M (Sweet, 1988).

Género *Oulodus* Branson y Mehl, 1933

Especie tipo: *Cordylodus serratus* Stauffer, 1930

***Oulodus* cf. *siluricus* (Branson y Mehl, 1933)**

(Lám. 2, figs. 1-6)

cf. 1957 *Lonchodina greilingi* n. sp.- Walliser, p. 45, Lám. 3, fig. 26.

cf. 1957 *Prionodina* cf. *armata* (Hinde, 1879) - Walliser, p. 45, Lám. 2, figs. 21-22.

cf. 1957 *Trichonodella inconstans* n. sp. - Walliser, Lám. 3, figs. 16-17.

cf. 1995 *Oulodus siluricus* (Branson y Mehl, 1933) - Sanz López, p.450-451, Lám. 5. Figs. 11-14; Lám. 6, figs. 2, 4-10.

cf. 1999 *Oulodus siluricus* (Branson y Mehl, 1933) - Viira, Lám. 1, figs. 5-8.

Material estudiado.- 6 ejemplares procedentes del nivel COU-3.

Descripción.- Se atribuyen a esta especie 6 ejemplares cuya posición dentro del aparato multielemental es difícil de establecer. Estos elementos de tipo *bipennate* y *digyrate* se han asignado, con dudas, a las posiciones Pa, Pb y M. Todos ellos presentan como rasgos comunes: el espacio entre denticulos contiguos tiene forma de u, la sección transversal de los mismos, al igual que la de la cúspide, es redondeada, y exhiben una cavidad basal amplia, en ocasiones de gran desarrollo (Lám. 2, fig. 2), que recorre toda la superficie inferior del elemento.

Observaciones.- Esta especie se ha identificado en nomenclatura abierta porque no se han reconocido todos los elementos del aparato conodontal y por la conservación regular de los ejemplares atribuidos a la misma.

Distribución estratigráfica: se ha identificado esta especie en el Silúrico medio-superior a nivel mundial.

Orden OZARKODINIDA Dzik, 1976

Familia KOCKELELLIDAE Klapper, 1981 (*in* Sweet, 1988)

Se incluyen en esta familia los géneros: *Ancoradella* Walliser, 1964 y *Kockelella* Walliser, 1957, ambos del Silúrico.

Género *Kockelella* Walliser, 1957

Especie tipo: *Kockelella variabilis* Walliser, 1957

Observaciones.- El aparato multielemental fue propuesto por Walliser (1964) quien lo denominó "aparato G" y este mismo autor con posterioridad atribuyó a *Kockelella variabilis* (Walliser, 1972). Walliser (1957, 1964) reconoció como elementos Pa de *Kockelella* solo a las formas que tienen procesos laterales denticulados; años más tarde Barrick y Klapper (1976) incluyeron también como elementos Pa a formas que no habían desarrollado estos procesos laterales con dentículos.

En este trabajo se sigue la propuesta de Sweet (1988, p. 97-98), quien establece que el aparato de *Kockelella* está formado por seis elementos morfológicos diferentes que ocupan las posiciones: Pa, Pb, M, Sa, Sb y Sc.

***Kockelella* cf. *variabilis* (Walliser, 1957)**

(Lám. 1, figs. 13-17)

- cf.1957 *Kockelella variabilis* n. sp. - Walliser, p. 35-36, Lám. 1, fig. 3-10.
- cf.1957 *Ozarkodina ziegleri* n. sp. - Walliser, p. 41, Lám. 1, figs. 26-30.
- cf.1957 *Trichonodella inconstans* n. sp. . - Walliser, p. 50-51, Lám. 3, figs. 10-17.
- cf.1957 *Lonchodina greilingi* n. sp. - Walliser, p. 38-39, Lám. 3, figs. 20-26.
- cf.1957 *Ligonodina silúrica* Branson y Mehl - Walliser, p. 38, Lám. 2, figs. 10.
- cf.1964 *Neoprioniodus multiformis* n. sp. - Walliser, p. 50-51, Lám. 29, figs. 14; 17-25.
- cf.1970 *Kockelella variabilis* Walliser - Serpagli, p. 85, Lám. 22, fig. 13.
- cf.1972 *Kockelella variabilis* Walliser - Walliser, p. 77
- cf.1975 *Kockelella variabilis* Walliser - Aldridge, Lám. 1, fig. 19.
- cf.1975 *Kockelella variabilis* Walliser - Klapper y Murphy, p. 53-54, Lám. 9, fig. 5?, 6-9, 11; Lám. 10, figs. 1-7.
- cf.1976 *Kockelella variabilis* Walliser - Barrick y Klapper, p. 77-78, Lám. 3, figs. 12-17.
- cf.1993 *Kockelella variabilis* Walliser - Rodríguez Cañero, p. 312-313, Lám. 12, figs. 10-14.
- cf.1995 *Kockelella variabilis* Walliser - Sanz-López, p. 479-480, Lám. 4, figs. 3-7; Lám. 6, figs. 1; 3; Lám. 8, figs. 1-3.

cf.1998 *Kockelella variabilis* Walliser - Männik y Malkowski, Lám. 2, figs. 5, 8.

Material estudiado.- 2 elementos Sa, un elemento Sb y un elemento M, procedentes del nivel COU-2.

Descripción.- Los elementos *digyrate* que ocupan la posición Sa presentan simetría bilateral, una cúspide robusta y dos procesos laterales que forman un ángulo que varía entre los 85° y 110°. Los dentículos son grandes y de sección circular. La cavidad basal es prominente debajo de la cúspide y recorre los procesos como un surco estrecho.

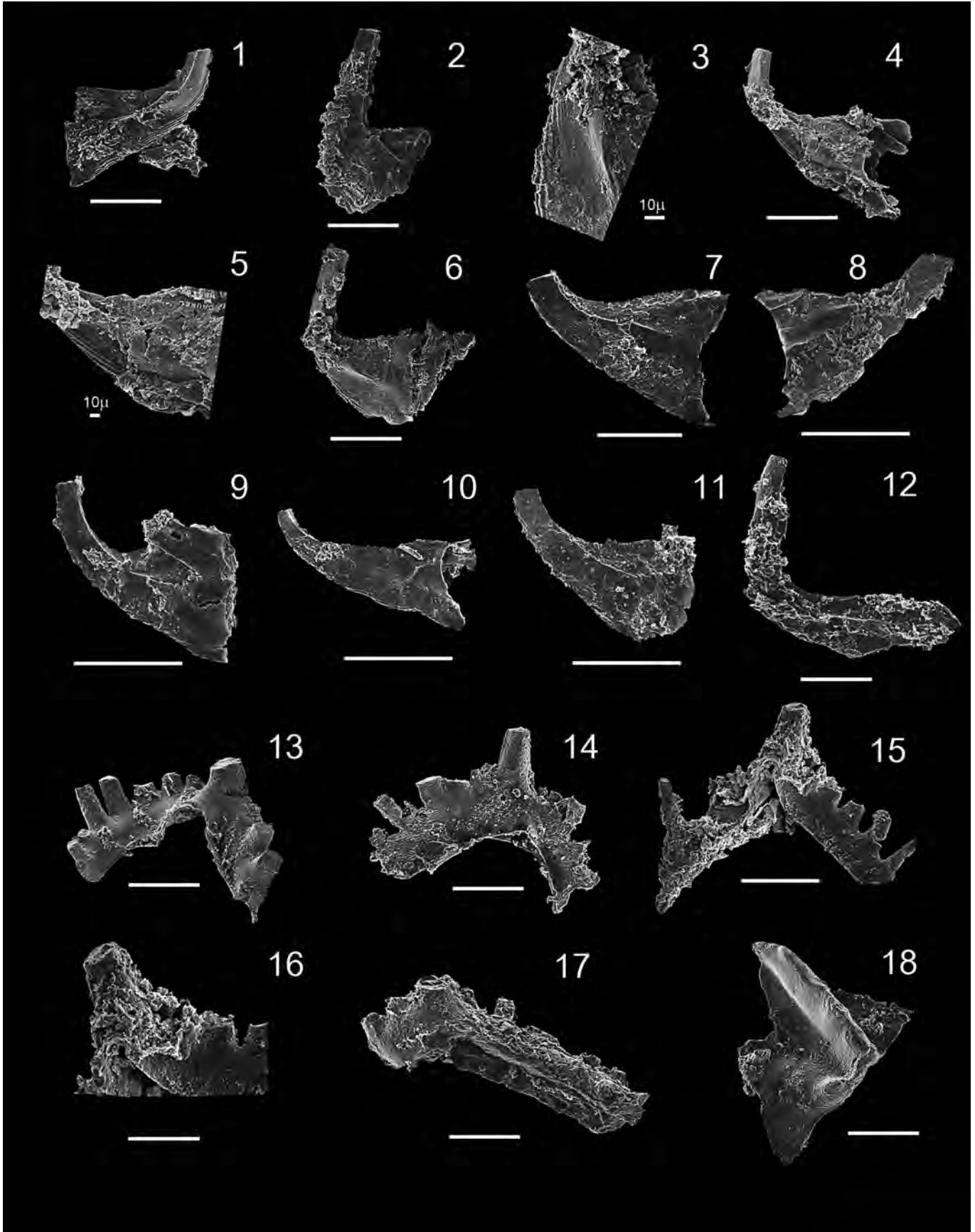
La posición Sb la ocupa un elemento *digyrate* con dentículos robustos, de sección transversal circular. La cavidad basal presenta las mismas características que en el elemento anterior.

El elemento M es también *digyrate* y se caracteriza por presentar un desarrollo desigual de los procesos laterales, y una cavidad basal muy amplia por debajo del proceso de mayor longitud.

Observaciones.- La identificación taxonómica de estos ejemplares se ha realizado en nomenclatura abierta por la ausencia de los elementos que ocupan las posiciones P

Lámina 1. 1-12, *Dapsilodus obliquicostatus* (Branson y Mehl, 1933). 1, Elemento S. Vista lateral, COU- 2- 3001. 2, Elemento M. Vista lateral, COU-2- 3005. 3, Detalle de las estrías cerca del margen anterior en el elemento (2), COU-2-3005. 4, Elemento S. Vista lateral oblicua, COU-3-3002. 5, Detalle de las estrías cerca del margen anterior en el elemento (4), COU-3-3002. 6-11, Elementos S. Vista lateral. 6, COU-3-3003; 7, COU-3-3007; 8, COU-3-3000; 9, COU-3-3009; 10, COU-3-3008; 11, COU-3-3004. 12, *Walliserodus?* sp. Elemento Sa. Vista lateral, COU-2-3010. 13-17, *Kockelella* cf. *variabilis* (Walliser, 1957). 13, Elemento Sa. Vista postero-lateral, COU-2-3021. 14, Elemento Sb. Vista posterior oblicua, COU-2-3023. 15, Elemento Sa. Vista posterior oblicua, COU-2-3025. 16, Encostramiento en la porción basal de la cúspide en el ejemplar (16), COU-2-3025. 17, Elemento M. Vista lateral interna, COU-2-3027. 18, *Kockelella?* sp. Elemento Pa. Vista superior oblicua, COU-2-3029. La escala gráfica representa 200 µm.

Plate 1. 1-11, *Dapsilodus obliquicostatus* (Branson y Mehl, 1933). 1, S element, lateral view, COU-2-3001. 2, M element, lateral view, COU-2-3005. 3, Detail of the striation near the anterior margin in the element (2), COU-2-3005. 4, S element, oblique lateral view, COU-3-3002. 5, Detail of the striation near the anterior margin in the element (4), COU-3-3002. 6-11, S elements lateral view; 6, COU-3-3003; 7, COU-3-3007; 8, COU-3-3000; 9, COU-3-3009; 10, COU-3-3008; 11, COU-3-3004. 12, *Walliserodus?* sp. Sa element, lateral view, COU-2-3010. 13-17, *Kockelella* cf. *variabilis* (Walliser, 1957). 13, Sa element, posterior lateral view, COU-2-3021. 14, Sb element, posterior oblique view, COU-2-3023. 15, Sa element, posterior oblique view, COU-2-3025. 16, Mineral crust lying on the basal part of the cusp, specimen (16), COU-2-3025. 17, M element, inner lateral view, COU-2-3027. 18, *Kockelella?* sp. Pa element, upper oblique view, COU-2-3029. Scale bar = 200 µm.



en el aparato y que son diagnósticos para la determinación de la especie.

Distribución estratigráfica.- Esta especie se ha reconocido en materiales del Ludlow a nivel mundial.

***Kockelella?* sp.**

(Lám. 1, fig. 18)

Material estudiado.- 1 elemento Pa *carminiscaphate* procedente del nivel COU-2.

Observaciones.- Se trata de un elemento fragmentado en el que solo se aprecia parte de la lámina y la porción de la plataforma vinculada a ella.

Familia SPATHOGNATHODONTIDAE Hass, 1959

En esta familia se incluyen 18 géneros de los que se tratará *Ozarkodina* Branson y Mehl, 1933 (Sweet, 1988) y el nuevo género *Wurmiella* Murphy, Valenzuela-Ríos y Carls, 2004. Se trata de grupo de conodontos con morfologías muy variables y con un amplio rango estratigráfico; sus aparatos son simples y están constituidos por seis o siete tipos morfológicos: los elementos pectiniformes *angulate* y *carminate* ocupan las posiciones Pa y Pb, un elemento *dolobrate* o *bipennate* la posición M, y una serie de transición simétrica que incluye elementos *alate*, *digyrate* y *bipennate* las posiciones Sa, Sb y Sc respectivamente (Sweet, 1988).

Género *Ozarkodina* Branson y Mehl, 1933

Especie tipo: *Ozarkodina typica* Branson y Mehl, 1933

Observaciones.- Lindström (1970) designó como *Ozarkodina* al aparato que Jeppson (1969) denominó *Hindeode-lla* y que había sido reconstruido con seis tipos diferentes de elementos. Por otra parte Nicoll (1985) a partir del análisis de diferentes "clusters", propuso que el aparato de *Ozarkodina* estaba integrado por siete tipos morfológicos diferentes representados por: 2 elementos M, 1 elemento Sa, 4 elementos Sc, 2 elementos Sb, 2 elementos Sd, 2 elementos Pb y 2 elementos Pa.

Murphy *et al.* (2004) realizaron una revisión de los spathognatodóntidos del intervalo Silúrico superior-Devónico inferior y subdividieron el género *Ozarkodina*, atribuyendo, entre otras cosas, la especie *Ozarkodina excavata*

al género *Wurmiella* Murphy, Valenzuela-Ríos y Carls, 2004. En este estudio se ha seguido la propuesta de estos autores para la especie antes mencionada, no obstante, para las otras especies se ha optado por escribir el nombre del género entre comillas.

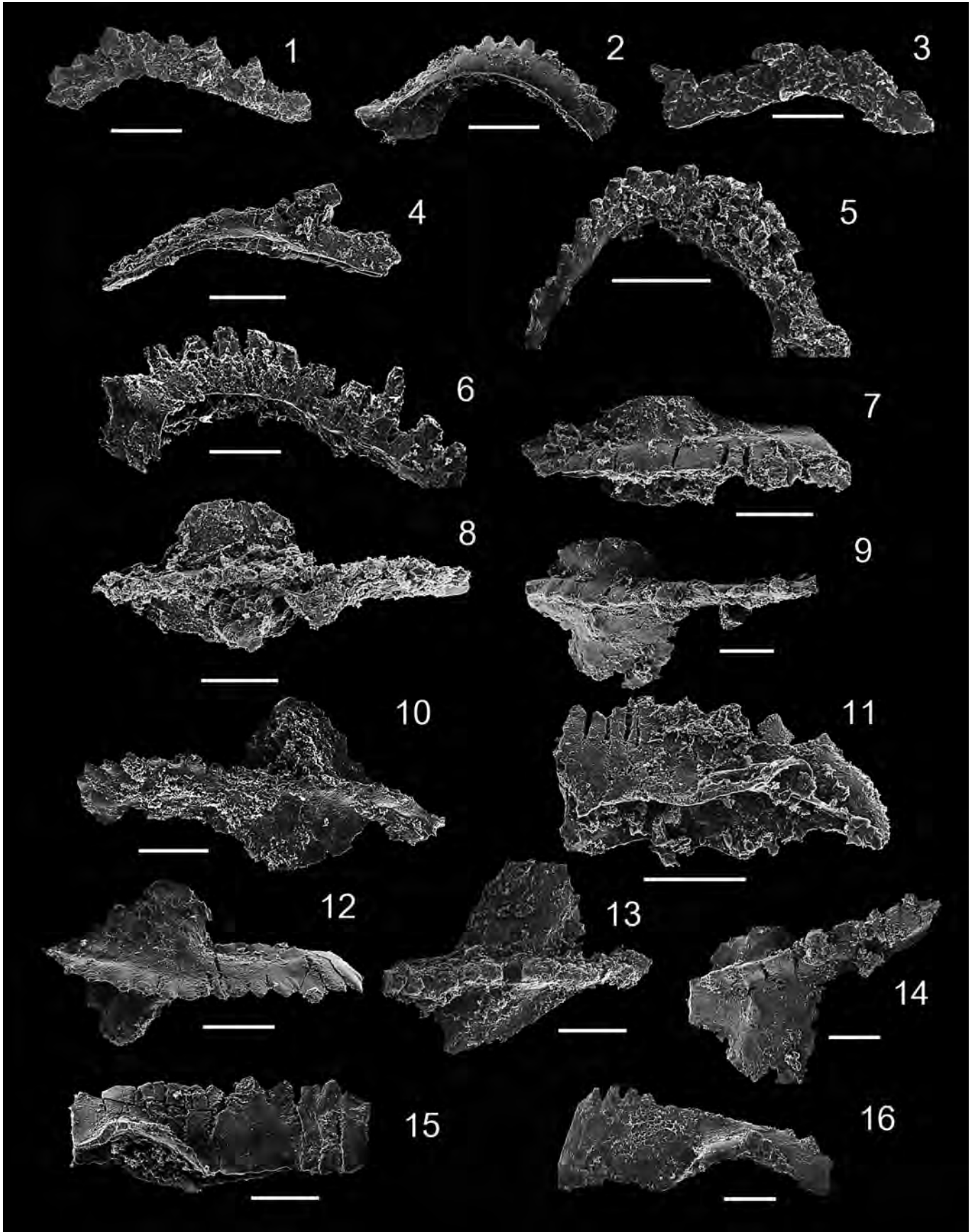
"*Ozarkodina*" *bohemica* (Walliser, 1964)

(Lám. 2, figs. 7-16; Lám. 3, figs. 1-6)

- 1964 *Spathognathodus sagitta bohemicus* n. subsp.- Walliser, Lám. 7, fig. 4; Lám. 18, figs. 23-24.
- 1964 *Ozarkodina edithae* n. sp.- Walliser, 1964, Lám. 26, figs. 15, 16.
- 1975 *Ozarkodina sagitta bohemica* (Walliser) - Aldridge, p. 327, Lám. 47, fig. 21.
- 1976 *Ozarkodina sagitta bohemica* (Walliser) - Barrick y Klapper, p.81, Lám. 4, figs. 1-7, 10-12
- 1981 *Ozarkodina sagitta bohemica* (Walliser) - Aldridge, Dorning y Siveter, Lám. 2.3, figs. 1,3.
- 1987 *Ozarkodina bohemica* (Walliser) - Over y Chatterton, Lám. 8, fig. 12.
- 1993 *Ozarkodina bohemica* (Walliser) - Kříž, Dufka, Jaeger y Sch nlaub, Lám. 1, figs. 1,3,4, 9-14.
- 1998 *Ozarkodina bohemica* (Walliser) - Ferretti, Corradini y Serpagli, Lám. 2.2.2, figs. 10-11.
- 2006 "*Ozarkodina*" *bohemica* (Walliser) - Sanz-López, Perret y Vachard, fig. 5, 1-4.
- 2009 *Ozarkodina bohemica* (Walliser) - Corrigan, Corradini y Ferretti, Lám. 2, fig.12.

Lámina 2. 1-6, *Oulodus* cf. *siluricus* (Branson y Mehl, 1933). 1, Elemento Pb. Vista lateral interna. COU-3-3032. 2, Elemento Pa. Vista lateral externa. COU-3033. 3, Elemento Pb. Vista lateral interna. COU-3-3036. 4, Elemento Pb. Vista lateral oblicua. COU-3-3038. 5, Elemento Pb. Vista lateral interna. COU-2-3031. 6, Elemento M. Vista posterior oblicua. COU-2-3035. 7-16, "*Ozarkodina*" *bohemica* (Walliser, 1964). 7-10, 12-14, Elementos Pa. Vista superior. 7, COU-2-3042; 8, COU-2-3044; 9, COU-2-3046; 10, COU-2-3045; 12, COU-2-3042; 13, COU-2-3043; 14, COU-2-3047. 11, 15-16, Elementos Pa. Vista lateral. 11, COU-2-3049; 15, COU-2-3040; 16, COU-2-3048. La escala gráfica representa 200 µm.

Plate 2. 1-6, *Oulodus* cf. *siluricus* (Branson y Mehl, 1933). 1, Pb element, inner lateral view, COU-3-3032. 2, Pa element, outer lateral view, COU-3-3033. 3, Pb element, inner lateral view, COU-3-3036. 4, Pb element, lateral oblique view, COU-3-3038. 5, Pb element, inner lateral view, COU-2-3031. 6, M element, posterior oblique view, COU-2-3035. 7-16, "*Ozarkodina*" *bohemica* (Walliser, 1964). 7-10, 12-14, Pa elements, upper views; 7, COU-2-3042; 8, COU-2-3044; 9, COU-2-3046; 10, COU-2-3045; 12, COU-2-3042; 13, COU-2-3043; 14, COU-2-3047. 11, 15-16, Pa elements, lateral views; 11, COU-2-3049; 15, COU-2-3040; 16, COU-2-3048. Scale bar = 200 µm.



Material estudiado.- 16 elementos Pa procedentes del nivel COU-2.

Descripción.- El elemento Pa es *carminiscaphate* y presenta una plataforma circular a subcircular bien desarrollada y una lámina alta cuya longitud es similar a la de la plataforma. Los dentículos son grandes, están comprimidos y su sección transversal es ovalada, además presentan sus extremos distales libres, excepto en la porción situada encima de la cavidad basal en donde se observa una tendencia a fusionarse. La cavidad basal es muy amplia y de forma circular a subcircular debajo de la plataforma, y continúa como un surco que se estrecha hacia el extremo distal de la lámina.

Observaciones.- Alguno de los elementos que se atribuyen en este trabajo a *O. bohémica* (Lám. 3, fig. 5 y 6) son similares a los descritos y figurados por Kříž *et al.* (1993, p. 829, Lám.1, figs. 9-14) como *Ozarkodina bohémica* morfotipo 2 y morfotipo 3. Estos autores propusieron tres morfotipos sucesivos en la región de Bohemia que según su opinión representan etapas evolutivas.

Distribución estratigráfica.- Esta especie define la biozona homónima que se extiende desde su primera aparición en el Homerense (Wenlock medio) hasta el Gorstiense (Ludlow inferior), y ha sido reconocida en Europa, América y China.

“Ozarkodina” sagitta sagitta (Walliser, 1964)

(Lám. 3, figs.15-26)

- 1964 *Spathognathodus sagitta sagitta* n. subsp.- Walliser, Lám. 7, fig. 5, Lám. 18, figs. 7-11.
- 1964 *Neoprioniodus bicurvatooides* n. sp.- Walliser, Lám. 29, fig. 37.
- 1970 *Ozarkodina edithae* (Walliser) - Serpagli, p. 89, Lám. 22, figs. 3,4.
- 1972 *Ozarkodina sagitta* (Walliser) - Walliser, Lám. 77.
- 1975 *Ozarkodina sagitta sagitta* (Walliser) - Aldridge, Lám. 47, figs. 13-20.
- 1976 *Ozarkodina sagitta* (Walliser) - Barrick y Klapper, Lám. 80.
- 1981 *Ozarkodina sagitta sagitta* (Walliser) - Aldridge, Dorning y Siveter, Lám. 2.2, fig.5.
- 1993 *Ozarkodina sagitta sagitta* (Walliser) - Kříž, Dufka,

Jaeger y Sch nlaub, Lám. 1, fig. 6.

- 1993 *Ozarkodina sagitta sagitta* (Walliser) - Rodríguez Cañero, p. 297-299, Lám. 9, figs. 3-9.
- 1995 *Ozarkodina sagitta sagitta* (Walliser) - Simpson y Talent, p. 159, Lám. 10, fig. 12.
- 1998 *Ozarkodina sagitta sagitta* (Walliser) - Ferretti, Corradini y Serpagli, Lám. 2.2.2, fig. 7.
- 2009 *Ozarkodina sagitta sagitta* (Walliser) - Corriga, Corradini y Ferretti, Lám. 2, fig.14.

Material estudiado.- 7 elementos Pa, 1 elemento Pb, y 2 elementos Sc, que se obtuvieron de los niveles COU-2 y COU-3.

Descripción.- El elemento *carminiscaphate* (Pa) presenta una lámina larga, recta y comprimida lateralmente que sustenta numerosos dentículos que disminuyen de tamaño hacia el extremo distal de la misma; la plataforma es de diseño triangular a subtriangular y la cavidad basal es amplia y ocupa aproximadamente la mitad de la longitud total del elemento.

El elemento *carminate* (Pb) tiene una cúspide prominente, un proceso anterior con 12 dentículos parcialmente fusionados que hacia el extremo del proceso se hacen erectos; la cúspide y los dentículos de este proceso muestran un perfil lateral en línea diagonal; el proceso posterior es más corto y posee 7 dentículos de similar o menor tamaño que los del proceso anterior. La cavidad basal es estrecha, se sitúa por debajo de la cúspide y se prolonga como surcos angostos que recorren ambos procesos sin alcanzar el extremo distal de los mismos.

El elemento Sc es *bipennate*, con procesos anterior y posterior comprimidos lateralmente; este último es muy largo y tiene numerosos dentículos que son reclinados y de sección transversal subredondeada a ovalada. La cavidad basal es pequeña y muestra un mayor desarrollo en coincidencia con el sector basal de la cúspide.

Distribución estratigráfica.- Esta especie define la biozona del mismo nombre que se extiende desde la primera aparición del taxón nominal en la parte más alta del Sheinwoodiense (Wenlock inferior) hasta la primera aparición de *Ozarkodina bohémica* con la que coexiste hasta el Gorstiense inferior (Ludlow inferior) en Europa y América.

Género *Wurmiella* Murphy, Valenzuela-Ríos y Carls, 2004

Especie tipo: *Ozarkodina excavata tuma* Murphy y Matti, 1983.

Observaciones.- Murphy *et al.* (2004, p. 8) en su revisión sobre los Spathognathodontidae, proponen *Wurmiella* y designan como especie tipo a *Ozarkodina tuma* para las formas que previamente se habían incluido en *Ozarkodina excavata*, estableciendo a su vez relaciones filogenéticas entre las especies del género *Ozarkodina* y las que estos autores incluyen en el género *Wurmiella*.

***Wurmiella excavata excavata* (Branson y Mehl, 1933)**
(Lám. 3, figs. 7-14)

- 1933 *Ozarkodina simplex* n. sp. - Branson y Mehl, p. 52, Lám. 3, figs. 46; 47.
- 1933 *Prioniodus excavatus* n. sp.- Branson y Mehl, p. 45, Lám. 3, figs. 7; 8.
- 1933 *Trichognathus excavata* n. sp.- Branson y Mehl, p.51, Lám. 3, figs. 35; 36.
- 1953 *Hindeodella equidentata* n. sp.- Rhodes, p. 303, Lám. 23, figs. 248, 252-254.
- 1953 *Plectospathodus extensus* n. sp.- Rhodes, p. 323, Lám. 23, figs. 286, 236-240.
- 1957 *Spathognathodus inclinatus* (Rhodes) - Walliser, p. 47-48, Lám. 1, figs. 16-20.
- 1957 *Ozarkodina media* n. sp.- Walliser, p. 40-41, Lám. 1, figs. 21-25.
- 1964 *Spathognathodus inclinatus inclinatus* (Rhodes) - Walliser, p. 76-77, Lám. 8, fig. 6; Lám. 19, figs.6-21; Lám. 20, fig. 18.
- 1964 *Ozarkodina media* Walliser - Walliser, p. 58-59, Lám. 8, fig. 5; Lám. 26, figs.19-34.
- 1964 *Neoprioniodus excavatus* (Branson y Mehl) - Walliser, p. 49-50, Lám. 8, fig. 4; Lám. 29, fig. 6.
- 1964 *Trichonodella excavata* (Branson y Mehl) - Walliser, Lám. 31, figs. 26-27.
- 1969 *Hindeodella excavata* (Branson y Mehl) - Jeppsson, fig. text. 1G-L, 3.
- 1970 *Hindeodella equidentata* (Rhodes) - Serpagli, Lám. 21, fig.1-2.
- 1970 *Trichonodella excavata* (Branson y Mehl) - Serpagli, Lám. 21, fig.6.
- 1975 *Ozarkodina excavata excavata* (Branson y Mehl) - Klapper y Murphy, p. 34-37, Lám. 6, figs. 1-20.
- 1976 *Ozarkodina excavata excavata* (Branson y Mehl) - Barrick y Klapper, p. 78, Lám. 4, figs. 13-23,26.
- 1979 *Ozarkodina excavata excavata* (Branson y Mehl) - Lane y Ormiston, Lám. 2, figs. 30,31; Lám. 9, figs. 18-23.
- 1982 *Ozarkodina excavata excavata* (Branson y Mehl) - Nowlan, fig. 3, N,Q,U.
- 1985 *Ozarkodina excavata excavata* (Branson y Mehl) - Savage, p.722, fig. 14, A-L.
- 1985 *Ozarkodina excavata excavata* (Branson y Mehl) - Mastandrea, Lám. 1, figs. 11; 14; 15; 17; 19-21.
- 1986 *Ozarkodina excavata excavata* (Branson y Mehl) - Bischoff, p. 134-137, Lám. 25, figs. 35-40; Lám. 26, figs. 1-40.
- 1987 *Ozarkodina excavata excavata* (Branson y Mehl) - Over y Chatterton, Lám. 7, fig. 18-19.
- 1990 *Ozarkodina excavata excavata* (Branson y Mehl) - Uyeno, p. 91-92, Lám. 3, fig. 11-12; Lám.8, figs. 7, 10, 11; Lám. 14, figs.11, 14-19, 23-25,31; Lám. 15; figs. 15-18.
- 1993 *Ozarkodina excavata excavata* (Branson y Mehl) - Rodríguez Cañero, p. 288-292, Lám. 10, figs. 1 - 11.
- 1995 *Ozarkodina excavata excavata* (Branson y Mehl) - Sanz López, p. 465, Lám. 5, figs. 1-7; Lám. 7, figs. 1-6.
- 1995 *Ozarkodina excavata excavata* (Branson y Mehl) - Simpson y Talent, p. 147-153, Lám. 8, figs. 16-25; Lám. 9, figs. 1-24.
- 1998 *Ozarkodina excavata excavata* (Branson y Mehl) - Ferretti, Corradini y Serpagli, Lám. 2.2.1, fig. 1.
- 1999 *Ozarkodina excavata excavata* (Branson y Mehl) - Cockle, p. 120, Lám. 3, figs. 1-14.
- 2001b *Ozarkodina excavata excavata* (Branson y Mehl) - Gutiérrez-Marco, Sarmiento, Robardet, Rábano y Van k, Lám. 1, figs. 1-8.
- 2004 *Wurmiella excavata excavata* (Murphy, Valenzuela-Ríos y Carls), p. 8-12.
- 2009 *Wurmiella* cf. *excavata* (Murphy, Valenzuela-Ríos y Carls) - Mestre, p. 474, Fig. 3, 4-6.

Material estudiado.- 1 elemento Pa, 2 elementos Pb, 1 elemento M, 1 elemento Sa, 1 elemento Sb y 2 elementos Sc, procedentes de los niveles COU-2 y COU-3.

Descripción.- El elemento Pa, de tipo *carminate*, en vista lateral presenta un margen aboral ligeramente arqueado y

dentículos anchos, comprimidos lateralmente y de tamaño similar. En la lámina es característica la presencia de un ensanchamiento longitudinal que se sitúa en la región basal de los dentículos y que la recorre de un extremo al otro. La cavidad basal es reducida y asimétrica debido a la presencia de una expansión lateral que alcanza mayor desarrollo en uno de los flancos.

Los elementos Pb, *bipennates*, tienen una cúspide prominente y procesos anterior y posterior describiendo un arco basal con un ángulo de más de 100°; el proceso anterior, de mayor desarrollo que el posterior, presenta dentículos anchos, altos y de sección transversal ovalada a subovalada, en tanto que en el proceso posterior los dentículos son más pequeños.

El elemento M, *digyrate*, tiene un proceso posterior largo, ligeramente arqueado y con numerosos dentículos. El proceso anterior es muy breve y se sitúa en un plano distinto al que forman la cúspide y el proceso posterior. La cúspide es prominente y con sección transversal subredondeada. La cavidad basal es profunda por debajo de la cúspide y se extiende como un surco bien desarrollado a lo largo de todo el proceso posterior

El elemento Sa, *bipennate*, describe un arco simétrico, en el que se puede diferenciar una cúspide de sección transversal ovalada y dos procesos laterales de similar longitud. El rasgo más destacado de este elemento es la presencia de una cavidad basal muy prominente, que es continuación del borde posterior de la cúspide.

El elemento Sb, *digyrate*, es muy similar al Sa pero en este caso ambos procesos no son simétricos y la cavidad basal es menos profunda que en el elemento Sa.

Los elementos Sc, *bipennate*, tiene dos procesos: anterior y posterior, de desigual desarrollo y en vista lateral ambos procesos pueden situarse sobre un mismo plano o el anterior estar ligeramente curvado hacia el flanco interno. Los dentículos aumentan de tamaño hacia los extremos distales de ambos procesos.

Distribución estratigráfica.- Esta especie tiene un amplio rango de distribución estratigráfica que se extiende desde el Silúrico inferior hasta el Devónico Inferior.

***Ozarkodina?* sp.**

(Lám. 3, fig. 27)

Material estudiado.- 13 elementos que ocuparían distintas posiciones en el aparato conodontal y que provienen de los niveles COU-2 y COU-3.

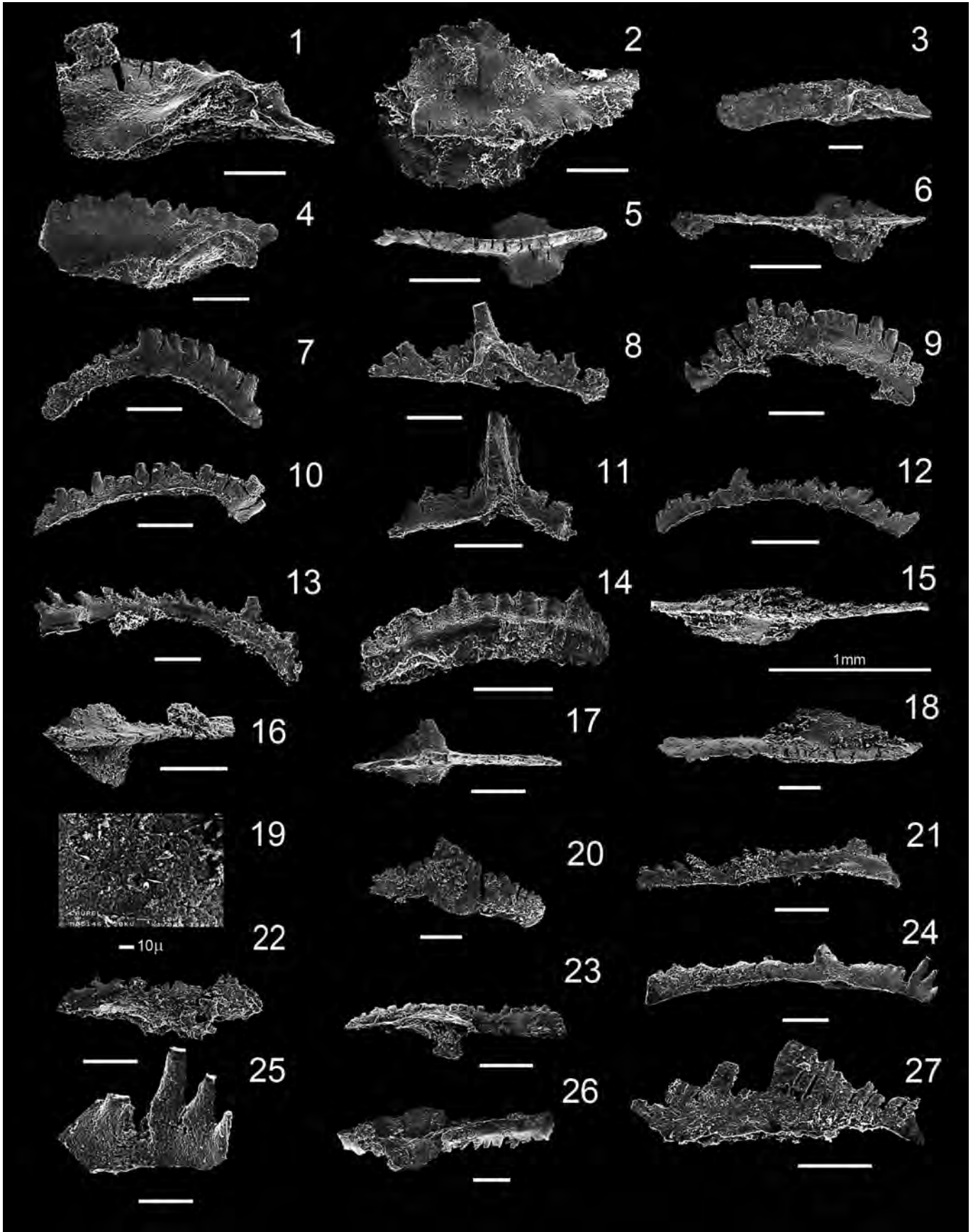
Observaciones.- En la colección estudiada existen numerosos ejemplares que por su deficiente estado de conservación (disolución, encostramiento, deformación, etc.), no pudieron ser atribuidos con certeza a este género.

6. BIOESTRATIGRAFÍA

La primera biozonación en base a conodontos silúricos fue propuesta por Walliser (1964), quien elaboró un es-

Lámina 3. 1-6, "*Ozarkodina*" *bohemica* (Walliser, 1964). 1, 3, 4, Elementos Pa. Vista lateral. 1, COU-2-3058; 3, COU-2-3051; 4, COU-2-3056. 2, Elemento Pa. Vista superior. COU-2-3053. 5-6, Elemento Pa. Vista superior. 5, COU-2-3055; 6, COU-2-3059. 7-14, *Wurmiella excavata excavata* (Branson y Mehl, 1933). 7, Elemento Pb. Vista lateral. COU-3-3062. 8, Elemento Sb. Vista posterior. COU-3-3067. 9, Elemento Pb. Vista lateral. COU-2-3065. 10, Elemento M. Vista lateral. COU-2-3061. 11, Elemento Sa. Vista posterior. COU-2-3069. 12-13, Elementos Sc. Vista lateral. 12, COU-2-3064; 13, COU-2-3068. 14, Elemento Pa. Vista lateral. COU-2-3060. 15-26, "*Ozarkodina*" *sagitta sagitta* (Walliser, 1964). 15-18, Elementos Pa. Vista superior. 15, COU-3-3079; 16, COU-3-3071; 17, COU-3-3074; 18, COU-3-3075. 19, Superficies con evidencia de disolución en el elemento (18). COU-3-3075. 20, Elemento Pb. Vista lateral. COU-2-3077. 21, 24, Elementos Sc. Vista lateral. 21, COU-3-3076; 24, COU-3-3078. 22, 23, Elementos Pa. Vista lateral. 22, COU-2-3072; 23, COU-2-3070. 25, Superficies con evidencia de disolución en el elemento (24). COU-3-3078. 26, Elemento Pa. Vista inferior oblicua. COU-3-3073. 27, *Ozarkodina?* sp. Elemento S?. Vista lateral. COU-3-3086. La escala gráfica representa 200 µm.

Plate 3. Figures 1-6, "*Ozarkodina*" *bohemica* (Walliser, 1964). 1, 3-4, Pa elements, lateral views; 1, COU-2-3058; 3, COU-2-3051; 4, COU-2-356. 2, Pa element; upper view, COU-2-3053. 5-6, Pa elements, upper views; 5, COU-2-3055; 6, COU-2-3059. 7-14, *Wurmiella excavata excavata* (Branson y Mehl, 1933). 7, Pb element; lateral view, COU-3-3062. 8, Sb element; posterior view, COU-3-3067. 9, Pb element; lateral view, COU-2-3065. 10, M element; lateral view, COU-2-3061. 11, Sa element; posterior view, COU-2-3069. 12-13, Sc elements; lateral views, 12, COU-2-3064; 13, COU-2-3068. 14, Pa element; lateral view, COU-2-3060. 15-26, "*Ozarkodina*" *sagitta sagitta* (Walliser, 1964). 15-18, Pa elements, upper views; 15, COU-3-3079; 16, COU-3-3071; 17, COU-3-3074; 18, COU-3-3075. 19, Dissolution on the surface of the element (18), COU-3-3075. 20, Pb element; lateral view, COU-2-3077. 21, 24, Sc elements, lateral views; 21, COU-3-3076; 24, COU-3-3078. 22, 23, Pa elements, lateral views; 22, COU-2-3072; 23, COU-2-3070. 25, Dissolution on the surface of the element (24), COU-3-3078. 26, Pa element; lower oblique view, COU-3-3073. 27, *Ozarkodina?* sp. S? element; lateral view, COU-3-3086. Scale bar = 200 µm.



quema bioestratigráfico constituido por 12 zonas sucesivas a partir de los hallazgos de la sección de Cellon en los Alpes Cárnicos (Austria). Aunque muchas de estas zonas han sido ampliamente reconocidas, su aplicación resulta complicada debido a que en Cellon el Llandovery no está completamente expuesto, lo que ha llevado al desarrollo de distintas biozonaciones locales. En este trabajo se sigue el esquema bioestratigráfico establecido por Corradini y Serpagli (1999) para Cerdeña, ya que en éste concurren las propuestas de diferentes autores para Europa, así como otras de carácter global.

En la sección silúrica del pliegue acostado del Courel, se han identificado las siguientes especies, provenientes de los niveles COU-2 y COU-3: *Dapsilodus obliquicostatus* (Branson y Mehl, 1933), *Oulodus* cf. *siluricus* (Branson y Mehl, 1933), *Kockelella* cf. *variabilis* (Walliser, 1957), "*Ozarkodina*" *bohemica* (Walliser, 1964), "*Ozarkodina*" *sagitta sagitta* (Walliser, 1964) y *Wurmiella excavata excavata* (Branson y Mehl, 1933). La distribución de estos taxones en relación a la biozonación de Corradini y Serpagli (1999) se puede observar en la figura 2.

La especie que domina la asociación estudiada es *Dapsilodus obliquicostatus* (Branson y Mehl, 1933), cuya distribución vertical se extiende desde el Silúrico inferior al Devónico Inferior en Europa, Norteamérica, Norte de África y Australia. Barrick (1977) señala que la extensión de esta especie abarca desde la Zona de *Kockelella ranuliformis* a la Zona de *Kockelella variabilis* (Wenlock-Ludlow); por su parte McCracken (1991) describe este taxón en materiales del Llandovery inferior (Telychiense) al Wenlock superior-Ludlow inferior (Homeriense-Sheinwoodiense). Más tarde Rodríguez Cañero (1993) menciona su hallazgo en el Complejo Maláguide (Cordillera Bética) desde la Zona de *Ozarkodina sagitta* hasta la Zona de *Kockelella crassa* (Wenlock medio-Ludlow inferior); Sarmiento *et al.* (1994) lo describen en las zonas de *Aspelundia petila* y *A. fluegeli* (Llandovery) del norte de España; Ferretti *et al.* (1998) identifican el taxón en la Zona de *K. crassa* (Ludlow inferior) en Cerdeña, y Corradini y Serpagli (1999) lo mencionan desde la Zona de *K. ranuliformis* hasta la Zona de *Ozarkodina reimscheidensis* (Wenlock-Prídoli).

Del género *Ozarkodina* "sensu lato" se han reconocido

dos especies: "*Ozarkodina*" *bohemica* (Walliser, 1964) y "*Ozarkodina*" *sagitta sagitta* (Walliser, 1964). La primera de ellas define la biozona homónima (FAD) en el intervalo Wenlock medio-Ludlow inferior de diversas áreas de Europa, América y China. Walliser (1964) estableció el registro más antiguo de esta especie en el Wenlock superior y el más moderno en el Ludlow inferior, ambos para el área de Bohemia. Barrick y Klapper (1976) plantearon su rango de extensión en la Formación Clarita de Oklahoma, desde la parte más alta de la Zona de *Kockelella amsdeni* hasta un nivel estratigráfico que corresponde a la Zona de *Polygnathoides siluricus* (Ludlow medio) en la parte inferior de la Formación Henryhouse. En Cerdeña la presencia de *O. bohemica* se registra en el intervalo de la Zona de *O. bohemica* a la Zona de *K. crassa* (Corriga *et al.*, 2009).

"*Ozarkodina*" *sagitta sagitta* (Walliser, 1964) define la biozona homónima (FAD) para el intervalo Wenlock inferior-Ludlow inferior y ha sido descrita en Europa y América. Sweet (1988) ha planteado su extensión desde la Zona de *O. sagitta* hasta la Zona de *K. crassa*. Rodríguez Cañero (1993) reconoció este taxón en el Complejo Maláguide y lo atribuyó al Wenlock superior. En Cerdeña su presencia está restringida a la Zona "*Ozarkodina*" *sagitta-sagitta* (Wenlock medio: Corriga *et al.*, 2009), en tanto que en el sureste de Australia Simpson y Talent (1995) describen la especie en el intervalo de las zonas de "*O.*" *sagitta* y *K. crassa*.

Wurmiella excavata excavata (Branson y Mehl, 1933) tiene un amplio rango de distribución estratigráfica, que se extiende desde el Silúrico inferior hasta el Devónico Inferior. Walliser (1964) adscribe la especie a la Zona de *K. patula* (Wenlock inferior); Barrick y Klapper (1976) extienden sus hallazgos hasta la Zona de *Kockelella ranuliformis*, ambas del Wenlock inferior. Rodríguez-Cañero (1993) registra su existencia en las secciones del Complejo Maláguide que corresponden al Devónico Inferior.

Según Chlupá *et al.* (1980) *Oulodus siluricus* (Branson y Mehl) se reconoce desde la Zona de *Polygnathoides siluricus* hasta la Zona de *Ozarkodina eosteinhornensis* (Ludlow medio-Prídoli superior); sin embargo, y de acuerdo con la síntesis elaborada por Corradini y Serpagli (1999), esta especie se registra desde la Zona de *O. sagitta* hasta la Zona de *Oulodus elegans detortus* (Wenlock medio -

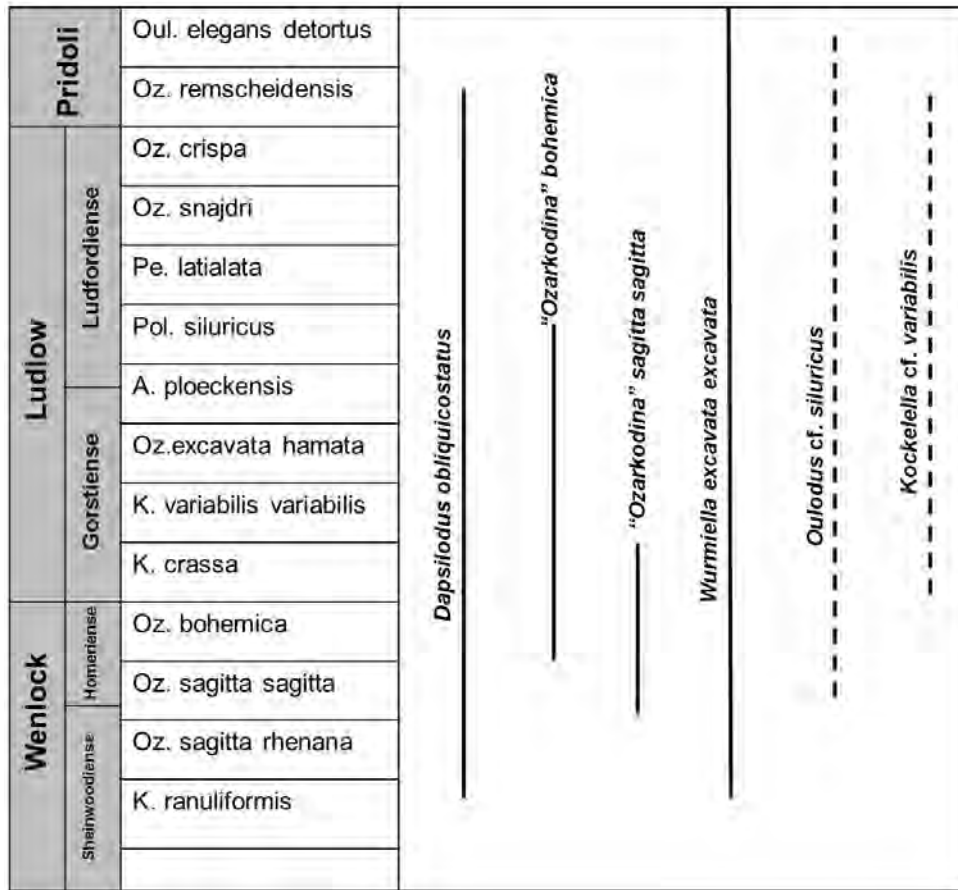


Figura 2. Distribución bioestratigráfica de algunas especies de conodontos identificadas en este trabajo, según datos de Corradini y Serpagli (1999). En línea discontinua se indican las formas en nomenclatura abierta.

Figure 2. Biostratigraphic distribution of some of the conodont species identified in this paper, according to the scheme of Corradini and Serpagli (1999). Taxa in open nomenclature are indicated with a dashed line.

Prídoli superior). Por otra parte, la especie *Kockelella variabilis* (Walliser), que define la biozona de intervalo homónima, se ha reconocido en materiales del Ludlow a nivel mundial. Walliser (1964) la describe en el intervalo correspondiente a la Zona de *K. crassa*-Zona de *P. siluricus*. Sweet (1988) propone su extensión desde la Zona de *K. crassa* hasta la Zona de *Pedavis latialata* (Ludlow inferior-superior). Kleffner (1990) sitúa el hallazgo más moderno de la especie en la parte basal de la Zona de *O. eosteinhornensis*. Por su parte, Corradini y Serpagli (1999) mencionan el registro de esta especie en el intervalo que corresponde a la parte media de la Zona *K. crassa*, hasta la parte superior de la Zona de *Ancoradella ploeckensis* (Ludlow inferior-parte baja del Ludlow superior).

En la asociación estudiada la coexistencia de "Ozarkodina" bohémica y "Ozarkodina" sagitta sagitta, junto con los elementos atribuidos a *Kockelella cf. Variabilis*, permite proponer para los niveles COU-2 y COU-3 una edad comprendida entre la parte alta de la Zona de "O". s. sagitta y la parte basal de la Zona de *K. variabilis*, que corresponde al intervalo Wenlock superior (Homeriense) - Ludlow inferior (Gorstiense).

Al comparar esta asociación de conodontos con la descrita por Gutiérrez-Marco *et al.* (2001b) en la localidad de La Barosa, podemos deducir que aunque ambas comparten algunas especies (*W. excavata* y *K. variabilis*?) esta última es más moderna por la presencia de "Ozarkodina" confluens (Ludlow), y podría representar un ambiente de

sedimentación más distal (Gutiérrez-Marco *et al.*, 2001, p. 250).

7. OBSERVACIONES PALEOECOLÓGICAS

En la asociación de conodontos del área del Courel predominan los elementos coniformes de la especie *Dapsilodus obliquicostatus* que, de acuerdo con Aldridge *et al.* (1981, p. 23) es una forma característica de zonas de plataforma externa. En el mismo sentido, se han identificado numerosos elementos de *Wurmiella excavata* que podrían adscribirse a la Asociación de *Wurmiella excavata* de Aldridge y Jeppsson (1999), típica de ambientes de plataforma marina abierta para el intervalo Wenlock inferior a Ludlow superior.

8. CONCLUSIONES

Se describe, por vez primera para el Silúrico del Sinclinal acostado del Courel, una asociación de conodontos integrada por los taxones *Dapsilodus obliquicostatus* (Branson y Mehl, 1933), *Oulodus cf. siluricus* (Branson y Mehl, 1933), *Kockelella cf. variabilis* (Walliser, 1957), "*Ozarkodina*" *bohemica* (Walliser, 1964), "*Ozarkodina*" *sagitta sagitta* (Walliser, 1964), *Wurmiella excavata excavata* (Branson y Mehl, 1933), *Walliserodus sp.*, *Kockelella?* sp. y *Ozarkodina?* sp.

La presencia de las especies "*Ozarkodina*" *bohemica* (Walliser, 1964), "*Ozarkodina*" *sagitta sagitta* (Walliser, 1964) y *Kockelella cf. variabilis* permite atribuir los niveles investigados al intervalo comprendido entre la parte superior de la Zona de "*O.*" *sagitta sagitta* y la parte inferior de la Zona de *K. variabilis*, cuyo rango se extiende desde el Wenlock superior (Homeriense) hasta el Ludlow inferior (Gorstiense).

Desde el punto de vista estratigráfico, resulta llamativa la presencia de niveles calcáreos intercalados en las pizarras negras con cloritoide de la Formación Folgoso a lo largo del Sinclinal del Courel-Peñalba, en una distancia de 8 km lineales dentro de la Sierra do Courel (sur de Folgoso, norte de Vilarbacú, norte de A Seara), más la localidad de La Barosa ya en la provincia de León, unos 40 km

al oeste-suroeste del área anterior. Sin embargo los datos preliminares, derivados de la bioestratigrafía de conodontos, indican que el lentejón calizo de La Barosa es algo más moderno (Ludlow medio) que el registrado en la Sierra do Courel (Wenlock-Ludlow inferior).

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo recoge lo esencial de la memoria de un proyecto del Máster en Paleontología de la Universidad Complutense de Madrid, presentado por la primera autora el 8 de marzo de 2012, bajo la tutela de los otros coautores. Las fotografías de conodontos se realizaron en el Centro Nacional de Microscopía "Luis Brú" (Madrid). Los autores agradecen a D. Manuel Lombardero Barceló (INECO, Madrid) la señalización original del afloramiento calcáreo, a D. Carlos Alonso (Departamento de Paleontología, Universidad Complutense) por su ayuda en el montaje de las láminas, y a dos revisores anónimos por los comentarios y mejoras introducidos en el manuscrito. Este trabajo es una contribución a los proyectos PICG 591 del Programa Internacional de Geociencias (IUGS-UNESCO) y CGL2009-09583/BTE del Ministerio de Economía y Competitividad.

BIBLIOGRAFÍA

- Abril Hurtado, J. y Rodríguez Fernández, L.R. 1981. *Mapa y Memoria explicativa de la Hoja nº 157 (Oencia) del Mapa Geológico de España E. 1:50.000 (Segunda Serie MAGNA)*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 48 pp.
- Aldridge, R.J. 1975. The stratigraphic distribution of conodonts in the British Silurian. *Journal of the Geological Society*, 131, 607-618.
- Aldridge, R.J. 1982. A fused cluster of coniform conodont elements from the Late Ordovician of Washington Land, western North Greenland. *Palaeontology*, 25 (2), 425-430.
- Aldridge, R.J., Dornig, K.J. and Siveter, D.J. 1981. Distribution of microfossil groups across the Wenlock shelf of the Welsh Basin. In: *Microfossils from recent and fossil shelf seas* (Eds. Neale and Brasier). *Ellis Horwood Limited*, Chichester, 18-30.
- Aldridge, R.J. and Jeppsson, L. 1984. Ecological specialists among Silurian Conodonts. *Special Papers in Palaeontology*, 32, 141-149.
- Aldridge, R.J. and Jeppsson, L. 1999. Wenlock-Pridoli recurrent conodont associations. In: *Paleocommunities - a case study from the Silurian and Lower Devonian* (Eds. A.J. Boucot & J.D. Lawson). *Cambridge University Press*, 11, 37-41.

- Armstrong, H.A. 1990. Conodonts from the Upper Ordovician-Lower Silurian carbonate platform of North Greenland. *Grønlands Geologiske Undersøgelse Bulletin*, 159, 1-151.
- Barrick, J.E. 1977. Multielement simple-cone conodonts from the Clarita Formation (Silurian), Arbuckle Mountains, Oklahoma. *Geologica et Palaeontologica*, 11, 47-68.
- Barrick, J.E. and Klapper, G. 1976. Multielement Silurian (late Llandoveryan-Wenlockian) conodonts of the Clarita Formation, Arbuckle Mountains, Oklahoma, and phylogeny of *Kockelella*. *Geologica et Palaeontologica*, 10, 59-100.
- Bassler, R.S. 1925. Classification and stratigraphic use of the conodonts. *Geological Society of America Bulletin*, 36, 218-220.
- Bengtson, P. 1988. Open nomenclature. *Palaeontology*, 31 (1), 223-227.
- Bischoff, G.C.O. 1986. Early and Middle Silurian conodonts from mid-western New South Wales. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, 89, 1-337.
- Branson, E.B. and Mehl, M.G. 1933. Conodonts studies nº 2: Conodonts from the Joachim (Middle Ordovician) of Missouri; Conodonts from the Plattin (Middle Ordovician) of Missouri; Conodonts from the Maquoketa-Thebes (Upper Ordovician) of Missouri; A study of Hinde's types of conodonts preserved in the British Museum. *University of Missouri Studies*, 8 (2), 77-167.
- Carcavilla Urquí, L. y Palacio Suárez-Valgrande, J. 2010. *Proyecto GE-OSITES. Aportación española al patrimonio geológico mundial*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 231 pp.
- Chlupáček, I., Kříž, J. and Schönlaub, H.P. 1980. Field Trip E. Silurian and Devonian conodonts of the Barrandian. In: *Second European Conodont Symposium ECOS II. Guidebook-Abstracts* (Ed. H.P. Schönlaub). *Abhandlungen der Geologischen Bundesanstalt*, 35, 147-180.
- Cockle, P. 1999. Conodont data in relation to time space and environmental relationships in the Silurian (Late Llandovery - Ludlow) successions at Boree Creek (New South Wales, Australia). *Abhandlungen der Geologischen Bundesanstalt*, 54, 107-133.
- Cooper, B.J. 1976. Multielemental conodonts from the St. Clair Limestone (Silurian) of Southern Illinois. *Journal of Paleontology*, 50 (2), 205-217.
- Corradini, C. and Serpagli, E. 1999. A Silurian conodont biozonation from late Llandovery to end Pridoli in Sardinia (Italy). In: *Studies on Conodonts. Proceedings of the 7th European Conodont Symposium* (Ed. E. Serpagli). *Bollettino della Società Paleontologica Italiana*, 37 (2-3), 255-273.
- Corrigan, M.G., Corradini, C. and Ferretti, A. 2009. Silurian conodonts from Sardinia: an overview. *Rendiconti della Società Paleontologica Italiana*, 3 (1), 95-107.
- Del Moral, B. 2003. Primeros conodontos Kralodvorienses (Ordovícico Superior) de la Zona Cantábrica, Portilla de Luna, León (España). *Revista Española de Micropaleontología*, 35 (3), 275-283.
- Dozy, J.J. 1983. The Geology of the region to the Southeast of Lugo (N.W. Spain). *Leidsche Geologische Mededelingen*, 52 (3), 513-524. [Versión española resumida: La geología del sureste de la provincia de Lugo (Noroeste de España); *Boletín Geológico y Minero*, 94, 383-414, Madrid 1983].
- Duque Lucas, L.C., Elízaga Muñoz, E. y Vidal Romaní, J.R. 1983. *Puntos de Interés Geológico de Galicia*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 136 pp.
- Dzik, J. 1976. Remarks on the evolution of the Ordovician conodonts. *Acta Palaeontologica Polonica*, 21, 395-455.
- Epstein, A.G., Epstein, J.B. and Harris, L.D. 1977. Conodont color alteration: an index to organic metamorphism. *United States Geological Survey Professional Paper*, 995, 1-27.
- Ethington, R.L. 1959. Conodonts of the Ordovician Galena Formation. *Journal of Paleontology*, 33, 257-292.
- Ethington, R.L. and Furnish, W.M. 1962. Silurian and Devonian conodonts from Spanish Sahara. *Journal of Paleontology*, 36, 1253-1290.
- Fernández, F.J., Aller, J. and Bastida, F. 2007. Kinematics of a kilometric recumbent fold: The Courel syncline (Iberian massif, NW Spain). *Journal of Structural Geology*, 29, 1650-1664.
- Ferretti, A., Corradini, C. and Serpagli, E. 1998. The Silurian and Devonian sequence in SW Sardinia. In: *Guidebook, ECOS VII* (Ed. E. Serpagli). *Giornale di Geologia*, 60 (Special Issue), 57-61.
- García-Cortés, A., Rábano, I., Locutura, J., Bellido, F., Fernández-Gianotti, J., Martín-Serrano, A., Quesada, C., Barnolas, A. and Durán, J.J. 2001. First Spanish contribution to the Geosites Project: list of the geological frameworks established by consensus. *Episodes*, 24 (2), 79-92.
- García-Cortés, A., Águeda Villar, J., Palacio Suárez-Valgrande, J. y Salvador González, C.I., Eds. 2008. *Contextos geológicos españoles. Una aproximación al patrimonio geológico español de relevancia internacional*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 235 pp.
- Guillou, J.-J. 1969. Contribution à l'étude des minéralisations ordoviciennes en antimoine de la Sierra de Caurel (Provinces de Lugo et d'Orense, Espagne). *Sciences de la Terre*, 14 (1), 5-26.
- Guillou, J.-J. 1971. Quelques régularités dans la distribution de minéralisations sulfurées (en particulier en antimoine) dans les niveaux carbonatés du Paléozoïque inférieur du Géosynclinal Asturien. *Annales de la Société Géologique de Belgique*, 94, 21-37.
- Gutiérrez-Marco, J.C. 2005. El primer mirador geológico de Galicia (Gran pliegue acostado de O Courel, Lugo). *De Re Metallica*, 5, 5-12.
- Gutiérrez-Marco, J.C., Aramburu, C., Arbizu, M., Bernárdez, E., Hacar Rodríguez, M.P., Méndez-Bedia, I., Montesinos López, R., Rábano, I., Truyols, J. y Villas, E. 1999. Revisión bioestratigráfica de las pizarras del Ordovícico Medio en el noroeste de España (Zonas Cantábrica, Asturoccidental-leonesa y Centroibérica septentrional). *Acta Geologica Hispanica*, 34 (1), 3-87.
- Gutiérrez-Marco, J.C., Sarmiento, G.N., Robardet, M., Rábano, I. and Vanek, J. 2001. Upper Silurian fossils of Bohemian type from NW Spain and their palaeogeographical significance. *Journal of the Czech Geological Society*, 46 (3-4), 247-258.
- Hass, W. H. 1959. Conodonts from the Chappel Limestone of Texas. *US Geological Survey Professional Paper*, 294-j, 365-400.
- Hernández Sampelayo, P. 1915. Fósiles de Galicia. Nota sobre la fauna paleozoica de la provincia de Lugo. *Boletín del Instituto Geológico de España*, 36, 277-303.

- Hernández Sampelayo, P. 1932. Criadero del Incio (Galicia). *Trabajos presentados al Primer Congreso de la Agrupación de Ingenieros de Minas del Noroeste de España (Diciembre de 1931)*. Gráficas Reunidas, Madrid, 213-245.
- Hernández Sampelayo, P. 1935. Criaderos de Mineral de Hierro de España. Tomo IV, Hierros de Galicia (volumen 3, fascículos 1-2). *Memorias del Instituto Geológico y Minero de España*, 42, 1-373 y 374-769.
- Iglesias Ponce de León, M. y González Lodeiro, F. 1981. *Mapa y Memoria explicativa de la Hoja nº 156 (Monforte de Lemos) del Mapa Geológico de España E. 1:50.000 (Segunda Serie MAGNA)*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 28 pp.
- Jeppsson, L. 1969. Notes on some Silurian multielement Conodonts. *Geologiska Foreningen I Stockholm Förhandlingar*, 91, 12-24.
- Khodalevich, A.N. and Tschernich, V.V. 1973. New subfamily Belodellinae (conodonts). *Trudy Sverdlovskogo Gornogo Instituta*, 93, 42-47.
- Klapper, G. and Barrick, J.E. 1983. Middle Devonian (Eifelian) conodonts from the Spillville Formation in northern Iowa and southern Minnesota. *Journal of Paleontology*, 57 (6), 1212-1243.
- Klapper, G. and Murphy, M.A. 1975. Silurian-Lower Devonian conodont sequence in the Roberts Mountains Formation of central Nevada. *University of California Publications in Geological Sciences*, 111, 1-62.
- Kleffner, M. A. 1990. Wenlockian (Silurian) conodont biostratigraphy, depositional environments, and depositional history along the eastern flank of the Cincinnati Arch in southern Ohio. *Journal of Paleontology*, 64, 319-328.
- Kříž, J., Dufka, P., Jaeger, H. and Schönlaub, H.P. 1993. The Wenlock/Ludlow Boundary in the Prague Basin (Bohemia). *Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt*, 136 (4), 809-839.
- Lane, H.R and Ormiston, A.R. 1979. Siluro/Devonian Biostratigraphy of the Salmontrout River Area, East-Central Alaska. *Geologica et Palaeontologica*, 14, 117-164.
- Lehnert, O., Bergström, S.M., Benedetto, J.L. and Vaccari, N.E. 1999. First record of Lower Silurian conodonts from South America: biostratigraphic and palaeobiogeographic implications of Llandovery conodonts in the Precordillera of Argentina. *Geological Magazine*, 136 (2), 119-131.
- Lindström, M. 1955. Conodonts from the lowermost Ordovician strata of south-central Sweden. *Geologiska Föreningen i Stockholm Förhandlingar*, 76 (4), 517-603.
- Lindström, M. 1970. A suprageneric taxonomy of the conodonts. *Lethaia*, 3, 427-445.
- Männik, P. 2007. An updated Telychian (Late Llandovery, Silurian) conodont zonation base don Baltic faunas. *Lethaia*, 40, 45-60.
- Männik, P. and Małkowski, K. 1998. Silurian conodonts from the Goldap core, Poland. *Palaeontologia Polonica*, 58, 141-151.
- Martínez Catalán, J.R. 1985. Estratigrafía y estructura del Domo de Lugo (Sector Oeste de la zona Asturoccidental-leonesa). *Corpus Geologicum Gallaeciae* [2], 2, 291 pp. [Versión facsimilar de la Tesis Doctoral presentada en 1981 en la Universidad de Salamanca].
- Martínez Catalán, J.R., Hacar Rodríguez, M.P., Villar Alonso, P., Pérez-Estaún, A. and González Lodeiro, F. 1992. Lower Paleozoic extensional tectonics in the limit between the West Asturian-Leonese and Central Iberian Zones of the Variscan Fold-Belt in NW Spain. *Geologische Rundschau*, 81, 545-560.
- Mastandrea, A. 1985. Biostratigraphic remarks on Early Devonian conodonts from Corti Baccas III section (SW Sardinia). *Bollettino della Società Paleontologica Italiana*, 23 (2), 259-267.
- Matte, P. 1968. La structure de la virgation hercynienne de Galice (Espagne). *Revue de Géologie Alpine*, 44, 152-270.
- Matthews, S.C. 1973. Notes in open nomenclature and on synonymy lists. *Palaeontology*, 6 (4), 713-719.
- McCracken, A. D. 1991. Taxonomy and biostratigraphy of Llandovery (Silurian) conodonts in the Canadian Cordillera, northern Yukon Territory. In: *Ordovician to Triassic Conodont Paleontology of the Canadian Cordillera* (Eds. M.J. Orchard and A.D. McCracken), *Geological Survey of Canada Bulletin*, 417, 65-95.
- Mestre, A. 2009. Primeros conodontes de la Formación Tambolar (Facies Pachaco), Silúrico de la Precordillera Argentina, y sus implicancias bioestratigráficas. *Ameghiniana*, 46 (3), 469-479.
- Mohamed, I.H. 1983. *Palaeontology and biostratigraphy of early silurian conodonts of the Oslo Region, Norway and of Wales*. Universidad de Nottingham. Tesis Doctoral (Inédita).
- Murphy, M. A. and Matti, J.C. 1983. Lower Devonian conodonts (*hesperius-kindlei* Zones). Central Nevada. *Geological Sciences*, 23, 1-12.
- Murphy, M.A., Valenzuela-Ríos, J.L. and Carls, P. 2004. On classification of Pridoli (Silurian)-Lochkovian (Devonian) Spathognathodontidae (Conodonts). *University of California, Riverside Campus Museum Contribution*, 6, 1-25.
- Nicoll, R.S. 1985. Multielement composition of the conodont species *Polygnathus xylus xylus* Stauffer, 1940 and *Ozarkodina brevis* (Bischoff and Ziegler, 1957) from the Upper Devonian of the Canning Basin, Western Australia. *Journal of Australian Geology and Geophysics*, 9, 133-147.
- Nowlan, G.S. 1982. Early Silurian conodonts of eastern Canada. *Fossils and Strata*, 15, 95-110.
- Over, D. J. and Chatterton, B.D.E. 1987. Silurian conodonts from the southern Mackenzie Mountains, Northwest Territories, Canada. *Geologica et Palaeontologica*, 21, 1-49.
- Piçarra, J.M., Gutiérrez-Marco, J.C., Sarmiento, G. and Sá, A.A. 2006. Novos dados de Conodontes e Graptólitos no Paleozóico parautóctone da Zona Galiza-Trás-os-Montes (Espanha e Portugal). In: *Resumos alargados VII Congresso Nacional de Geologia*, Évora (Eds. J. Mirão, J. e A. Balbino), 2, 653-656.
- Rexroad, C. B. 1967. Stratigraphy and Conodont Paleontology of the Brassfield (Silurian) in the Cincinnati Arch Area: Department of Natural Resources. *Indiana Geological Survey Bulletin*, 36, 1-64.
- Rhodes, F.H.T. 1953. Some British Lower Paleozoic conodont faunas. *Philosophical Transactions of Royal Society of London Series B*, 237, 261-334.
- Riemer, W. 1963. Entwicklung des Paläozoikums in der südlichen Pro-

- vinz Lugo (Spanien). *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Abhandlungen*, 117, 273-285.
- Riemer, W. 1966. Datos para el conocimiento de la estratigrafía de Galicia. *Notas y Comunicaciones del Instituto Geológico y Minero de España*, 81, 7-20.
- Rodríguez Cañero, R. 1993. *Contribución al estudio de los conodontos del Paleozoico del Complejo Maláguide (Cordillera Bética)*. Facultad de Ciencias, Universidad de Málaga. Tesis Doctoral (Inédita). 474 pp.
- Sanz-López, J. 1995. *Estratigrafía y bioestratigrafía (Conodontos) del Silúrico superior- Carbonífero inferior del Pirineo oriental y central*. Universitat de Barcelona. Tesis Doctoral (Inédita), 594 pp.
- Sanz López, J., Expósito Vaqueiro, C.M. y Montesinos, J.R. 2000. Estratigrafía y conodontos del Devónico Inferior del Sinclinal del Caurel-Peñalba (NO de España). In: *Libro de Resumos I Congresso Ibérico de Paleontologia, XVI Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología e VIII International Meeting of IGCP 421* (Eds. J.B. Díez y A.C. Balbino), Universidade de Évora, 276-277.
- Sanz-López, J., Perret, M.F. and Vachard, D. 2006. Silurian to Mississippian series of the eastern Catalan Pyrenees (Spain), updated by conodonts, foraminifers and algae. *Geobios*, 39 (5), 709-725.
- Sarmiento, G.N. 1993. *Conodontos ordovícicos de Sierra Morena (Macizo Hespérico Meridional)*. Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense de Madrid. Tesis Doctoral (Inédita), 598 pp.
- Sarmiento, G.N., Calvo, A.A. y González-Clavijo, E. 1997. Conodontos paleozoicos (Ashgill - Emsiense) del Sinforme de Alcañices (oeste de Zamora, España). In: *XIII Jornadas de Paleontología "Fósiles de Galicia", Libro de Resúmenes*, (Eds. A. Grandal D'Anglade, J.C. Gutiérrez-Marco y L. Santos Fidalgo), 108-111.
- Sarmiento, G.N., Gutiérrez-Marco, J.C., Hacar-Rodríguez, M.P., Robardet, M y Rábano, I. 1992. Hallazgo de conodontos en lutitas con cantos calizos del Sinclinal de Truchas (Ordovícico Superior, NO de España). *Publicaciones del Museo de Geología de Extremadura*, 1, 131-132.
- Sarmiento, G.N., Gutiérrez-Marco, J.C. y Robardet, M. 1999. 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., Méndez-Bedia, I., Aramburu, C., Arbizu, M. and Truysols, J. 1994. Early Silurian conodonts from the Cantabrian Zone, NW Spain. *Geobios*, 27, 507-522.
- Savage, N. M. 1985. Silurian (Llandovery-Wenlock) conodonts from the base of the Heceta Limestone, southeastern Alaska. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 22 (5), 711-72.
- Serpagli, E. 1967. I Conodonti dell'Ordoviciano superiore (Ashgilliano) delle Alpi Carniche. *Bolletino della Società Paleontologica Italiana*, 63, 1-111.
- Serpagli, E. 1970. Uppermost Wenlockian - Upper Ludlovian (Silurian) conodonts from Western Sardinia. *Bolletino della Società Paleontologica Italiana*, 9 (1), 76-96.
- Simpson, A.J. and Talent J.A. 1995. Silurian conodonts from the headwaters of the Indi (upper Murray) and Buchan rivers, southeastern Australia, and their implications. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, 182, 79-215.
- Stauffer, C.R. 1930. Conodonts from the Decorah Shale. *Journal of Paleontology*, 4, 121-128.
- Stone, J. 1987. Review of investigative techniques used in the study of conodonts. In: *Conodonts: Investigative Techniques and Applications* (Ed. R. Austin), Ellis Horwood Limited, Chichester, 17-34.
- Sweet, W.C. 1988. *The Conodonta: Morphology, taxonomy, paleoecology and evolutionary history of a long-extinct animal phylum*. Clarendon Press, Oxford, 212 pp.
- Uyeno, T.T. 1990. Biostratigraphy and conodont faunas of Upper Ordovician through Middle Devonian rocks, eastern Arctic Archipelago. *Bulletin of the Geological Survey of Canada*, 401, 1-210.
- Vidal Romaní, J.R. 2011. La puerta del pasado geológico de Galicia se abre en Quiroga. *Tierra y Tecnología*, 40, 46-51.
- Viira, V. 1999. Late Silurian conodont biostratigraphy in the northern East Baltic. In: *Studies on conodonts-Proceedings of the Seventh European Conodont Symposium* (Ed. E. Serpagli). *Bolletino della Società Paleontologica Italiana*, 37 (2-3), 299-310.
- Walliser, O.H. 1957. Conodonten aus dem oberen Gotlandium Deutschlands und der Karnischer Alpen. *Notizblatt des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung zu Wiesbaden*, 85, 28-52.
- Walliser, O.H. 1964. Conodonten des Silurs. *Abhandlungen des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung zu Wiesbaden*, 41, 1-106.
- Walliser, O.H. 1972. Conodont Apparatuses in the Silurian. *Geologica et Palaeontologica*, SB1, 75-80.
- Zhang, S. and Barnes, C.R. 2007. Late Ordovician to early Silurian conodont faunas from the Kolyma Terrane, Omulev Mountains, north-east Russia, and their paleobiogeography affinity. *Journal of Paleontology*, 81 (3), 490-512.

MANUSCRITO RECIBIDO: 4 de octubre, 2012

MANUSCRITO ACEPTADO: 6 de diciembre, 2012