

NUEVOS DATOS SOBRE LA FAUNA DE CONODONTOS Y LA EDAD DE LA FORMACIÓN FALCOÑA (COMPLEJO MALÁGUIDE, CORDILLERA BÉTICA, ESPAÑA)

Rosario RODRÍGUEZ CAÑERO y Antonio GUERRA-MERCHÁN

Departamento de Geología, Facultad de Ciencias, Universidad de Málaga, 29071-Málaga.

Rodríguez Cañero, R. y Guerra-Merchán, A. 1996. Nuevos datos sobre la fauna de conodontos y la edad de la Formación Falcoña (Complejo Maláguide, Cordillera Bética, España). [New data about the conodont fauna and the age of Falcoña Formation (Malaguide Complex, Betic Cordillera, Spain)]. *Revista Española de Paleontología*, 11 (2), 235-246. ISSN 0213-6937.

ABSTRACT

A detailed lithostratigraphy from the type section of Falcoña Formation has been described and the results of sampling in the calcareous levels from two outcrops of this Formation have been recorded. This sampling has allowed to carry out a new datation of Falcoña Formation, that have turn out to be more recent than the one established previously. It has been founded a conodont fauna (*Gnathodus bilineatus* and *G. praebilineatus* among others), that it allows to assign the calcareous levels to the *bilineatus* Zone of Upper Viséan (Lower Carboniferous).

Keywords: Conodonts, Falcoña Formation, Lower Carboniferous, Malaguide Complex, Betic Cordillera.

RESUMEN

Se describe detalladamente la litoestratigrafía de la sección tipo de la Formación Falcoña y se recogen los resultados del muestreo efectuado con objeto de extraer los conodontos de los niveles calcáreos de dos afloramientos de esta formación. La fauna hallada ha permitido llevar a cabo una revisión de la edad de la Formación Falcoña, que había sido datada previamente como Turnesiense superior. Las especies identificadas (*Gnathodus bilineatus* y *G. praebilineatus*, entre otras) permiten atribuir los niveles calcáreos de dicha formación a la Zona de *bilineatus* del Viséense superior (Carbonífero Inferior).

Palabras clave: Conodontos, Formación Falcoña, Carbonífero Inferior, Complejo Maláguide, Cordillera Bética.

INTRODUCCIÓN

El Complejo Maláguide es uno de los dominios tectonopaleogeográficos que constituyen las Zonas Internas de la Cordillera Bética. Se dispone tectónicamente sobre el Complejo Alpujarride, que a su vez se superpone al Complejo Nevado-Filábride. Dicho Complejo Maláguide aflora ampliamente en la provincia de Málaga (Fig. 1) y está constituido por un basamento Paleozoico (Ordovícico-Carbonífero) fuertemente deformado y algo metamorizado en su parte más baja, sobre el que se sitúa una cobertera representada por materiales sedimentarios del Mesozoico-Cenozoico (Serrano *et al.*, 1995).

El Paleozoico del Complejo Maláguide (Fig. 2) comprende cinco formaciones (Herbig, 1983; Martín-Algarra, 1987). La inferior, denominada Formación Morales, está constituida por esquistos moteados, pizarras y filitas, destacando en su parte alta unos

niveles de conglomerados con cantos estirados, y otros de lilitas y calizas con ortocerátidos y tentaculites (Ordovícico-Silúrico Inferior). Por encima se dispone la Formación Santi Petri (Silúrico Medio-Devónico Superior) integrada por calizas detríticas y pizarras calcáreas bastante replegadas, denominadas en la literatura como "Calizas alabeadas". El tramo final de esta formación, constituido por niveles pelíticos con intercalaciones de grauvacas, calizas detríticas y conglomerados, es conocido con el término "Serie Rana". Sobre la anterior, la Formación Falcoña, previamente datada como Turnesiense Superior (Tn3c) por Herbig (1983), presenta un paquete de lilitas en la base, al que ocasionalmente se superponen niveles de calizas con conodontos. A continuación, la Formación Almogía (Viséense Superior-Serpukhoviense inferior) está formada por una parte inferior (Miembro de Retamares) de conglomerados y grauvacas con escasas intercalaciones de pelitas, y una parte superior de

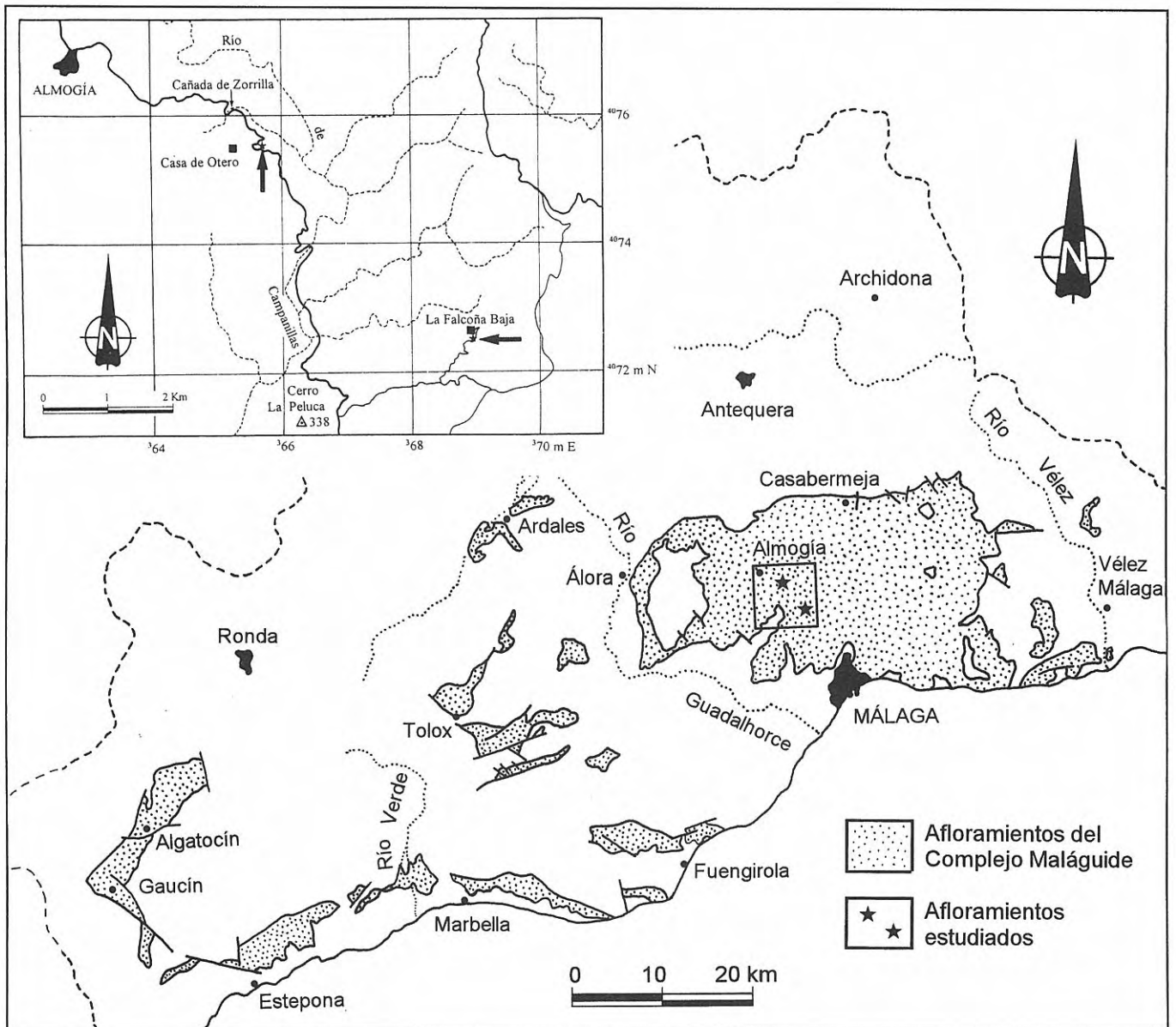


Figura 1. Distribución de los materiales del Complejo Maláguide en la provincia de Málaga y localización de los afloramientos estudiados en este trabajo.

pizarras oliváceas y grauvacas en las que se engloban olistolitos de calizas con conodontos (Kockel y Stoppel, 1962; Mauthe, 1971; Bourgois, 1978; Herbig, 1983; Rodríguez Cañero, 1993a, 1993b, 1995). Discordante sobre las anteriores, se dispone la Formación Marbella que representa un conjunto conglomerático con abundantes cantos calizos en su parte inferior. Una última formación, la Formación Saladilla, constituida por conglomerados, arenas y lutitas rojas en su parte baja, y por dolomías, lutitas, arenas y yesos, en su parte alta, es atribuida al Permo-Triásico y se dispone discordantemente sobre los restantes materiales del Paleozoico.

En el Complejo Maláguide, la escasez de fósiles y la intensa deformación tectónica que han sufrido los materiales paleozoicos (Orozco y Gálvez, 1979; Martín-Algarra, 1987), junto con la similitud que presentan las

diferentes secuencias tipo flysch, contribuyen a que en muchos sectores no esté definitivamente establecido el marco estratigráfico de los materiales. En este sentido, destaca el paquete (5-15 m) de liditas de la parte inferior de la Formación Falcoña, el cual se muestra como un posible nivel guía (Herbig, 1983). Niveles equivalentes han sido reconocidos en otros fragmentos del bloque de Alborán, como en Pequeña Kabylia (Bouillin y Perret, 1982) y Menorca (Bourrouilh, 1973), así como en otras cordilleras: Pirineos (Perret, 1974).

Dado que los datos bioestratigráficos sobre la Formación Falcoña en la provincia de Málaga son escasos y no del todo precisos, este trabajo se centra en el estudio de la fauna de conodontos de los niveles calizos situados sobre las liditas, con el objetivo de precisar la edad de dicha Formación en este sector de la Cordillera Bética.

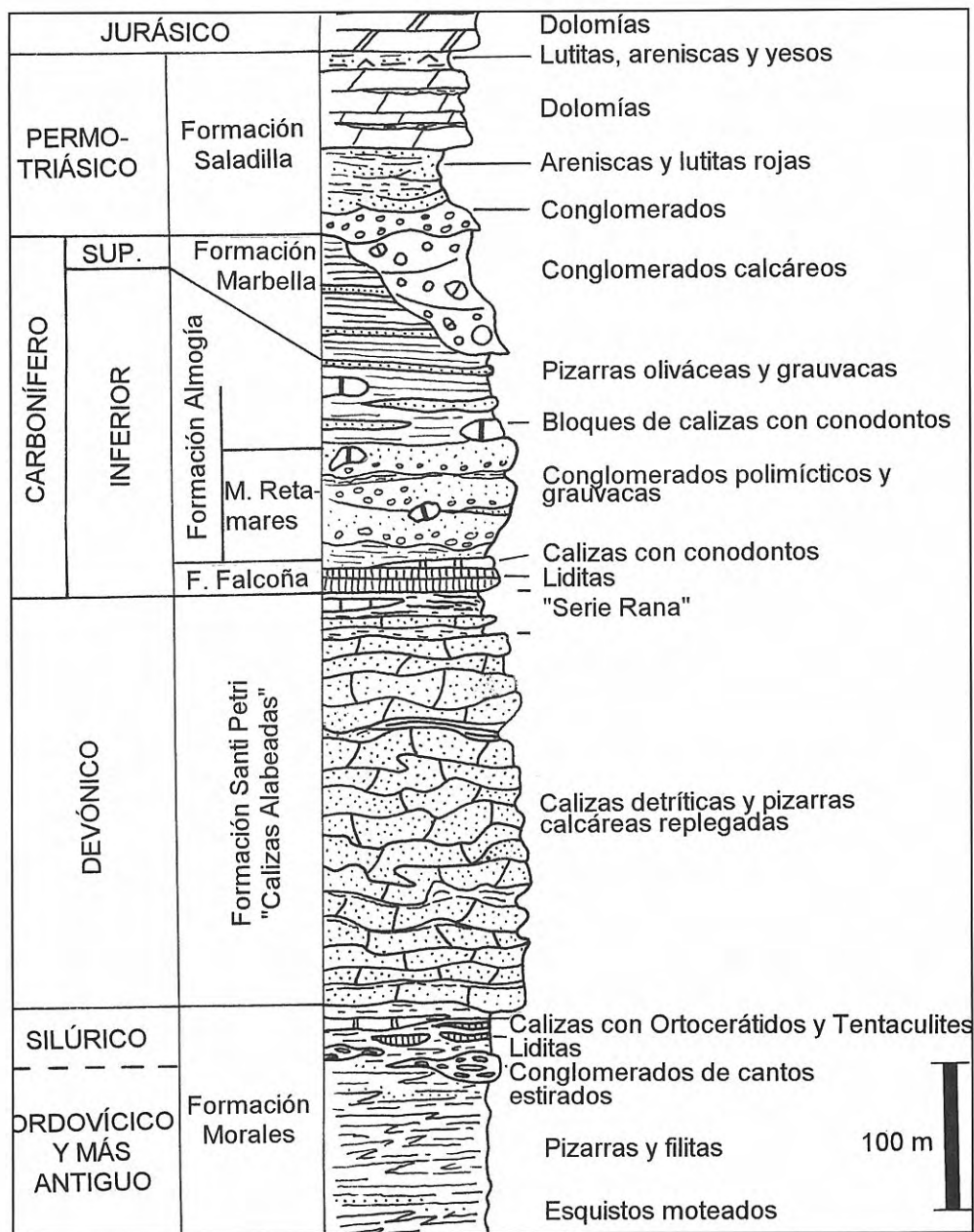


Figura 2. Columna estratigráfica sintética del Complejo Maláguide. Modificada a partir del trabajo de Martín Algarra (1987).

MATERIAL

La fauna de conodontos estudiada en este trabajo procede de niveles de calizas pertenecientes a dos afloramientos de la Formación Falcoña (Fig. 1). Uno de ellos se sitúa en la margen derecha de un pequeño arroyo que discurre próximo al cortijo Casa de Otero (³⁶57⁷⁵ m E y ⁴⁰75⁵⁰⁰ m N), a la altura del Km 23 de la carretera de Málaga a Almogía. Este afloramiento se corresponde con el que Kockel y Stoppel (1962) y Herbig (1983) denominaron Sección de la Cañada de Zorrilla. El otro afloramiento está situado inmediatamente al S del cortijo La Falcoña Baja (³⁶90⁰⁰ m E y ⁴⁰72⁵⁰⁰ m N), y es el que fue designado por Herbig (*op. cit.*) como la sección tipo de la Formación.

Para llevar a cabo este estudio se han tratado un total de catorce muestras, de las cuales, diez se han tomado en el

afloramiento de la Falcoña Baja, hallándose distribuidas a lo largo de dos pequeñas secciones paralelas y distantes una de otra una decena de metros, y las otras cuatro proceden del afloramiento del arroyo de Casa de Otero (Fig. 3).

Los elementos conodontales de las especies halladas, así como su abundancia y distribución en cada nivel muestreado, están recogidos en la Tabla 1. Estos ejemplares se encuentran depositados en el Departamento de Geología de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Málaga.

DESCRIPCIÓN DE LAS SECCIONES

En las dos secciones estudiadas, la Formación Falcoña se dispone sobre un conjunto de materiales integrado por uno o varios niveles de conglomerados en la base, sobre los que

SECCIÓN	FALCOÑA I				FALCOÑA II						A. CASA OTERO			
	Fal 2	Fal 3	Fal 4	Fal 5	Fal 6	Fal 7	Fal 8	Fal 9	Fal 10	Fal 11	CO 1	CO 2	CO 3	CO 4
Número de la muestra														
Kilogramos de muestra disuelta	0,435	0,500	0,500	0,500	0,905	0,895	0,895	0,945	0,835	0,855	1,105	0,900	1,090	0,740
Número total de ejemplares	10	16	15	51	63	239	59	57	6	105	21	14	72	49
Ejemplares/kilogramo de muestra	22	2	30	102	70	267	66	60	7	122	19	15	66	66
<i>Gnathodus bilineatus</i>	1	2	1	4		6	3	3	5	7		2	7	
<i>G. bilineatus?</i> (formas muy pequeñas)	1	3	2	20	27	36	10	9		19	5	2	43	15
<i>Gnathodus praebilineatus</i>	3		2	2	2	9	1						4	
<i>Gnathodus pseudosemiglaber</i>						9	5							
<i>Idioproniodus</i>			4							3				
<i>Paragnathodus commutatus</i>					9	7	2	2	1	12	2		4	1
<i>Paragnathodus nodosus</i>												1		
<i>Pseudognathodus homopunctatus</i>			1	1		1				1		1		
<i>Polygnathus communis communis</i>						2								
<i>Scaliognathus anchoralis</i>							1							
Ramiformes	3	10	1	7	11	29	10	12		22	4	3	25	7
Fragmentos	3	1	4	17	14	140	27	31		45	10	5	16	21

Tabla 1. Abundancia y repartición de los elementos conodontales de las especies halladas en los niveles y secciones muestreadas.

aparecen pelitas con intercalaciones de grauvacas y escasos niveles de calizas detríticas. Este conjunto de materiales, localizado por encima de los últimos niveles de "Calizas Alabeadas" de la Formación Santi Petri, representa lo que en la literatura se conoce como la "Serie Rana", constituyendo la parte culminante de dicha formación (Figs. 2 y 3).

En el afloramiento de La Falcoña Baja (Fig. 3A), la Formación Falcoña está constituida en su parte baja por 5-10 m de liditas tableadas en niveles centimétricos. Sobre ellas se dispone un nivel de 0,5-1 m de pelitas silíceas laminadas. A continuación destacan dos paquetes de calizas, de 0,5-1 m el primero y de 1-1,5 m el segundo, separados por una intercalación de 25-50 cm de pelitas laminadas. Los paquetes calizos están integrados por niveles tableados de escala centimétrica de calizas masivas de color ocre, entre los que se intercalan niveles algo más potentes (15-25 cm) de calizas grises con laminación horizontal centimétrica.

Sobre los últimos niveles calizos de la Formación Falcoña, se dispone un conjunto pelítico con intercalaciones de grauvacas y calizas detríticas. Hacia arriba pasan a dominar niveles de conglomerados y grauvacas que caracterizan el Miembro Retamares de la Formación Almogía.

En el afloramiento del arroyo de Casa de Otero (Fig. 3B) se reconoce el mismo esquema estratigráfico. El primer paquete de liditas descansa directamente sobre pelitas y grauvacas de la "Serie Rana". Sobre las liditas, y por encima, los niveles calizos grisáceos. Los niveles calizos presentan igualmente una laminación de espesor milimétrico a centimétrico, pero a diferencia del afloramiento de La Falcoña Baja, son más potentes y presentan nódulos y láminas de silix. El paquete carbonatado inferior, al igual

que las pelitas y liditas subyacentes, muestra con frecuencia charnelas de pliegues decimétricos muy apretados (prácticamente isoclinales), disponiéndose los planos axiales de los mismos paralelos a la estratificación. El espesor de este paquete calizo inferior (5-6 m), bastante mayor que en el afloramiento de la Falcoña Baja (2,5-3 m), resulta ser consecuencia del plegamiento interno que presenta.

Por encima, se vuelve a repetir el mismo esquema estratigráfico, pero en este caso destaca el aspecto más masivo de parte de las liditas, que han podido sufrir recristalizaciones, y el menor espesor que presenta el paquete calizo superior. Sin duda alguna se trata de una estructura compleja, en la que el comportamiento más dúctil de las liditas y pelitas, frente a los niveles calizos, ha podido desempeñar un importante papel. Por ello y aunque las condiciones de afloramiento no permiten identificar los accidentes tectónicos que causan dicha repetición, es coherente pensar, teniendo en cuenta el grado de plegamiento que han sufrido los materiales de esta región, que dichos niveles pertenezcan a una estructura de plegamiento de mayor envergadura, aunque similar a los pliegues reconocidos tanto en los materiales pelíticos como en los carbonatados.

ZONACIÓN DEL CARBONÍFERO INFERIOR

A lo largo de los últimos treinta años, un gran número de investigadores han trabajado en un intento de establecer la biozonación del Carbonífero Inferior basada en conodontos. Prueba de ello son trabajos como los de Voges (1959) en Alemania, Austin (1973), Higgins

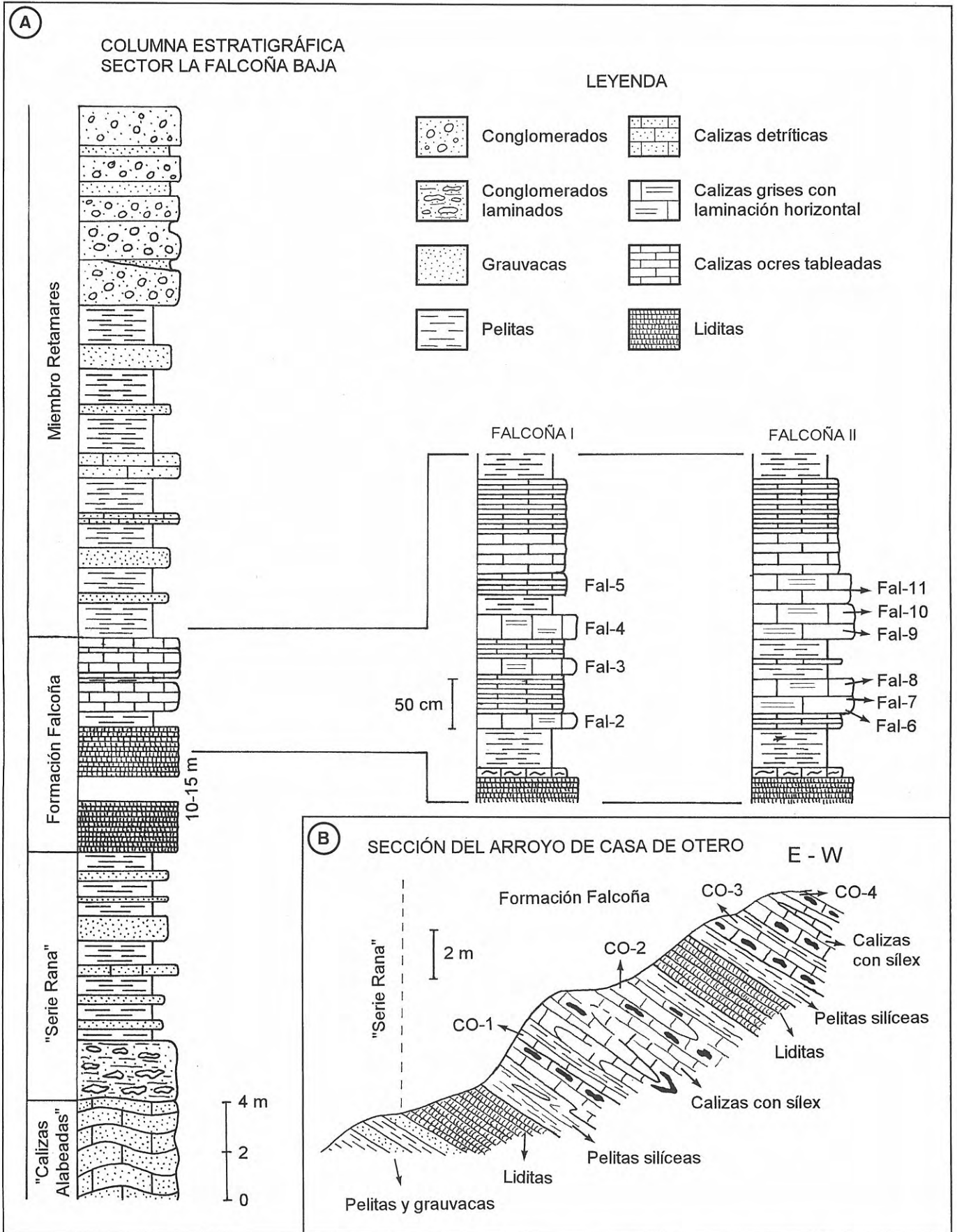


Figura 3. Columna estratigráfica del sector La Falcoña Baja (A) y sección del Arroyo de Casa de Otero (B). Nomenclatura y posición estratigráfica de los niveles muestreados.

MISSISSIPPIENSE (CARBONÍFERO INFERIOR)											
Turnesiense	Visense									Serpukhoviense	
Tn 3c	V1a	V1b	V2	V3a	V3b α	V3b β	V3b γ	V3c inf	V3c sup	E ₁	E ₂
<i>anchoralis</i>	<i>homopunctatus</i>	<i>Taphrognathus transatlanticus</i>				<i>bilineatus</i>				<i>bolandensis</i>	Groessens, 1990
<i>anchoralis</i>	<i>homopunctatus</i>			<i>bilineatus-commutatus</i>			<i>nodosus-bilineatus</i>			Perret, 1993	
<i>anchoralis</i>	<i>texasus</i>	<i>austini</i>	<i>bilineatus</i>							Belka, 1985	
<p style="text-align: center;">_____ <i>Gnathodus praebilineatus</i> ●</p> <p style="text-align: center;">_____ <i>Gnathodus praebilineatus</i> ○</p> <p style="text-align: center;">_____ ? <i>Gnathodus bilineatus</i> ●</p> <p style="text-align: center;">_____ <i>Gnathodus bilineatus</i> ○</p> <p style="text-align: center;">_____ <i>Gnathodus pseudosemiglaber</i> ●</p> <p style="text-align: center;">_____ <i>Gnathodus pseudosemiglaber</i> ○</p> <hr/> <p style="text-align: center;">_____ <i>Pseudognathodus homopunctatus</i> ●</p> <p style="text-align: center;">_____ <i>Ps. homopunctatus</i> ○</p> <p style="text-align: center;">_____ <i>Paragnathodus nodosus</i> ○</p> <p style="text-align: center;">_____ <i>Paragnathodus nodosus</i> ▲</p> <p style="text-align: center;">_____ <i>Paragnathodus commutatus</i> ●</p> <p style="text-align: center;">_____ <i>Paragnathodus commutatus</i> ○</p>											
<p>●: Datos de Belka (1985) ▲: Datos de Groessens en Conil <i>et al.</i> (1990) ○: Datos de Perret (1993)</p>											

Tabla 2. Zonaciones del Carbonífero Inferior propuestas por diferentes autores y distribución de algunas especies de conodontos.

(1975) y Metcalfe (1981) en Inglaterra, Groessens (1974) en Bélgica, Higgins *et al.* (1964) y Higgins y Wagner-Gentis (1982) en la Cordillera Cantábrica y Collinson *et al.* (1971) en Norteamérica, entre otros. Sin embargo, ninguna de estas biozonaciones ha podido ser utilizada con carácter general. La dificultad para establecer una zonación estándar en el Carbonífero Inferior, estriba en el fuerte control que establecen las facies en la distribución de determinadas especies y en el hecho de que muchas de ellas no son cosmopolitas.

No obstante, se han hecho intentos en este sentido, tales como el de Lane *et al.* (1980), quienes propusieron una zonación estándar para el intervalo entre *Siphonodella* y *Gnathodus bilineatus*, que completaba la realizada por Sandberg *et al.* (1978) para *Siphonodella*. Esta zonación estándar está basada en la primera aparición de las especies más representativas de *Siphonodella*, *Scaliognathus* y *Gnathodus*. Ahora bien, dado que *Siphonodella* y *Scaliognathus* se hayan ligados a medios profundos, la aplicabilidad de este esquema

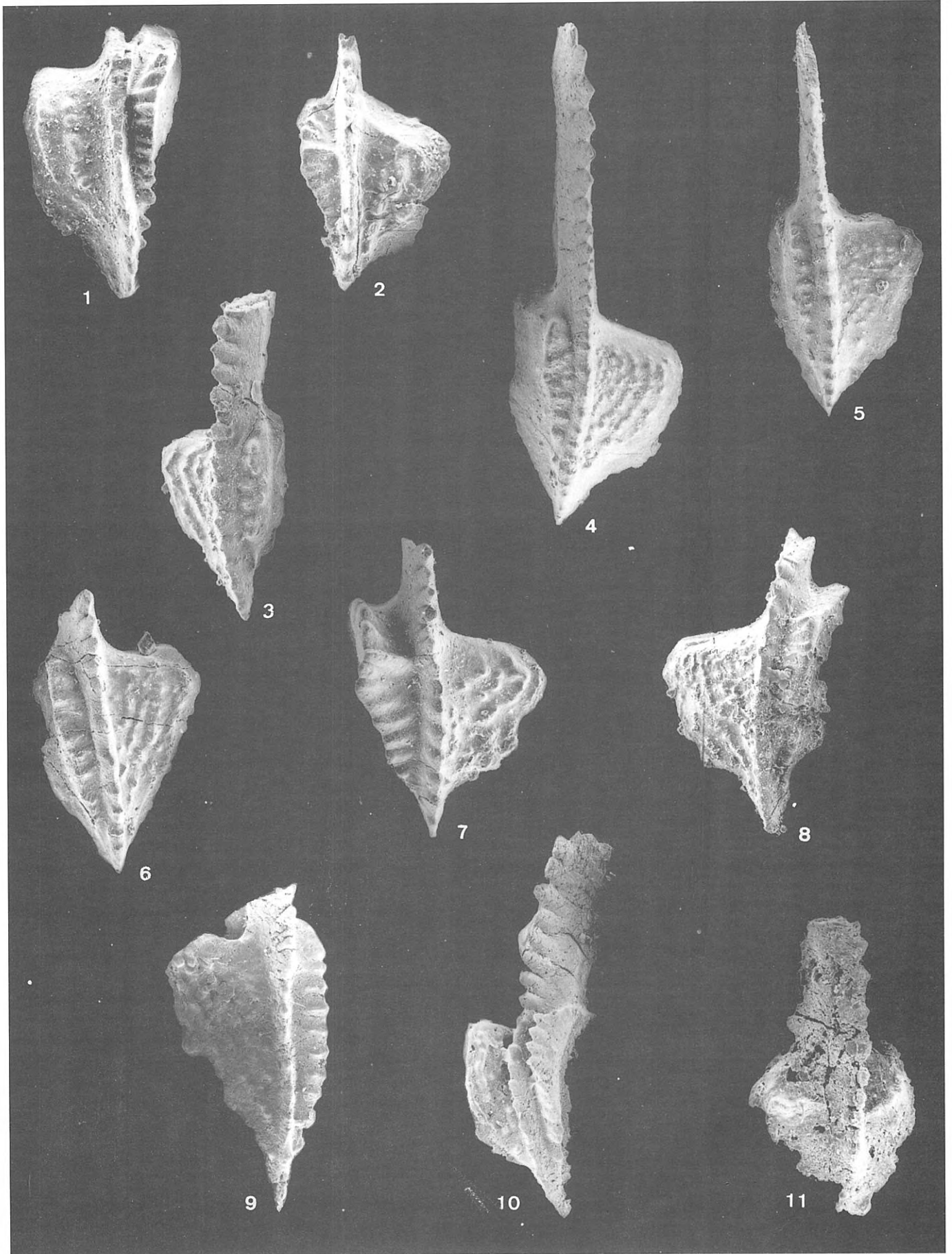
Lámina I

1-2 *Gnathodus praebilineatus* Belka. 1. Ejemplar 1-Fal 2. Sección Falcoña I, nivel 2. x90. 2. Ejemplar 2-Fal 2. Sección Falcoña I, nivel 2. x100.

3-10 *Gnathodus bilineatus* (Roundy). 3 Ejemplar 11-Fal 5. Ejemplar de pequeño tamaño y con parapeto más corto pero con los nódulos sobre la cúpula externa bien desarrollados y bien alineados. Sección Falcoña I, nivel 5. 4. Ejemplar 17-Fal 7. Ejemplar transicional de *praebilineatus*, con parapeto más corto y con nódulos sobre la cúpula externa alineados, aunque no muy desarrollados. Sección Falcoña II, nivel 7. x70. 5.

Ejemplar 31-Fal 9. Ejemplar transicional de *praebilineatus* con parapeto más largo pero con los nódulos de la cúpula externa poco desarrollados y no alineados. x80. 6. Ejemplar 33-Fal 11. Sección Falcoña II, nivel 11. x100. 7. Ejemplar 32-Fal 11. Sección Falcoña II, nivel 11. x100. 8. Ejemplar 3-Fal 3. Sección Falcoña I, nivel 3. x75. 9. Ejemplar 216-104. Sección del arroyo de Casa Otero, nivel CO 2. x85. 10. Ejemplar 217-104. Sección del arroyo de Casa Otero, nivel CO2. x80.

11 *Paragnathodus nodosus* (Bischoff). Ejemplar 217b-104. Sección arroyo de Casa Otero, nivel CO 2. x60.



zonal queda restringida a materiales formados en este tipo de medio. Sería necesario establecer una zonación aplicable a medios someros y utilizar las especies de *Gnathodus* para establecer una correlación, ya que la distribución de este género no parece que esté controlada por el tipo de facies. Más recientemente, en trabajos como el de Belka (1985) en Polonia y Perret (1993) en los Pirineos, se analiza esta problemática en profundidad.

En la Tabla 2 se recogen las zonaciones establecidas por Belka (*op. cit.*) en Polonia, por Groessens (en Conil *et al.*, 1990) en Bélgica y por Perret (*op. cit.*) en los Pirineos, así como las distribuciones que presentan las especies más significativas halladas en la Formación Falcoña, en cada una de aquellas áreas.

Dada la naturaleza de los afloramientos estudiados y la información que se posee sobre la distribución de los conodontos del Carbonífero Inferior en esta área, no es posible realizar ningún intento de biozonación y ni siquiera juzgar cuál de los esquemas biozonales propuestos tendría aquí una mayor aplicabilidad. Sería necesario un estudio de carácter regional que abarcara el dominio bético para estar en disposición de intentar llevarlo a cabo.

EDAD DE LA FORMACIÓN FALCOÑA

La Formación Falcoña fue definida por Herbig (1983) quien, basado en la fauna de conodontos que encontró en los niveles calizos, le asignó una edad Turnesiense superior. Los nuevos muestreos, efectuados en los niveles calizos de esta formación, han proporcionado una fauna de conodontos que apunta con bastante fiabilidad hacia una edad más moderna de la previamente establecida. En efecto, como puede comprobarse en la Tabla 1, la mayor parte de los ejemplares hallados y determinados corresponden a elementos Pa de *Gnathodus bilineatus*, una especie que aparece en el Viseense superior y se extiende a lo largo del Serpukhoviense inferior. Acompañándola aparecen como especies más significativas *Pseudognathodus homopunctatus*, *Paragnathodus commutatus* y *Gnathodus praebilineatus*. Ésta última restringe la edad de los niveles en que ambas coexisten a la parte inferior de la Zona de *bilineatus-commutatus* (V3b α), *sensu* Perret (1993), como puede

observarse en la Tabla 2 (niveles Fal 2, Fal 4 y Fal 5 de la sección Falcoña I; niveles Fal 6, Fal 7 y Fal 8 de la sección Falcoña II y nivel CO 3 de la sección A, Casa de Otero).

Gnathodus pseudosemiglaber es una especie que parece que se extingue al final de la Zona de *homopunctatus* y comienzo de la Zona de *bilineatus-commutatus* (*sensu* Perret, *op. cit.*). El hallarla en los niveles FAL-7 y FAL-8 (sección Falcoña II), podría indicar que estos niveles se sitúan en el tránsito de la Zona de *homopunctatus* a la de *bilineatus-commutatus*.

La presencia de un elemento Pa de *Scaliognathus anchoralis* en el nivel FAL-8 y de dos elementos Pa de *Polygnathus communis communis* en el nivel FAL-7, debe ser interpretada como material resedimentado, pues parece que estas especies se extinguieron hacia el final del Turnesiense.

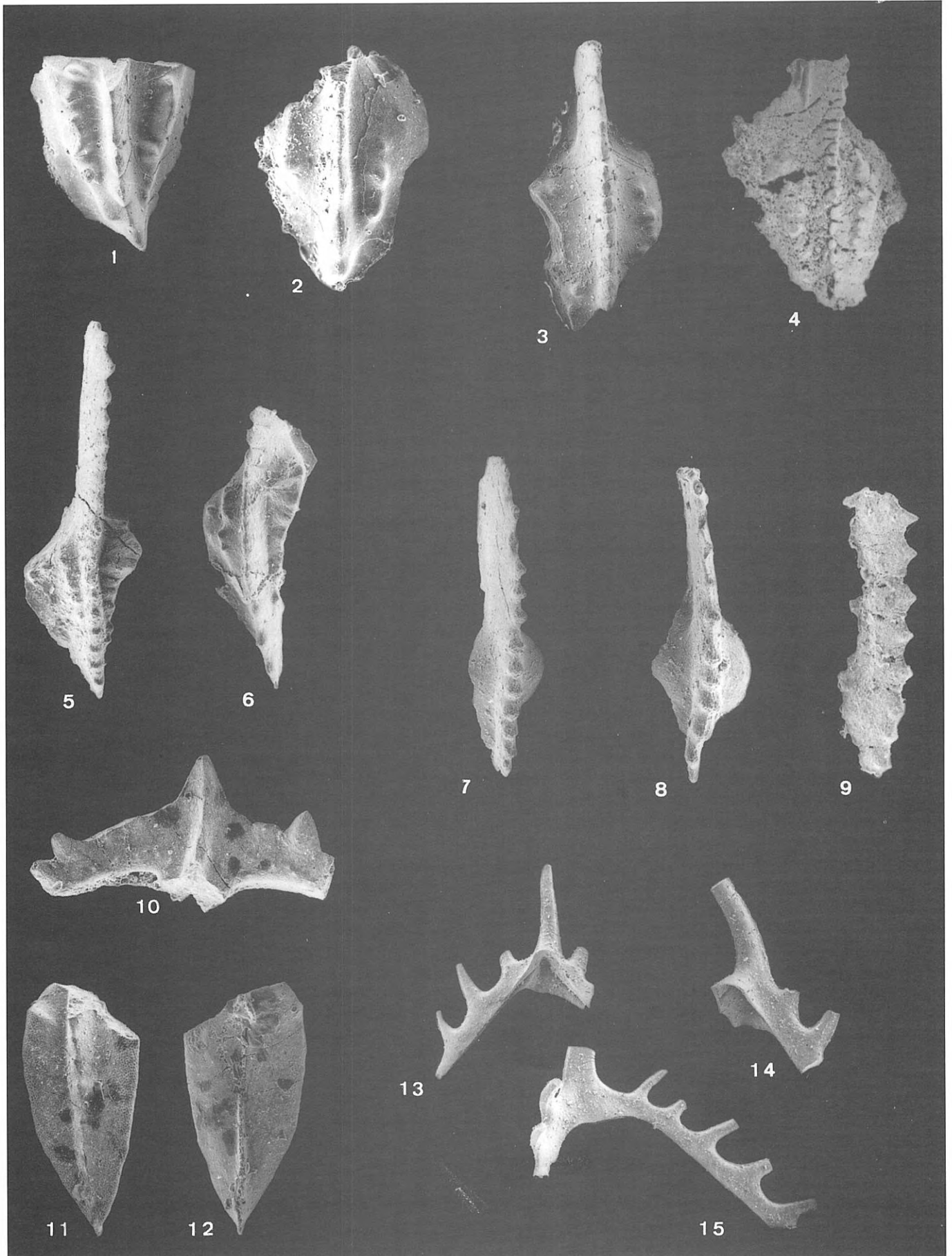
En la sección del arroyo de Casa Otero ha aparecido un ejemplar de elemento Pa de *Paragnathodus nodosus* que indicaría una edad más moderna para este nivel. En los Pirineos *Paragnathodus nodosus* aparece en el Viseense más superior (V3c sup), mientras que en Bélgica lo hace un poco antes (V3b γ). Como ya se ha indicado antes, dada la información fragmentaria y escasa que se posee no se puede establecer con fiabilidad el momento en que aparece en esta área.

En resumen, teniendo en cuenta los datos obtenidos de los dos afloramientos estudiados, los materiales calcáreos de la Formación Falcoña pueden ser atribuidos a la Zona de *bilineatus-commutatus* del Viseense superior (V3b α - V3c inf.) y quizás al comienzo de la Zona de *nodosus-bilineatus* (V3c sup).

Esta nueva asignación de edad para la Formación Falcoña estaría más en consonancia con las dataciones efectuadas por otros autores en niveles semejantes. Así, Geel (1973) ha atribuido una edad Viseense inferior alto - Viseense superior a un horizonte de micritas finamente bandeadas, asociadas a niveles de sílex, que denomina "Younger tongue of the conodont limestone member", en la zona de Vélez Rubio, y Bourrouilh (1973), en Menorca, ha datado unos niveles de calizas pelágicas, suprayacentes a las liditas, como Viseense medio - Namuriense inferior. Sin embargo, en los Pirineos, las calizas pelágicas situadas sobre las liditas (radiolaritas negras) comienzan generalmente en el Turnesiense

Lámina II

- | | |
|--|---|
| <p>1-4 <i>Pseudognathodus homopunctatus</i> (Ziegler). 1. Ejemplar 12-Fal 5. Sección Falcoña I, nivel 5. x120. 2. Ejemplar 22-Fal 7. Sección Falcoña II, nivel 7. x150. 3. Ejemplar 34-Fal 11. Sección Falcoña II, nivel 11. x100. 4. Ejemplar 217a-104. Sección arroyo de Casa Otero, nivel CO 2. x60.</p> <p>5-6 <i>Gnathodus pseudosemiglaber</i> Thompson y Fellows. 5. Ejemplar 18-Fal 7. Sección Falcoña II, nivel 7. x70. 6. Ejemplar 29-Fal 8. Sección Falcoña II, nivel 8. x120.</p> <p>7-9 <i>Paragnathodus commutatus</i> (Branson y Mehl). 7. Ejemplar 13-Fal 6. Sección Falcoña II, nivel 6. x80.</p> | <p>8. Ejemplar 23-Fal 7. Sección Falcoña II, nivel 7. x100. 9. Ejemplar 218d-105. Sección arroyo de Casa Otero, nivel CO 3. x70.</p> <p>10 <i>Scaliognathus anchoralis</i> Branson y Mehl. Ejemplar 26-Fal 8. Sección Falcoña II, nivel 8. x80.</p> <p>11-12 <i>Polygnathus communis communis</i> Branson y Mehl. Ejemplar 25-Fal 7. Sección Falcoña II, nivel 7. 11. Vista superior. 12. Vista inferior.</p> <p>13-15 Elementos de <i>Idioprioniodus</i>. 13. Ejemplar 5-Fal 4. x60. 14. Ejemplar 8-Fal 4. x60. 15. Ejemplar 6-Fal 4. x70. Sección Falcoña I, nivel 4.</p> |
|--|---|



superior "Tn3c" y más raramente en el Viseense inferior "V1", aunque alcanzan hasta el Viseense superior "V3c" o el Namuriense inferior "N1" (Perret, com. pef.).

SISTEMÁTICA

Gnathodus bilineatus (Roundy, 1926)

Lám. I, figs. 3-10

- *1926 *Polygnathus bilineatus* Roundy, pl. 3, figs. 10a-c.
- 1968 *Gnathodus bilineatus bilineatus* (Roundy); Higgins y Bouckaert, 29, lám. 3, fig. 9.
- 1970 *Gnathodus bilineatus* (Roundy); Marks y Wensink, 258, lám. 2, figs. 3 - 10.
- 1975 *Gnathodus bilineatus* (Roundy); Higgins, 28, lám. 11, figs. 1-4, 6, 7.
- 1993 *Gnathodus bilineatus* (Roundy); Perret, 329, lám. 110, figs. 11, 12, 15-31.

Los detalles morfológicos que se utilizaron para caracterizar el elemento Pa de esta especie, fueron: la posesión de un parapeto interno largo, un gran desarrollo de los nódulos sobre la cúpula externa y una carena ensanchada y con una fila de nódulos adyacentes en su parte posterior. No obstante, diversos autores han puesto de manifiesto la gran variabilidad que presentan estos caracteres, dependiendo de la fase evolutiva, de la etapa de crecimiento y, quizás también, de factores ecológicos. Perret (1993) realizó un estudio detallado de esta variabilidad y puso de manifiesto que los elementos Pa de los primeros *bilineatus* que aparecen en sus secciones, son de muy pequeño tamaño, con un parapeto interno que no alcanza el extremo posterior, una cúpula externa reducida y con una ornamentación débilmente marcada.

Estas formas tendrían cierto parecido con los elementos Pa de mayor talla de *G. bilineatus bollandensis* Higgins y Bouckaert. Esta subespecie, que da nombre a una zona del Namuriense belga, ha sido puesta en sinonimia con *Gnathodus bilineatus bilineatus* (Roundy) por autores como Grayson *et al.* (1990).

Tras aquellas primeras formas, Perret (*op.cit.*) encuentra en sus secciones que los elementos Pa de *bilineatus* presentan una carena posterior ensanchada, un parapeto interno que alcanza el extremo posterior, una cúpula externa ornamentada con filas de nódulos dispuestas concéntricamente y una pequeña fila de nódulos adyacentes a la parte posterior de la carena. Por último, aparecerían ejemplares con un parapeto interno corto y separado de la carena posterior por una depresión.

En la Formación Falcoña no ha sido posible constatar esta evolución; no obstante, es evidente la gran variabilidad de esta especie y la existencia de formas transicionales con su ancestral. La mayor parte de los ejemplares recogidos corresponden a formas de muy pequeño tamaño y con caracteres no bien definidos, que se reflejan en la Tabla 2 como: *G. bilineatus* ? (formas muy pequeñas). Estos últimos especímenes serían comparables a los que Perret (*op. cit.*) encuentra en los

primeros niveles de sus secciones y que corresponderían a los primeros estadios evolutivos de la especie.

Gnathodus praebilineatus Belka, 1985

Lám. I, figs. 1-2

- *1985 *Gnathodus praebilineatus* Belka, 39, lám. 7, figs. 4-8.
- 1993 *Gnathodus praebilineatus* Belka; Perret, 327, lám. 110, figs. 4-6, 10, 13.

El elemento Pa de esta especie se caracteriza por poseer un parapeto interno largo, formado por nódulos o pequeñas costillas transversales, que alcanza, o casi, el extremo posterior, y una cúpula externa lisa u ornamentada con escasos nódulos.

Según Belka (1985) esta especie es homeomorfa con *Gnathodus delicatus* y *Gnathodus bilineatus bollandensis*, considerándolas diferentes al estar separadas por importantes intervalos de tiempo.

G. praebilineatus forma parte de una línea filogenética que incluye *G. semiglaber* y *G. bilineatus*, del cual es ancestral (Belka, 1985; Perret, 1993). Por ello, los elementos Pa de esta especie presentan numerosas formas intermedias con los de ambos. Las formas con parapeto interno corto, cúpula externa con algunos nódulos y carena posterior ensanchada, serían transicionales de *G. semiglaber*, y las formas con un parapeto interno que se une a la carena posterior, a la vez que la cúpula externa se va cubriendo de nódulos alineados, serían transicionales a *G. bilineatus*.

Paragnathodus commutatus (Branson y Mehl, 1941)

Lám. II, figs. 7-9

- *1941 *Spathognathodus commutatus* Branson y Mehl, 98, lám. 19, figs. 1-4.
- 1975 *Paragnathodus commutatus* (Branson y Mehl); Higgins, 70, lám. 7, figs. 7-9, 11, 13, 16, 20, 21.
- 1985 *Paragnathodus commutatus* (Branson y Mehl); Belka, 46, lám. 11, figs. 7-8.

La cúpula de este elemento carece de ornamentación y tiene un contorno, en vista superior, de ovalado a subcuadrado. Los dentículos de la carena tienden a ensancharse lateralmente, aunque no tanto como en el caso del elemento Pa de *Paragnathodus cracoviensis* Belka, del cual se diferencia por presentar este último una lámina con un ensanchamiento lateral muy fuerte, sobre la que se desarrollan puentes transversales.

Paragnathodus nodosus (Bischoff, 1957)

Lám. I, fig. 11

- *1957 *Gnathodus commutatus nodosus* Bischoff, 23, lám. 4, figs. 12, 13.

1975 *Paragnathodus nodosus* (Bischoff); Higgins, 72, lám. 7, figs. 12, 15, 17-19, 22, 23.

El elemento Pa posee una cúpula esencialmente lisa a excepción de unos pequeños nódulos, que pueden aparecer fusionados, que se disponen formando dos líneas oblicuas a la carena, divergiendo de ella hacia la parte posterior.

Pseudognathodus homopunctatus
(Ziegler, 1960)

Lám. II, figs. 1-4

- *1960 *Gnathodus commutatus homopunctatus* Ziegler in Kronberg *et al.*, 39, lám. 4, fig. 3.
1975 *Gnathodus homopunctatus* Ziegler; Higgins, 33, lám. 7, figs. 1-6, lám. 10, fig. 7.
1983 *Pseudognathodus homopunctatus* (Ziegler); Soo-in-Park, 131-132, lám. 4, figs. 27-33.
1985 *Gnathodus homopunctatus* Ziegler; Belka, 40, lám. 5, figs. 6-14.
1989 *Pseudognathodus homopunctatus* (Ziegler); Perret, 349, lám. 105, figs. 21-26.

El elemento Pa de esta especie desarrolla dos filas de nódulos o pequeñas costillas contorneando los márgenes de la cúpula a ambos lados de la carena y convergiendo hacia ella en la parte posterior.

CONCLUSIONES

A) El estudio realizado permite precisar que la asociación de conodontos existente en los niveles carbonatados de la Formación Falcoña se caracteriza por el dominio de la especie *Gnathodus bilineatus*, que aparece acompañada de *Pseudognathodus homopunctatus*, *Paragnathodus commutatus* y *Gnathodus praebilineatus*, como más significativas.

B) Esta asociación se halla presente en la Zona de *bilineatus* según la zonación de Belka (1985), o Zona de *bilineatus-commutatus* según la Zonación de Perret (1993). Así pues, los materiales calcáreos de la Formación Falcoña se atribuyen al Visense superior (Carbonífero Inferior).

C) La asignación de la Formación Falcoña al Visense superior, edad algo más moderna de la atribuida con anterioridad, es más acorde con la establecida para niveles calizos equivalentes, que se encuentran en otros fragmentos del bloque de Alborán (Pequeña Kabylia, Menorca), así como en otras cordilleras (Pirineos).

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a los Drs. Eric Groessens y Javier Sanz la colaboración prestada para llevar a cabo las determinaciones específicas realizadas. Este trabajo ha sido financiado por el Grupo de Investigación nº 1350 de la Junta de Andalucía.

BIBLIOGRAFÍA

- Austin, R.L. 1973. Modification of the British Avonian conodont zonation and a reappraisal of European Dinantian conodont zonation and correlation. *Annales de la Société Géologique de Belgique*, **96**, 523-532.
- Belka, Z. 1985. Lower Carboniferous conodont biostratigraphy in the northeastern part of the Moravia-Silesia Basin. *Acta Geologica Polonica*, **35**, 33-60.
- Bischoff, G. 1957. Die Conodonten-Stratigraphie des rhenohertzynischen Unterkarbons mit Berücksichtigung der Wocklumeria-Stufe in der Devon/Karbon-Grenze. *Hessisches Landesamtes Bodenforsch. Abh.*, **19**, 1-65.
- Bouillin, J.P. et Perret, M.F. 1982. Datation par Conodontes du Carbonifère inférieur et mise en évidence d'une phase tectonique bretonne en Petite Kabylie (Algérie). *Comptes Rendus Académie Sciences de Paris*, **295**, 47-50.
- Bourgeois, J. 1978. La transversale de Ronda (Cordillères bétiques, Espagne). Données pour un modèle d'évolution de l'arc de Gibraltar. *Extrait des Annales Scientifiques de l'Université de Besançon, Géologie*, **30**, 445 pp.
- Bourrouilh, R. 1973. *Stratigraphie, sédimentologie et tectonique de l'île de Minorque et du Nord-Est de Majorque (Balears). La terminaison nord-orientale des Cordillères Bétiques en Méditerranée occidentale*. Thèse, Université Paris, 822 pp.
- Branson, E.B. et Mehl, M.G. 1941. New and little known Carboniferous conodont genera. *Journal of Paleontology*, **15**, 97-106.
- Collison, C.W., Rexroad, C.B. & Thompson, T.F. 1971. Conodont zonation of the North American Mississippian. In: Symposium on conodont biostratigraphy (Eds. W.C. Sweet & S.M. Bergström). *Geological Society of American Memoires*, **127**, 353-359.
- Conil, R., Groessens, E., Laloux, M., Poty, E. & Tourneur, F. 1990. Carboniferous guide foraminifera, corals and conodonts in the Franco-Belgian and Campine basin: Their potential for widespread correlation. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, **130**, 15-30.
- Geel, T. 1973. The geology of the Betic of Málaga, the Subbetic and the zone between these two units in the Velez Rubio area (Southern Spain). *GUA Papers of Geology*, **5**, 181 pp.
- Grayson, R.C., Merrill, C.K. & Lambert, L.L. 1990. Carboniferous Gnathodontid conodont apparatuses. Evidence of a dual origin for Pennsylvanian Taxa. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, **118**, 353-396.
- Groessens, E. 1974. Distribution de conodontes dans le Dinantien de la Belgique. *International Symposium on Belgian micropaleontological limits*, (Eds. J. Bouckaert & M. Streel), **17**, 193 pp.
- Herbig, H.G. 1983. El Carbonífero de las Cordilleras Béticas. In: *Carbonífero y Pérmico de España* (Coord. C. Martínez Díaz). Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 343-356.
- Higgins, A.C. 1975. Conodont zonation of the late Viséan - early Westphalian strata of the south and central Pennines of northern England. *Bulletin Geological Survey Great Britain*, **53**, 1-90.

- Higgins, A.C. & Bouckaert, J. 1968. Conodont stratigraphy and palaeontology of the Namurian of Belgium. *Mémoires pour servir à l'explication des Cartes Géologiques et Minières de la Belgique*, **10**, 1-64.
- Higgins, A. C. & Wagner-Gentis, C.H.T. 1982. Conodonts, goniatites the biostratigraphy of the Earlier Carboniferous from the Cantabrian mountains, Spain. *Palaeontology*, **25**, 313-350.
- Higgins, A.C., Wagner-Gentis, C.H.T. & Wagner, R.H. 1964. Basal Carboniferous strata in part of Northern León NW Spain: Stratigraphy, Conodont and Goniatite faunas. *Bulletin de la Société Belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrogéologie*, **72**, 205-248
- Kockel, F y Stoppel, D. 1962. Nuevos hallazgos de conodontos y algunos cortes en el Paleozoico de Málaga (Sur de España). *Notas y Comunicaciones del Instituto Geológico y Minero de España*, **68**, 133-170.
- Kronberg, P., Pilger, A., Scherp, A. und Ziegler, W. 1960. Das Karbon der subvariscischen Saumsenke. Ein Symposium, Der Kulm und die flözleere Fazies des Namurs. *Fortschung Geologie Rheinland -Westfalen*, **3**, 1-46.
- Lane, H.R. , Sandberg, C.A. & Ziegler, W. 1980. Taxonomy and phylogeny of some Lower Carboniferous conodonts and preliminary standard post-*Siphonodella* zonation. *Geologica et Paleontologica*, **14**, 117-164.
- Marks, P. & Wensink, H. 1970. Conodonts and the age of the "Griotte" limestone formation in the Upper Aragon valley (Huesca, Spain). *Paleontology*, **73**, 238-274.
- Martín Algarra, A. 1987. *Evolución geológica alpina del contacto entre las Zonas Internas y las Zonas Externas de la Cordillera Bética*. Tesis, Universidad de Granada, 1.171 pp.
- Mauthe, F. 1971. La geología de la Serranía de Ronda (Cordillera Bética occidental). *Boletín del Instituto Geológico y Minero de España*, **82**, 1-36.
- Metcalf, I. 1981. Conodonts zonation and correlation of the Dinantian and early Namurian strata of the Craven Lowlands of northern England. *IGS Report* **80/10**, 70 pp.
- Orozco, M. & Gálvez, R. 1979. The development of folds in bedded chert and related rocks in the Malaguide Complex, Southern Spain. *Tectonophysics*, **56**, 277-295.
- Perret, M.F. 1974. Biostratigraphie par Conodontes du Carbonifère inférieur des Pyrénées Béarnaises. *Comptes Rendue Academie Sciences de Paris*, **279**, 791-794.
- Perret, M.F. 1993. Recherches micropaleontologiques et biostratigraphiques (conodontes-foraminifères) dans le Carbonifère Pyreneen. *Strata*, **S. 2**, **21**, 1-597.
- Rodríguez Cañero, R. 1993a. *Contribución al estudio de los conodontos del Complejo Maláguide (Cordillera Bética)*. Universidad de Málaga. Tesis Doctoral (Ined.), 474 pp.
- Rodríguez Cañero, R. 1993b. Presencia del evento de extinción Frasnense en el Complejo Maláguide (Cordillera Bética), detectado mediante fauna de conodontos. In: *Comunicaciones de las IX Jornadas de paleontología* (Ed. J.M. González Donoso), Universidad de Málaga, 13-17.
- Rodríguez Cañero, R. 1995. El género *Palmatolepis* (Ulrich y Bassler) y su aplicación para la detección de biozonas y biofacies del Complejo Maláguide (Cordillera Bética, España). *Revista Española de Paleontología*, Número extraordinario homenaje al Dr. Guillermo Colom, 3-23.
- Roundy, P.V. 1926. Introduction, the microfauna in Mississippian formation of San Saba County, Texas by Roundy and others. *U.S. Geological Survey Profesional Paper*, **146**, 63 pp.
- Sandberg, C.A., Ziegler, W., Leuteritz, K. & Brill, S.M. 1978. Phylogeny, speciation, and zonation of *Siphonodella* (Conodonta Upper Devonian and Lower Carboniferous). *Newsletters on Stratigraphy*, **7**, 102-120.
- Serrano, F., Sanz de Galdeano, C., Delgado, F., López-Garrido, A.C. & Martín-Algarra, A. 1995. The Mesozoic and Cenozoic of the Malaguide Complex in the Málaga area: a Paleogene olistostrome-type chaotic complex (Betic Cordillera, Spain). *Geologie en Mijnbouw*, **74**, 105-116.
- Soo-in-Park. 1983. *Zonenfolge, Phylogenie und Taxonomie karbonischer Conodonten zwischen Tournai und Westfal (WestEuropa)*. Thèse de Doctorat ès Sciences Naturelles, Université de Marburg, 187 pp.
- Voges, A. 1959. Conodonten aus dem Untercarbon I und II (Gattendorfia- und Pericyclus- Stufe) des Sauerlandes. *Paläont. Z.*, **33**, 266-314.

Manuscrito recibido: 13 de febrero, 1996

Manuscrito aceptado: 13 de abril, 1996