

Paroniceratinae (Ammonoidea, Hildoceratidae) del Toarciense en las Cordilleras Ibérica y Cantábrica (España)[☆]

Panoniceratinae (Ammonoidea, Hildoceratidae) of the Toarcian of Iberian and Cantabrian Ranges (Spain)

Paroniceratinae (Ammonoidea, Hildoceratidae) du Toarcien des Cordillères ibérique et cantabrique (Espagne)

Antonio Goy, Gemma Martínez *

Departamento de Paleontología e Instituto de Geología Económica, Facultad de Ciencias Geológicas, Univesidad Complutense, Ciudad Universitaria, 28040 Madrid España

Resumen

Los Paroniceratinae constituyen un grupo que tiene un registro amplio en el dominio del Tethys. Sin embargo, representan menos del 1% de los ammonoideos obtenidos en materiales del Toarciense de las regiones situadas al este de la Meseta Ibérica (Cordillera Ibérica). Los valores son aun menores en las regiones del norte (Cordillera Cantábrica) y del oeste (Portugal), y muestran una presencia esporádica en la Cordillera Bética. En este estudio se revisa la distribución bioestratigráfica y la posición biocronoestratigráfica de las especies registradas en las secciones expandidas más representativas de España y se compara con la que tienen en otras áreas de las bioprovincias del NW de Europa y del Tethys. Se describen y figuran los especímenes de *Frechiella*: *F. subcarinata* (Young y Bird), *F. helenae* Renz, *F. venantii* (Catullo), *F. kammerkarensis* (Stolley) y *F. cf. octaviae* Renz, procedentes de materiales de la Zona Bifrons en la Cordillera Ibérica, así como los de *Paroniceras*: *P. sternale* (d'Orbigny) y *P. helveticum* Renz, y *Oxyparoniceras*: *O. (O.) cf. telemachi* (Renz), *O. (O.) buckmani* (Bonarelli), *O. (N.) cf. undulosum* (Monestier), *O. (N.) cf. morbiense* (Renz) y *O. (N.) cf. brocardi* Rulleau, Bécaud y Neige, procedentes de materiales del intervalo comprendido entre la Zona Bifrons (Subzona Semipolitum) y la Zona Dispansum (Subzona Insigne), en la Cordillera Ibérica y en la Cordillera Cantábrica. Las especies de *Frechiella* y de *Oxyparoniceras* se desarrollan y se registran en los bordes de la Meseta Ibérica en la Zona Bifrons y en la Zona Dispansum respectivamente, durante intervalos que coinciden con los máximos transgresivos de los ciclos de segundo orden LJ3 y LJ4 reconocidos en el área estudiada, en tanto que las de *Paroniceras* lo hacen durante la Zona Variabilis, coincidiendo con la etapa regresiva final del ciclo LJ3.

Palabras clave : Ammonites; Paroniceratinae; Toarciense; Sistemática; Biostratigrafía; Paleobiogeografía

Abstract

The Paroniceratinae constitute a group widely recorded in the Tethys realm. However, they represent alone a small part, less than 1%, of the ammonoidea obtained in Toarcian sediments from the regions located at the east of the Iberian Plateau (Iberian Range). The values are yet smaller in the northern regions (Cantabrian Range) and in the west (Portugal), and show a sporadic presence in the Betics Ranges. In this study, the biostratigraphical distribution and the biochronostratigraphical position of the recorded species in the more representative expanded sections of Spain are checked and compared with those of other areas of the NW Europe bioprovinces and of the Tethys. The obtained specimens from *Frechiella*: *F. subcarinata* (Young and Bird), *F. helenae* Renz, *F. venantii* (Catullo), *F. kammerkarensis* (Stolley) and *F. cf. octaviae* Renz are described and figured, all of them proceeding from sediments of the Bifrons Zone in the Iberian Range, as well as those of *Paroniceras*: *P. sternale* (d'Orbigny) and *P. helveticum* Renz, and *Oxyparoniceras*: *O. (O.) cf. telemachi* (Renz), *O. (O.) buckmani* (Bonarelli), *O. (N.) cf. undulosum*

(Monestier), *O. (N.) cf. morbiense* (Renz) and *O. (N.) cf. brocardi* Rulleau, Bécaud and Neige, proceeding from sediments of the interval between the Bifrons Zone (Semipolium Subzone) and the Insigne Zone (Insigne Subzone), in the Iberian and Cantabrian Ranges. The *Frechiella* and *Oxyparoniceras* species are developed and recorded in the Iberian Plateau margins during the Bifrons Zone and the Insigne Zone, respectively, during the same intervals than the transgressive maxima of the LJ3 and LJ4 second order cycles recognized in all the studied area, while *Paroniceras* species make it during the Variabilis Zone, that concur with the final regressive stage of the LJ3 cycle.

Keywords: Ammonites; Paroniceratinae; Toarcian; Systematic; Biostratigraphy; Palaeobiogeography

Résumé

Les Paroceratinae sont un groupe ayant un long enregistrement dans le domaine téthysien, mais ne représentent que moins de 1 % des ammonoïdés recueillis dans les dépôts toarciens du rebord Est du Plateau Ibérique (Cordillère ibérique). Ces valeurs sont encore plus réduites dans le Nord (Cordillère cantabrique) et l'Ouest (Portugal), ainsi que dans la Cordillère bétique. Dans ce travail, nous avons révisé les distributions biostratigraphiques et les positions biochronostratigraphiques des espèces représentées dans les sections les plus caractéristiques d'Espagne et comparé nos résultats avec les distributions observées dans d'autres provinces du NW de l'Europe et de la Téthys. Nous avons décrit et illustré des exemplaires de *Frechiella*: *F. subcarinata* (Young et Bird), *F. helenae* Renz, *F. venantii* (Catullo), *F. kammerkarensis* (Stolley) et *F. cf. octaviae* Renz, provenant des dépôts de la zone à Bifrons dans la Cordillère ibérique, ainsi que des exemplaires de *Paroniceras*: *P. sternale* (d'Orbigny) et *P. helveticum* Renz, et de *Oxyparoniceras*: *O. (O.) cf. telemachi* (Renz), *O. (O.) buckmani* (Bonarelli), *O. (N.) cf. undulosum* (Monestier), *O. (N.) cf. morbiense* (Renz) et *O. (N.) cf. brocardi* Rulleau, Bécaud et Neige, provenant des dépôts de l'intervalle compris entre la zone à Bifrons (sous-zone à Semipolium) et la zone à Insigne (sous-zone à Insigne), dans la Cordillère ibérique et dans la Cordillère cantabrique. Les espèces de *Frechiella* et *Oxyparoniceras* sont rencontrées en bordure du Plateau Ibérique, respectivement dans la zone à Bifrons et dans la zone à Insigne. Leur présence est observée au niveau des intervalles correspondant aux maxima transgressifs des cycles de second ordre LJ3 et LJ4 reconnus dans l'aire étudiée. Les espèces de *Paroniceras* sont observées dans la zone à Variabilis, pendant la phase régressive de la fin du cycle LJ3.

Mots clés : Ammonites ; Paroniceratinae ; Toarcien ; Systématique ; Biostratigraphie ; Paléobiogéographie

1. Introducción

Los Hildoceratidae Hyatt, 1867, que tienen la línea de sutura de los tabiques simplificada, han sido reagrupados en la Subfamilia Bouleiceratinae Arkell, 1950, a pesar de su aspecto heterogéneo. Los géneros *Frechiella* Prinz, 1904, *Paroniceras* Bonarelli, 1893 y *Oxyparoniceras* Guex, 1974 han sido incluidos en la subfamilia Bouleiceratinae Arkell, 1950 (véase Guex, 1973, 1974 que considera el grupo monofilético; Donovan et al., 1980; Jakobs, 1995). Sin embargo, Schindewolf (1963) había dividido la subfamilia Bouleiceratinae en dos grupos atendiendo a la evolución ontogenética de la línea de sutura. Asigna *Bouleiceras* Thevenin, 1906 y *Leukadiella* Renz, 1913 a Hildoceratinae y crea la nueva familia Paroniceratidae, con *Frechiella* y *Paroniceras*, que incluye en Hammatocerataceae. Mouterde y Elmi (1991) distinguen tres conjuntos entre los géneros atribuidos a Bouleiceratinae: el primero incluye *Bouleiceras* y *Nejdia*, el segundo *Leukadiella* y el tercero *Frechiella*, *Paroniceras* y *Oxyparoniceras*. Macchioni y Venturi (2000), crean la subfamilia Leukadiellinae para incluir los géneros *Renziceras* Arkell, 1957 y *Leukadiella* Renz, 1913. Recientemente, Rulleau et al. (2003) y Bécaud (2006), hacen un análisis histórico de las distintas opiniones de los autores que han estudiado este grupo y, desde una aproximación cladística, proponen una hipótesis filogenética compatible en lo esencial con los datos estratigráficos. Reconsideran el término Paroniceratidae de Schindewolf (1963) y lo enmiendan a categoría de subfamilia, de manera que *Frechiella*, *Paroniceras* y *Oxyparoniceras* quedarían incluidos en la familia Hildoceratidae, subfamilia Paroniceratinae.

Los especímenes estudiados en este trabajo proceden de los materiales toarcienses de las cuencas que rodean a la Meseta Ibérica, concretamente de las Cordilleras Ibérica y Cantábrica. En ambos casos han sido citados en estudios regionales de carácter bioestratigráfico (Mensink, 1965; Behmel y Geyer, 1966; Schmidt-Effing, 1972; Marin y Toulouse, 1972; Suárez Vega, 1974; Sequeiros et al., 1978; entre otros), pero sólo han sido objeto de un estudio particular, que aborda su distribución estratigráfica y geográfica (Goy y Martínez, 1996). Fuera de estas regiones, han sido citados en la Cordillera Bética los géneros *Frechiella* y *Paroniceras* por Braga et al. (1985) y Goy et al. (1988), y en la isla de Mallorca el género *Oxyparoniceras* por Álvaro et al. (1989) y Goy et al. (1995).

El principal objetivo del presente trabajo es la descripción sistemática de los especímenes de *Frechiella*, *Paroniceras* y *Oxyparoniceras* registrados en el Toarciense del este y del norte de España, figurando los ejemplares más significativos. También se realizan nuevas precisiones biocronoestratigráficas en relación con la distribución de las especies en las cuencas del norte de España, donde el registro es más escaso, situando los taxones identificados en su contexto secuencial y paleobiogeográfico.

2. Material y contexto bioestratigráfico

Los Paroceratinae estudiados han sido obtenidos durante la realización de tesis doctorales y trabajos regionales a partir de 1970 (Mouterde, 1971; Goy, 1974; Mouterde et al., 1978; Comas-Rengifo y Goy, 1978; Goy et al., 1988, 1994, 1996; Goy y Martínez, 1990; Bernad, 1993; Comas-Rengifo et al., 1996; Goy y Martínez, 1996; García Joral y Goy, 2004). En general

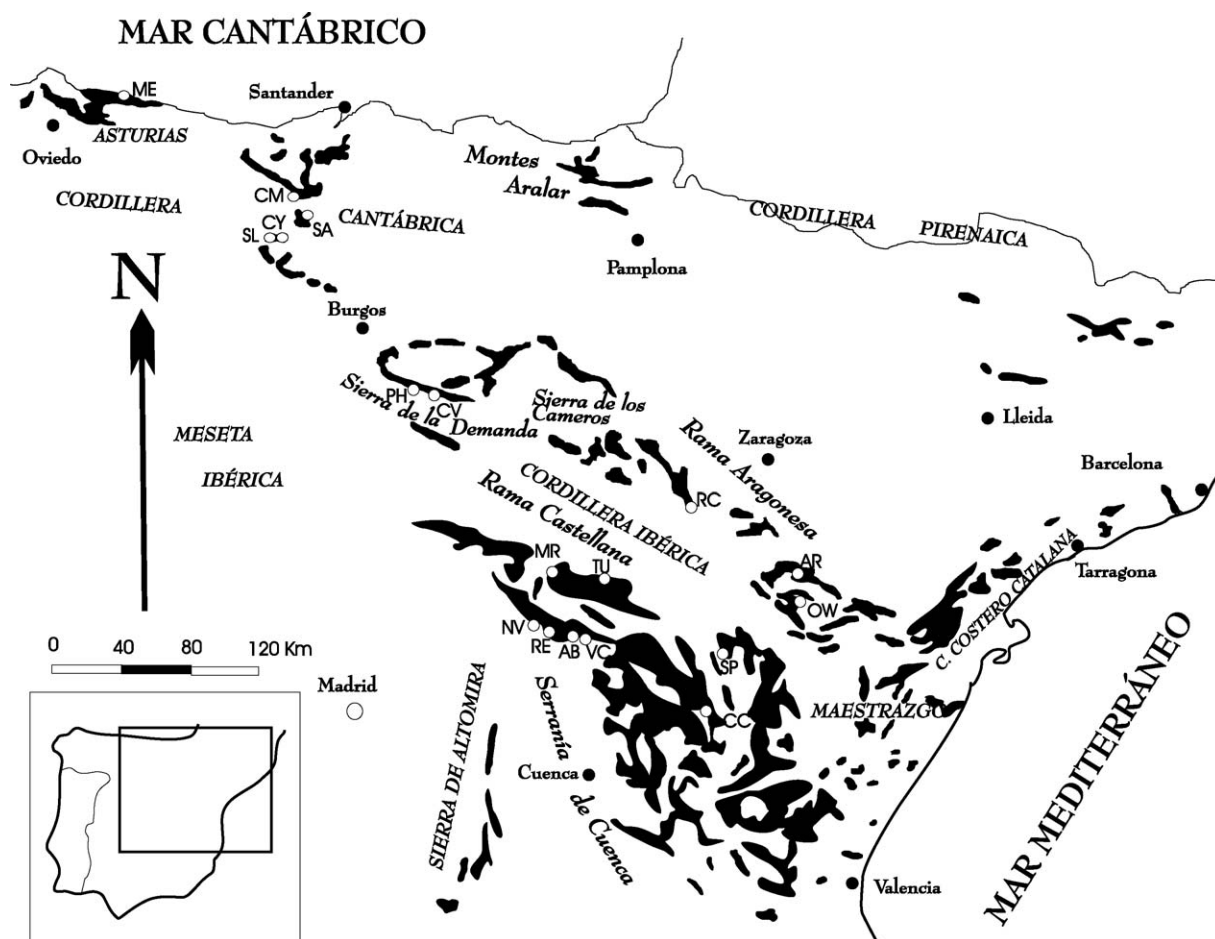


Fig. 1. Afloramientos de los materiales del Jurásico Inferior en las Cordilleras Ibérica y Cantábrica (en negro) y localización de las secciones estudiadas. Abreviaturas: AR: Ariño; OW: Obón; SP: Sierra Palomera; CC: Coscojar-Entrambasaguas; TU: Turmiel; MR: Maranchón; NV: Navaltro; RE: Renales; AB: Ablanquejo; VC: Villar de Cobeta; RI: Ricla; CA: Castrovido; PH: Piedrahita de Muño; SL: Salinas de Pisuerga; CY: Cillamayor; SA: San Andrés; CM: Camino; ME: Santa Mera.

Outcrops of Lower Jurassic deposits in the Iberian and Cantabrian Ranges (in black) and location of the studied sections. Abbreviations: AR: Ariño; OW: Obón; SP: Sierra Palomera; CC: Coscojar-Entrambasaguas; TU: Turmiel; MR: Maranchón; NV: Navaltro; RE: Renales; AB: Ablanquejo; VC: Villar de Cobeta; RI: Ricla; CA: Castrovido; PH: Piedrahita de Muño; SL: Salinas de Pisuerga; CY: Cillamayor; SA: San Andrés; CM: Camino; ME: Santa Mera.

son muy escasos, ya que representan menos del 1% de los ammonioideos del Toarciense en las respectivas cuencas. Las localidades de procedencia se sitúan en la Cordillera Ibérica: Rama Aragonesa y Rama Castellana y en la Cordillera Cantábrica: Región Vasco-Cantábrica y Región asturiana (Fig. 1).

En casi todos los casos se conoce el nivel de procedencia de los especímenes, muchos de los cuales han sido citados en estudios anteriores. Sin embargo, exceptuando los trabajos de Braga et al. (1985: Figs. a, b), Bernad (1993: 1.13, Fig. 20) y Martínez (2007: Fig. 3), sólo fueron figurados en obras de carácter académico con poca difusión.

La distribución bioestratigráfica de los Paroniceratinae obtenidos en secciones de diferentes áreas geográficas puede verse en las Figs. 2–11, que muestran las columnas más representativas de cada área. Muchas de estas secciones ya han sido publicadas, por lo que ahora nos hemos limitado a situar en ellas los ejemplares de los taxones estudiados, de acuerdo con los datos proporcionados en su día por los diferentes autores. En algún caso se han incluido las especies índice, o las más

representativas de las zonas y subzonas caracterizadas en cada sección, para facilitar la comparación de su distribución con la obtenida en otras cuencas externas a la Península Ibérica. En las columnas estratigráficas que se representan por primera vez, o que han sido muy modificadas para este trabajo (Santa Mera y Cillamayor 4CY), se incluye completa la sucesión de ammonioideos, con el fin de justificar la distribución bioestratigráfica de las especies de Paroniceratinae consideradas.

En la Cordillera Ibérica, Rama Aragonesa (Figs. 2–5), se han estudiado los Paroniceratinae de las secciones de Sierra Palomera (Comas-Rengifo y Goy, 1978; Comas-Rengifo et al., 1985, 1996), Ariño (García Joral y Goy, 2004) y Ricla (Goy y Martínez, 1990). En la Rama Castellana (Fig. 6), se han estudiado los de la sección de Turmiel (Goy, 1974; Comas-Rengifo et al., 2007), y en la Sierra de la Demanda (Fig. 7) los de la sección de Piedrahita de Muño (Martínez, 1992). En la Cordillera Cantábrica, región Vasco-Cantábrica (Figs. 8–10), se han estudiado los Paroniceratinae de las secciones de Cillamayor y Salinas de Pisuerga (Bernad, 1993), y las de San Andrés y Camino (Goy et al., 1994). En Asturias (Fig. 11)

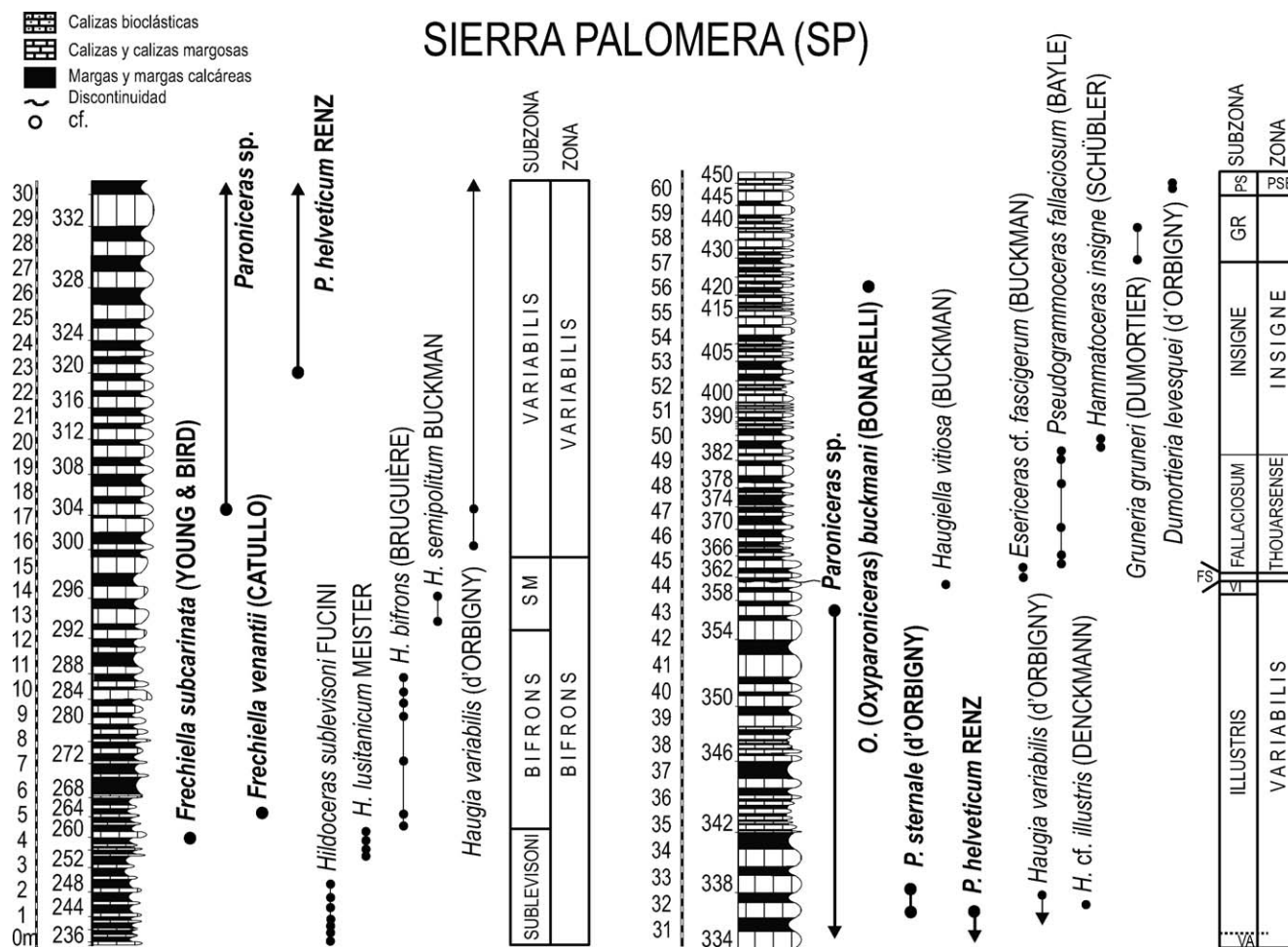


Fig. 2. Sección de Sierra Palomera (SP). Distribución de las especies de *Frechiella*, *Paroniceras* y *Oxyparoniceras*, y de las especies más características de las zonas y subzonas reconocidas (modificado de Comas-Rengifo et al., 1996). Abreviaturas: PSE: Zona Pseudoradiosa; SM: Subzona Semipolitum; VA: Subzona Variabilis; VI: Subzona Vitiosa; FS: Subzona Fascigerum; GR: Subzona Gruneri; PS: Subzona Pseudoradiosa.

Sierra Palomera section (SP). Distribution of the *Frechiella*, *Paroniceras* and *Oxyparoniceras* species, and most characteristic species of the recognized zones and subzones (modified from Comas-Rengifo et al., 1996). Abbreviations: PSE: Pseudoradiosa Zone; SM: Semipolitum Subzone; VA: Variabilis Subzone; VI: Vitiosa Subzone; FS: Subzone Fascigerum; GR: Gruneri Subzone; PS: Pseudoradiosa Subzone.

se ha estudiado la sección de Santa Mera (Suárez Vega, 1974; Gómez et al., 2008).

Han sido incluidos también algunos especímenes que proceden de localidades diferentes a las citadas en las Figs. 2–11. Su situación geográfica y la posición estratigráfica quedan recogidas en los apartados de material y de distribución geográfica y estratigráfica del capítulo de Paleontología sistemática.

3. Paleontología sistemática

Orden AMMONOIDEA Zittel, 1884

Suborden AMMONITINA Hyatt, 1889

Superfamilia HILDOCERATOIDEA Hyatt, 1867

Subfamilia PARONICERATINAE Schindewolf, 1963

Una amplia sinonimia de los géneros y de la mayor parte de las especies de la subfamilia Paroniceratinae que se describen en el presente trabajo, puede verse en Rulleau et al. (2003) y Bécaud (2006).

Género *Frechiella* Prinz, 1904 (enmendado por Renz, 1912b)

Especie tipo: *Nautilus subcarinatus* Young y Bird, 1822.

El género *Frechiella* incluye las formas globosas de sección subtrapezoidal, con ombligo estrecho y con una carena bordeada de dos surcos (Bécaud, 2006). La línea de sutura es simple, tiene la silla externa (SE) y el lóbulo externo (E) cortos, la primera silla lateral (1SL) amplia con una incisión profunda, el primer lóbulo lateral (1L) ancho de paredes recortadas por múltiples incisiones y la segunda silla lateral (2SL) amplia y con múltiples incisiones poco pronunciadas. En el ámbito del Tethys han sido descritas numerosas especies y variedades, que Teruzzi (1981) reduce a cinco grupos morfológicos que corresponden a las especies: *helenae*, *kammerkarensis*, *venantii*, *achillei* y *subcarinata*. Las cuatro primeras son frecuentes en la Provincia Tetísica, y algunas de ellas se han registrado también en la Cordillera Ibérica. *F. subcarinata* es conocida en diversas localidades de la Provincia NW Europea y, junto con *F. tokurensis* Repin procedente del

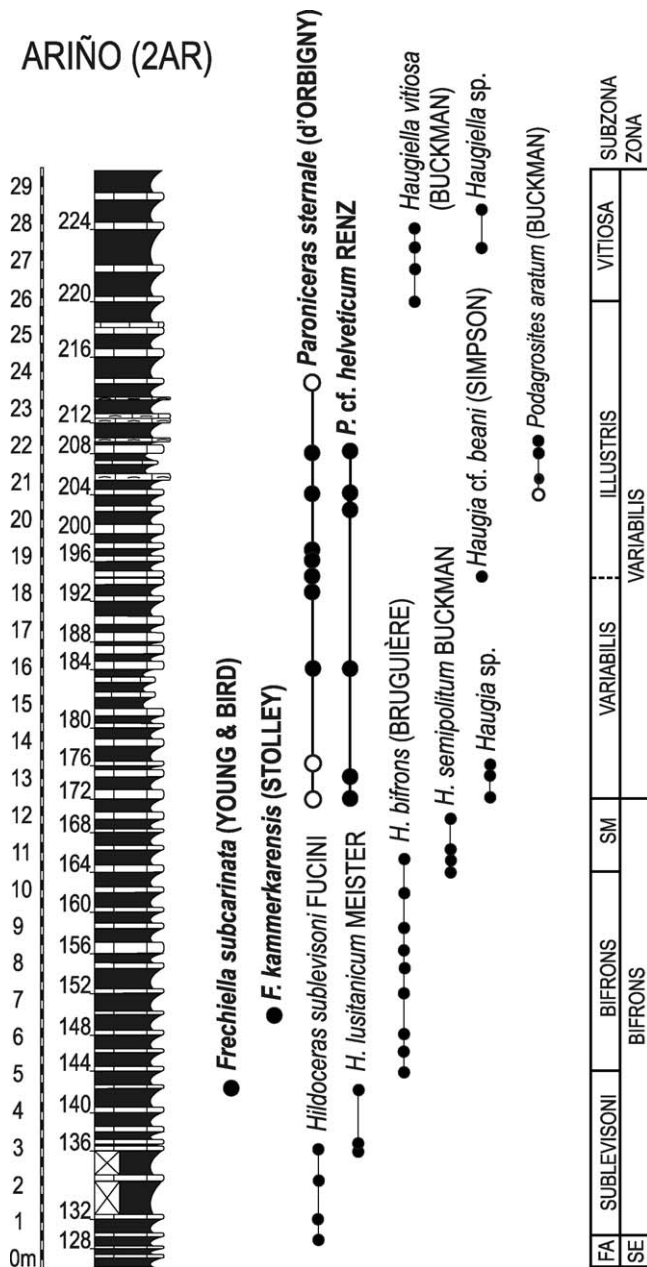


Fig. 3. Sección de Ariño (2AR). Distribución de las especies de *Frechiella* y *Paroniceras*, y de las especies más características de las zonas y subzonas reconocidas (modificado de García Joral y Goy, 2004). Abreviaturas: SER: Zona Serpentinum; FA: Subzona Falciferum; SM: Subzona Semipolatum. *Ariño section (2AR). Distribution of the Frechiella and Paroniceras species, and most characteristics species of the recognized zones and subzones (modified from García Joral and Goy, 2004). Abbreviations: SER: Serpentinum Zone; FA: Falciferum Subzone; SM: Semipolatum Subzone.*

noreste de la USSR, es de las pocas *Frechiella* que se conocen fuera del ámbito del Tethys.

En la Europa alpina y en el NW de Europa existen numerosas citas del género *Frechiella* (Rulleau et al., 2003: p. 321). También ha sido citado en Siberia por Krimholtz et al. (1988) y Repin (1991), en el norte de África por Elmi et al. (1974) y en Argentina por Hillebrandt (1973, 1984, 1987).

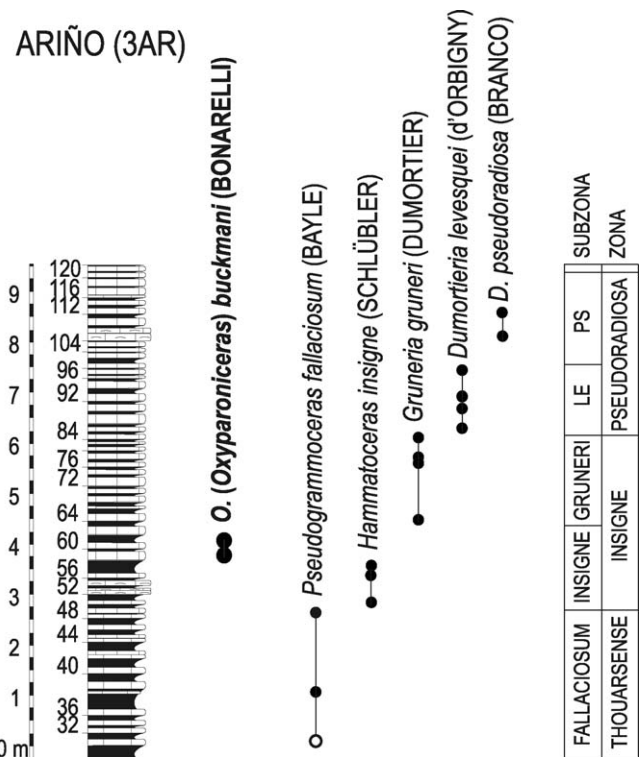


Fig. 4. Sección de Ariño (3AR). Distribución de las especies de *Oxyparoniceras* y de las especies más características de las zonas y subzonas reconocidas. Abreviaturas: LE: Subzona Levesquei; PS: Subzona Pseudoradiosa. *Ariño section (3AR). Distribution of the Oxyparoniceras species and most characteristics species of the recognized zones and subzones. Abbreviations: LE: Levesquei Subzone; PS: Pseudoradiosa Subzone.*

En la Península Ibérica ha sido citado por Renz (1912a), Mouterde et al. (1965, 1971) y Mouterde (1967) en Portugal; por Mensink (1965), Behmel y Geyer (1966), Mouterde (1971), Marin y Toulouse (1972), Schmidt-Effing (1972), Goy (1974), Mouterde et al. (1978), Comas-Rengifo y Goy (1978), Goy et al. (1988), Comas-Rengifo et al. (1996), Goy y Martínez (1996) y García Joral y Goy (2004) en la Cordillera Ibérica; y por Braga et al. (1985) y Goy et al. (1988) en la Cordillera Bética.

Frechiella subcarinata (Young y Bird, 1822)

Figs. 12(1-5) y Figs. 13(1-3,15)

1822. *Nautilus subcarinatus* nov. sp. - Young y Bird, p. 255, l. 12, Fig. 7.

1912. *Frechiella subcarinata* (Young y Bird) - Buckman, l. 23 (refiguración del holotipo).

Material: VC-L5.3/1; TU17.2/1; 17.2/2; AB6.3c/1-3; 2AR143/1; SP260/1. Todos los ejemplares son fragmoconos incompletos, excepto AB6.3c/1 que conserva parte de la cámara de habitación y aptychus desplazado de su posición original (Cuadro 1).

Descripción y discusión: Enrollamiento involuto, la vuelta cubre aproximadamente 3/4 de la anterior. Sección subovalada comprimida, con la máxima anchura situada en el tercio inferior; los flancos son convexos y convergentes hacia la región ventral. La carena es más fina que los surcos

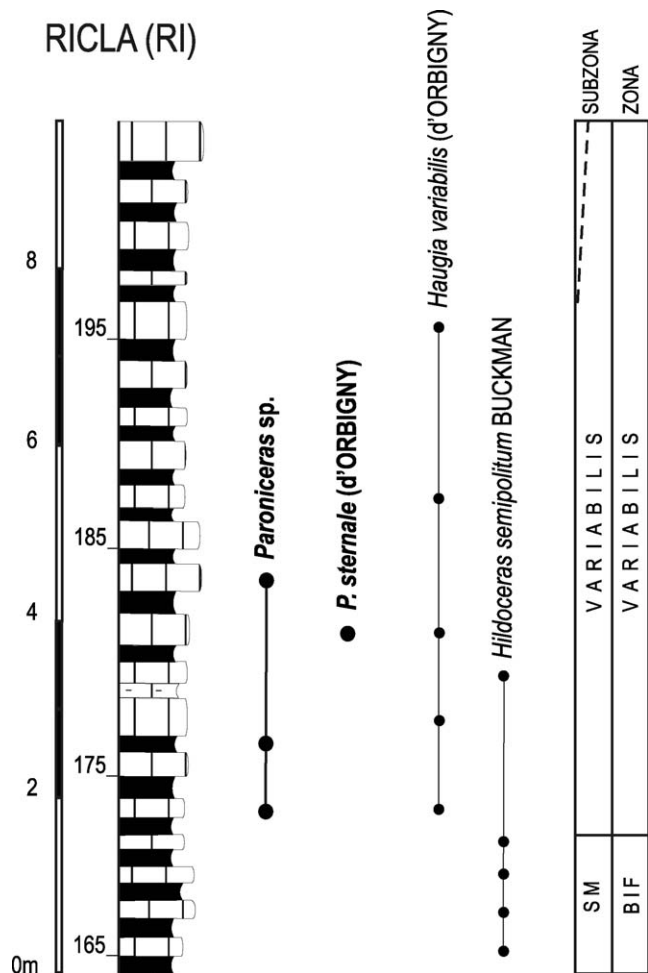


Fig. 5. Sección de Ricla (RI). Distribución de las especies de *Paroniceras* y de las especies más características de las zonas y subzonas reconocidas (modificado de Goy y Martínez, 1990). Abreviaturas: BIF: Zona Bifrons; SM: Subzona Semipolium.

Ricla section (RI). Distribution of the Paroniceras species and most characteristics species of the recognized zones and subzones (modified from Goy and Martínez, 1990). Abbreviations: BIF: Bifrons Zone; SM: Semipolium Subzone.

pericarenales que la bordean y casi igual de alta que las elevaciones laterales. Región umbilical con bordes redondeados y pared convexa y profunda. La ornamentación se compone de costillas más anchas que los espacios intercostales, que parten del borde umbilical rectirradiadas, con poco relieve que disminuye a medida que avanzan hacia la región ventral. La línea de sutura es simple, en TU17.2/1 tiene SE y E cortos, 1SL amplia con una incisión profunda, 1L ancho de paredes recortadas por múltiples incisiones y 2SL amplia y con múltiples incisiones muy poco pronunciadas.

F. liviae Renz, 1925b muestra semejanzas con *F. subcarinata* pero presenta una sección más comprimida y menos globosa.

Distribución geográfica y estratigráfica: En la región estudiada, Mouterde (1971) y Mouterde et al. (1978) citan *Frechiella subcarinata* en Obón, asociada a *H. gr. lusitanicum*, en materiales de la Zona Bifrons. Marin y Toulouse (1972) la

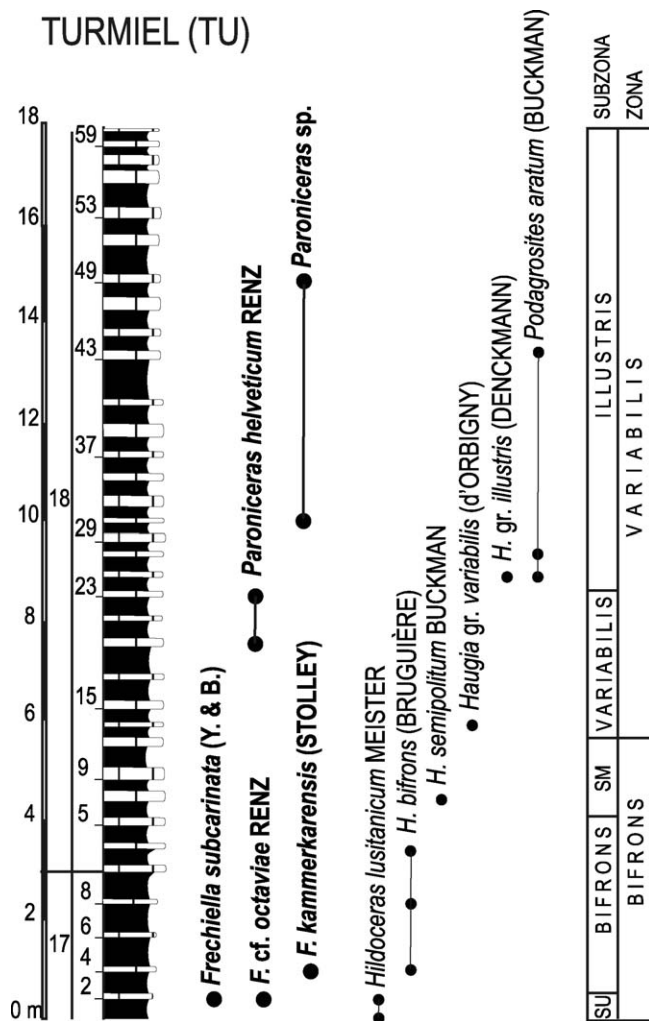


Fig. 6. Sección de Turmiel (TU). Distribución de las especies de *Frechiella* y *Paroniceras*, y de las especies más características de las zonas y subzonas reconocidas (modificado de Comas-Rengifo et al., 2007). Abreviaturas: SU: Subzona Sublevisoni; SM: Subzona Semipolium.

Turmiel section (TU). Distribution of the Frechiella and Paroniceras species, and most characteristics species of the recognized zones and subzones (modified from Comas-Rengifo et al., 2007). Abbreviations: SU: Sublevisoni Subzone; SM: Semipolium Subzone.

citan en idéntica posición, en materiales de la Zona Bifrons de la región de Ariño-Ejuleve. Goy (1974) la cita en Turmiel, Ablanquejo y Villar de Cobeta, y Comas-Rengifo y Goy (1978) y Comas-Rengifo et al. (1996) en Sierra Palomera. Todos los ejemplares estudiados proceden de la parte central de Cordillera Ibérica (Figs. 2, 3 y 6). Zona Bifrons (Subzona Sublevisoni).

Frechiella helenae Renz, 1925b

Figs. 12(6) y 13(4, 16)

1925b. *Frechiella helenae* (nov. spec.) - Renz, p. 399, l. 15, Figs. 1, 1a.

1981. *Frechiella helenae* Renz - Teruzzi, p. 25, l. 1, Fig. 1.

Material: Un ejemplar, correspondiente a un fragmocono, VC-L5.3/2 (Cuadro 1).

Descripción y discusión: Enrollamiento involuto, la vuelta cubre más de la mitad de la vuelta anterior. Sección subovalada

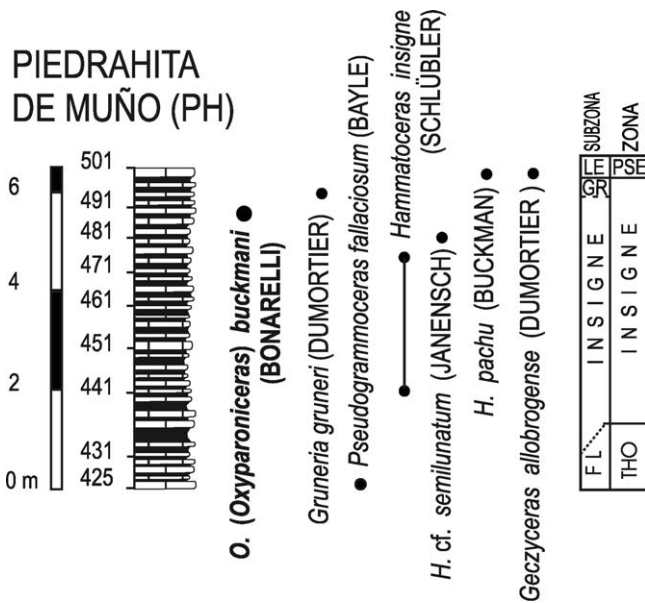


Fig. 7. Sección de Piedrahita de Muño (PH). Distribución de las especies de *Oxyparoniceras* y de las especies más características de las zonas y subzonas reconocidas (modificado de Martínez, 1992). Abreviaturas: THO: Zona Thouarsense; PSE: Zona Pseudoradiosa; FL: Subzona Fallaciosum; GR: Subzona Gruneri; LE: Subzona Levesquei.

Piedrahita de Muño section (PH). Distribution of the Oxyparoniceras species and most characteristic species of the recognized zones and subzones (modified from Martínez, 1992). Abbreviations: THO: Thouarsense Zone; PSE: Pseudoradiosa Zone; FL: Fallaciosum Subzone; GR: Gruneri Subzone; LE: Levesquei Subzone.

comprimida, con la máxima anchura en la parte inferior de los flancos, que son ligeramente convexos. Región ventral bisurcada, con carena fina y poco elevada, igual de alta que las elevaciones laterales. Región umbilical con pared subvertical. La ornamentación es poco perceptible, con costillas ligeramente sinuosas. La línea de sutura simple, compuesta por SE y E simples y cortos, 1SL amplia y con algunas incisiones, una de ellas notablemente desarrollada, 1L de brazos simples, casi paralelos y con diferentes incisiones en la base, 2SL con una incisión y dos lóbulos accesorios poco desarrollados.

Es algo más comprimida y más evoluta que *F. subcarinata*, con flancos menos convexos.

Distribución geográfica y estratigráfica: Se trata de una especie que no había sido citada en España. El único ejemplar reconocido procede de Villar de Cobeta. Zona Bifrons (Subzona Sublevisoni).

Frechiella venantii (Catullo, 1846)

Figs. 13(6, 18) y 14(3)

1846. *Ammonites venantii* nov. sp. - Catullo, p. 11, l. 13, Figs. 3a, b.

1925b. *Frechiella venantii* (Catullo) - Renz, p. 393, Text.-Figs. a, b (refiguración del holotipo).

Material: Un ejemplar del que se conserva sólo el fragmocono. SP264/1 (Cuadro 1).

Descripción y discusión: Enrollamiento involuto, la vuelta cubre más de 2/3 de la anterior. Sección comprimida con flancos algo convexos y convergentes hacia la región ventral,

Cuadro 1

Dimensiones e índices de las especies.

Measurements and indices of species.

Ejemplar	D	H	h	E	e	O	o
<i>Frechiella subcarinata</i>							
AB6.3c/3	38	19	50.00	22.1	58.16	6.3	16.58
AB6.3c/2	33.6	16.2	48.21	17.7	52.68	6.9	20.54
2AR143/1	78.4	33.4	42.60	29.5	37.63	15	19.13
VC-L5.3/1	62.1	26.6	42.83	25.7	41.38	17.4	28.02
AB6.3c/1	60.4	30.7	50.83	27.2	45.03	10.2	16.89
<i>Frechiella helenae</i>							
VC-L5.3/2	62.2	26.3	42.28	25.7	41.32	17.4	27.97
<i>Frechiella venantii</i>							
SP264/1	47	23.7	50.43	25.7	54.68	11.4	24.26
<i>Frechiella kammerkarensis</i>							
2AR150/1	65.2	31.1	47.70	32.8	50.31	13.2	20.25
TU17.4/1	33.9	18.2	53.69	18.6	54.87	5.9	17.40
<i>Frechiella cf. octaviae</i>							
TU17.2/3	44.3	20.7	46.73	19.8	44.70	8.3	18.74
<i>Paroniceras sternale</i>							
MR-L5.4/1	47.5	23.9	50.32	29.1	61.26	10.4	21.89
	38.8	21.4	55.15	24.2	62.37	7.8	20.10
RE11.1/1	37.4	17.9	47.86	17.9	47.86	7.9	21.12
RE11.1/2	26.3	14.4	54.75	12.2	46.39	5.5	20.91
2AR193/1	23.9	11.4	47.70	12.4	51.88	5.1	21.34
ME26/1	10.3	5.1	49.51		0.00	2.3	22.33
SL19/1	10.7	5.5	51.40	6.5	60.75	2.6	24.30
	8.8	5	56.82	5.6	63.64	2	22.73
<i>Paroniceras helveticum</i>							
SP336/1	23	9.6	41.74	9.6	41.74	5.4	23.48
NV5/3	19	7.8	41.05		0.00	5.5	28.95
TU18.17/1	17.1	7.1	41.52	8.3	48.54	3.8	22.22
RE11.1/3	17.1	6.8	39.77	7.7	45.03	3.9	22.81
NV5/4	16	6.8	42.50	7.5	46.88	3.7	23.13
<i>O. (Oxyparoniceras) cf. telemachi</i>							
SL-L5.5/1	19.2	9.4	48.96	12.8	66.67	4.3	22.40
<i>O. (Oxyparoniceras) buckmani</i>							
SP424/1	32	16.9	52.81	10.2	31.88	4.2	13.13
PH489/1	29.4	16.1	54.76	15	51.02	3.9	13.27
3AR60/1	23.6	13	55.08	11	46.61	3.9	16.53
3AR58/1	21.4	12.2	57.01	11	51.40	4.1	19.16
SP424/2	21.3	12.3	57.75	9.8	46.01	3.2	15.02
<i>O. (Neoparoniceras) cf. undulosum</i>							
VC8/2	13.6	6.3	46.32	6.9	50.74	2.9	21.32
4CY4/1	13.1	5.5	41.98		0.00	3	22.90
<i>O. (Neoparoniceras) cf. brocardi</i>							
4CY12/1	11.2	5.5	49.11		0.00	2.5	22.32
<i>O. (Neoparoniceras) cf. morbiense</i>							
4CY28/1	11.9	5.2	43.70		0.00	2.5	21.01
4CY34/1	10.5	4.9	46.67	4.8	45.71	2.3	21.90

D, Diámetro de la vuelta; H, Altura de la vuelta; E, Espesor de la vuelta; O, Amplitud umbilical; h, relación altura/diámetro; e, relación espesor/diámetro; o, relación amplitud umbilical/diámetro.

D, whorl diameter; H, whorl height; E, whorl width; O, umbilical width; h, whorl height/diameter ratio; e, whorl width/diameter ratio; o, umbilical width/diameter ratio.

con su máxima anchura en la parte inferior de la sección. Región ventral con carena gruesa, poco elevada y bordeada de dos surcos pericarenales de casi igual espesor que ésta, y con los bordes del flanco más elevados que la carena. Región umbilical

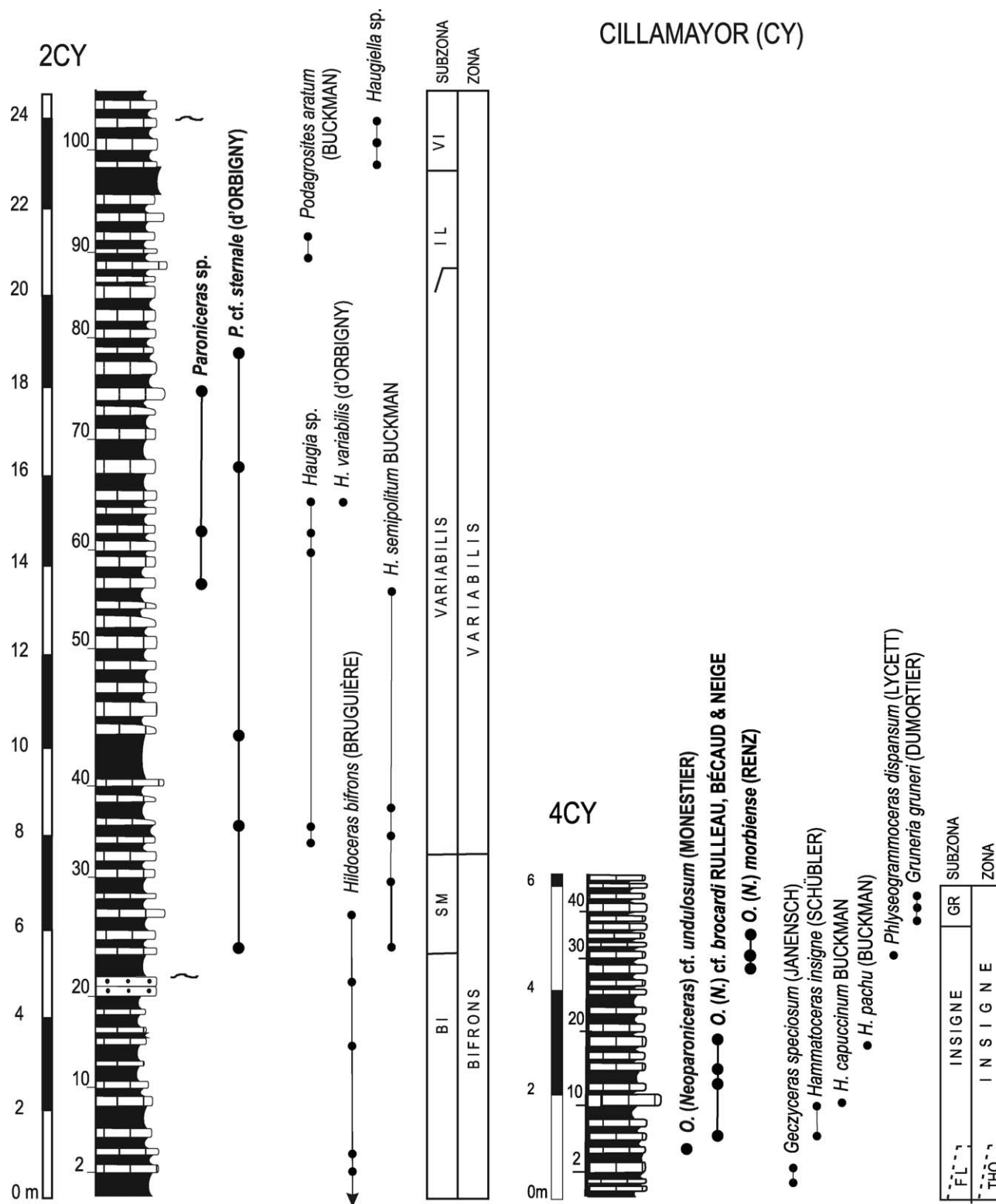


Fig. 8. Secciones de Cillamayor (2CY, 4CY). Distribución de las especies de *Paroniceras* y de las especies más características de las zonas y subzonas reconocidas (modificado de Bernad, 1993). Abreviaturas: THO: Zona Thouarsense; BI: Subzona Bifrons; SM: Subzona Semipolitum; IL: Subzona Illustris; VI: Subzona Vitiosa; FL: Subzona Fallaciosum; GR: Subzona Gruneri.

Cillamayor sections (2CY, 4CY). Distribution of the *Paroniceras* species and most characteristics species of the recognized zones and subzones (modified from de Bernad, 1993). Abbreviations: THO: Thouarsense Zone; BI: Bifrons Subzone; SM: Semipolitum Subzone; IL: Illustris Subzone; VI: Vitiosa Subzone; FL: Fallaciosum Subzone; GR: Gruneri Subzone.

SAN ANDRÉS (2SA)

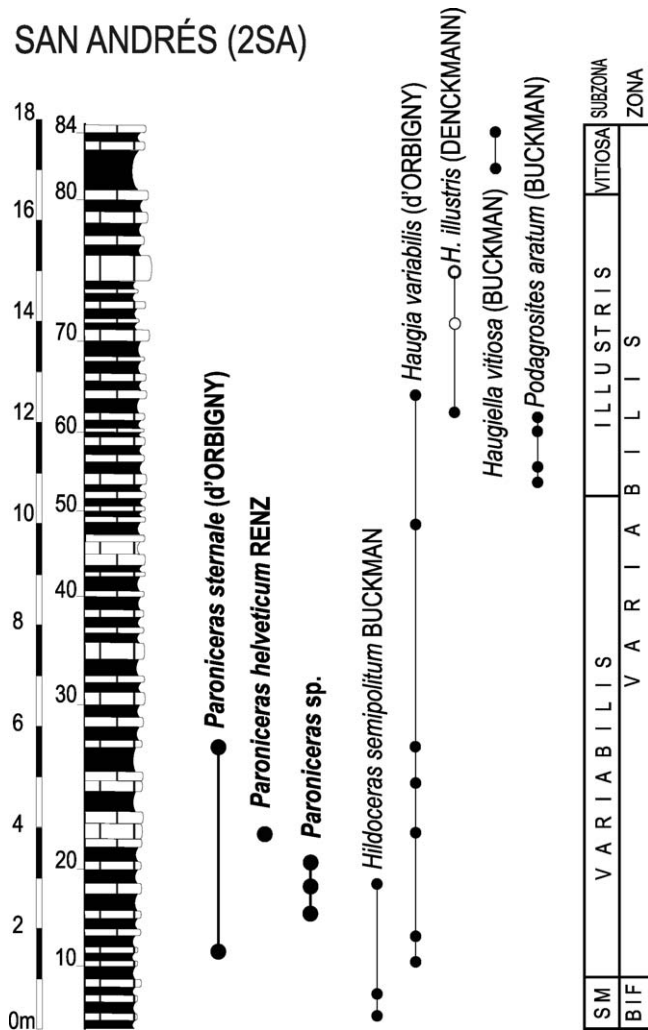


Fig. 9. Sección de San Andrés (2SA). Distribución de las especies de *Paroniceras* y de las especies más características de las zonas y subzonas reconocidas (modificado de Goy et al., 1994). Abreviaturas: BIF: Zona Bifrons; SM: Subzona Semipolium.

San Andrés section (2SA). Distribution of the *Paroniceras* species and most characteristics species of the recognized zones and subzones (modified from Goy et al., 1994). Abbreviations: BIF: Bifrons Zone; SM: Semipolium Subzone.

con borde redondeado y pared vertical profunda. La ornamentación se compone de costillas gruesas, de poco relieve, algo más anchas que los espacios intercostales. Son ligeramente sinuosas, parten algo retroversas del borde umbilical y se atenúan hasta casi desaparecer en la mitad del flanco, llegando apenas perceptibles a la región ventral donde generan ligeras protuberancias. La línea de sutura es simple; la parte visible con SE y E cortos, 1SL recta, poco pronunciada y con incisiones, 1L de ramas rectas con dos incisiones cortas y 2SL casi igual de ancha que 1SL.

La costulación, y, en particular, su carácter retroverso, aproximan al ejemplar a la variedad *breggiae* de Renz, 1925b (p. 397, l. 18, Figs. 2, 2a). Presenta unos flancos más convexos que *F. subcarinata* y que *F. kammerkarensis* y es menos comprimida que *F. liviae*. El carácter retroverso de la costulación le diferencia de otras especies del género, si bien

es más marcada que en *F. subcarinata* y *F. octaviae* y menos marcada que en *F. kammerkarensis*.

Distribución geográfica y estratigráfica: Se trata de una especie citada en España por Goy y Martínez (1996: p. 303). El único ejemplar reconocido procede de Sierra Palomera (Fig. 2). Zona Bifrons (Sz. Bifrons).

Frechiella kammerkarensis (Stolley, 1903)

Figs. 13(5,17) y 14(1,2)

1903. *Ammonites kammerkarensis* nov. sp. - Stolley, p. 55.

1925a. *Frechiella kammerkarensis* (Stolley) - Renz, p. 211, l. 5, Fig. 1 (refiguración del holotipo).

Material: Cuatro ejemplares que corresponden a fragmoconos. TU17.4/1; 2AR150/1; AB6.3c/4-5 (Cuadro 1).

Descripción y discusión: Enrollamiento involuto, la vuelta cubre más de 3/4 de la anterior. Sección subovalada en los primeros estadios y subtrapezoidal en las vueltas externas, casi igual de ancha que alta, aunque siempre ligeramente comprimida y con su máxima anchura en la parte inferior. Flancos casi planos, notablemente convergentes hacia la región ventral. Sección ventral plana, con carena gruesa e igual de alta que las elevaciones que bordean a los surcos pericarenales. Región umbilical con borde redondeado y pared plana muy inclinada. La ornamentación se compone de costillas gruesas, bien marcadas, casi rectirradiadas o suavemente retroversas; con relieve que disminuye hasta la región ventral donde provocan suaves protuberancias. La parte visible de la línea de sutura es simple, en TU17.4/1 con SE y E cortos, 1SL amplia y con una incisión corta, 1L de ramas paralelas y simple, 2SE amplia, poco profunda y recortada con pequeños lóbulos.

El ejemplar 2AR150/1 se aproxima a lo que Renz (1925c: p. 402, l. 15, Fig. 3; l. 18, Fig. 4) figura como variedad *helvetica*, que tiene una sección más trapezoidal, menos comprimida y con flancos más planos que el tipo de la especie.

Distribución geográfica y estratigráfica: Behmel y Geyer (1966) citan *Frechiella*, atribuible a *F. kammerkarensis*, en las secciones de Coscojar y Entrambasaguas (Sierra de Albaracín), procedentes de un nivel con *H. sublevisoni* y *H. lusitanicum*. Schmidt-Effing (1972) cita *Frechiella stolleyi* Renz, en materiales de la Zona Bifrons de Castrovido (Burgos), especie cuyo tipo es un fragmocono incompleto, muy próximo a *F. kammerkarensis*. Los ejemplares estudiados proceden de Ablanquejo, Ariño (Fig. 3) y Turmiel. Zona Bifrons (Sz. Sublevisoni y base de la Sz. Bifrons).

Frechiella cf. octaviae Renz, 1925b

Fig. 14(4)

1925b. *Frechiella Octaviae* (nov. spec.) - Renz, p. 398, l. 18, Figs. 3, 3a.

Material: Un fragmocono incompleto, TU 17.2/3 (Cuadro 1).

Descripción y discusión: Enrollamiento involuto, sección trapezoidal comprimida, con la máxima anchura situada en su parte inferior. Flancos planos y convergentes hacia la región ventral. Región ventral con carena fina, poco elevada y surcos pericarenales anchos y bordeados por dos elevaciones de mayor altura que la carena. Región umbilical con borde redondeado y con la pared lisa, muy inclinada y profunda. La ornamentación está compuesta de costillas gruesas, rectas con relieve

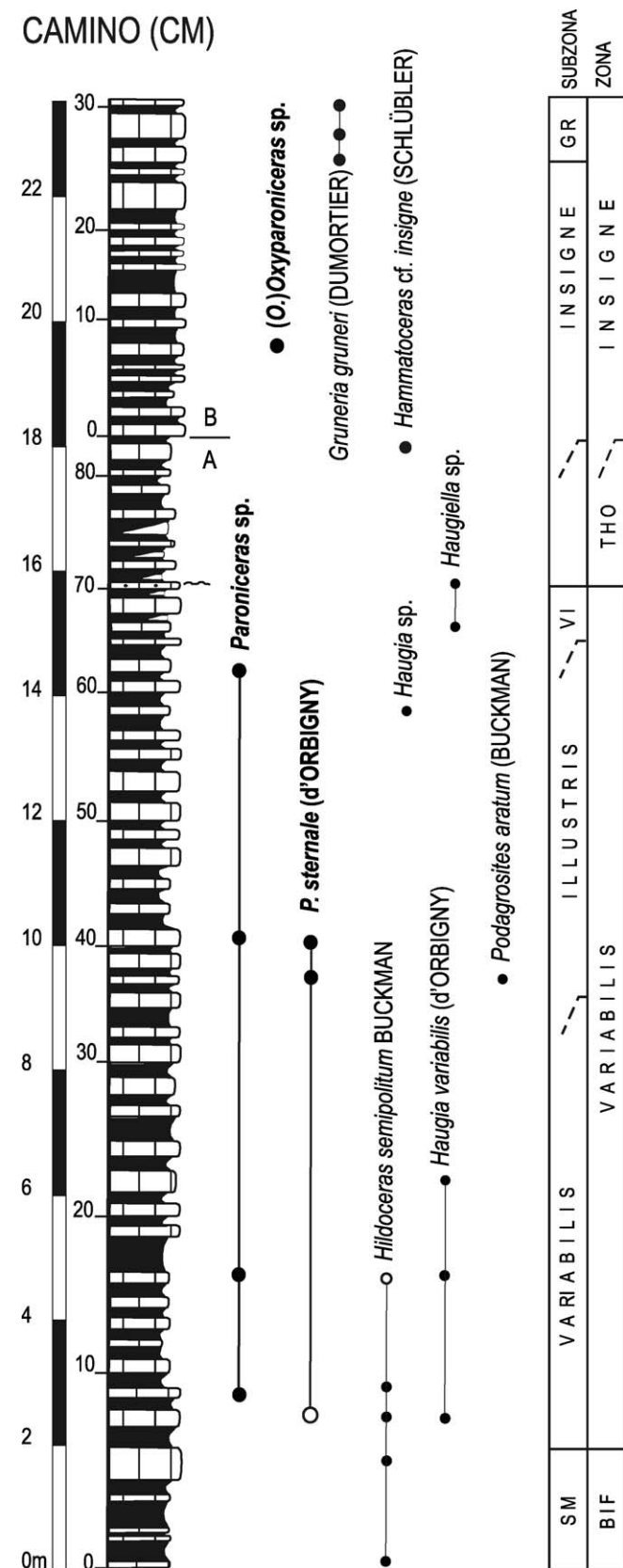


Fig. 10. Sección de Camino (CM). Distribución de las especies de *Paroniceras* y *Oxyparoniceras*, y de las especies más características de las zonas y subzonas reconocidas (modificado de Fernández-López et al., 1988 y de Goy et al., 1994). Abreviaturas: BIF: Zona Bifrons; THO: Zona Thouarsense; SM: Subzona Semipolium; VI: Subzona Vitiosa; GR: Subzona Gruneri.

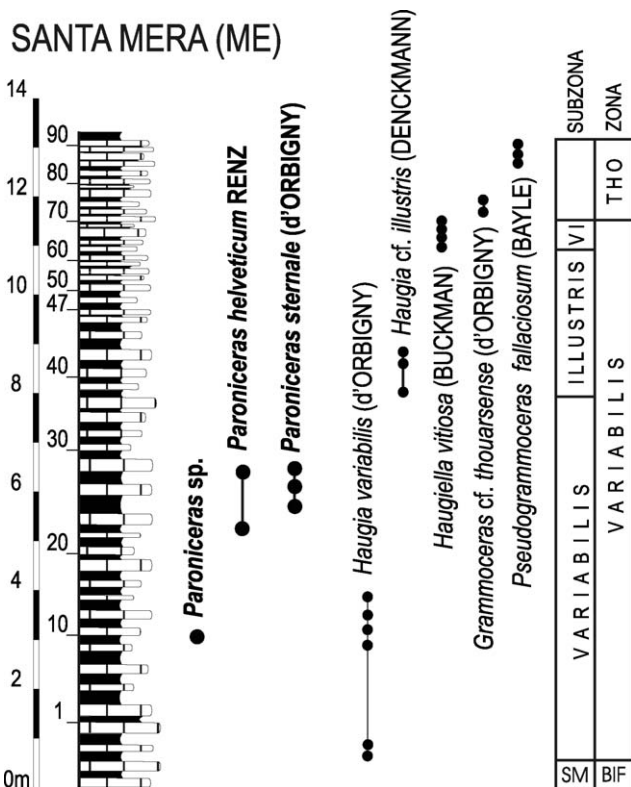


Fig. 11. Sección de Santa Mera (ME). Distribución de las especies de *Paroniceras* y de las especies más características de las zonas y subzonas reconocidas. Abreviaturas: BIF: Zona Bifrons; THO: Zona Thouarsense; SM: Subzona Semipolium; VI: Subzona Vitiosa.

Santa Mera section (ME). Distribution of the Paroniceras species and most characteristics species of the recognized zones and subzones. Abbreviations: BIF: Bifrons Zone; THO: Thouarsense Zone; SM: Semipolium Subzone; VI: Vitiosa Subzone.

moderado y muy poco retroversas, casi igual de anchas que los espacios intercostales, que llegan hasta la región ventral, sin atravesarla. La línea de sutura es simple, con SE y E cortos, 1SL amplia y con una incisión corta, 1L ancho de paredes recortadas por múltiples incisiones, 2SL amplia y poco recortada, 2L sin incisiones; también se aprecian dos lóbulos umbilicales poco pronunciados.

F. octaviae es algo menos involuta que *F. kammerkarensis*, con la sección menos globosa y con las costillas menos marcadas.

Distribución geográfica y estratigráfica: Se trata de una especie citada en las cuencas estudiadas por Goy y Martínez (1996: p. 303). El único ejemplar reconocido procede de Turmiel. Zona Bifrons (Subzona Sublevisoni).

Género *Paroniceras* Bonarelli, 1893

Especie tipo: *Paroniceras sternale* (v. Buch in d'Orbigny, 1845: l. 3, Figs. 1, 2).

Camino section (CM). Distribution of the Paroniceras and Oxyparoniceras species and most characteristics species of the recognized zones and subzones (modified from Fernández-López et al., 1988 and Goy et al., 1994). Abbreviations: BIF: Bifrons Zone; THO: Thouarsense Zone; SM: Semipolium Subzone; VI: Vitiosa Subzone; GR: Gruneri Subzone.

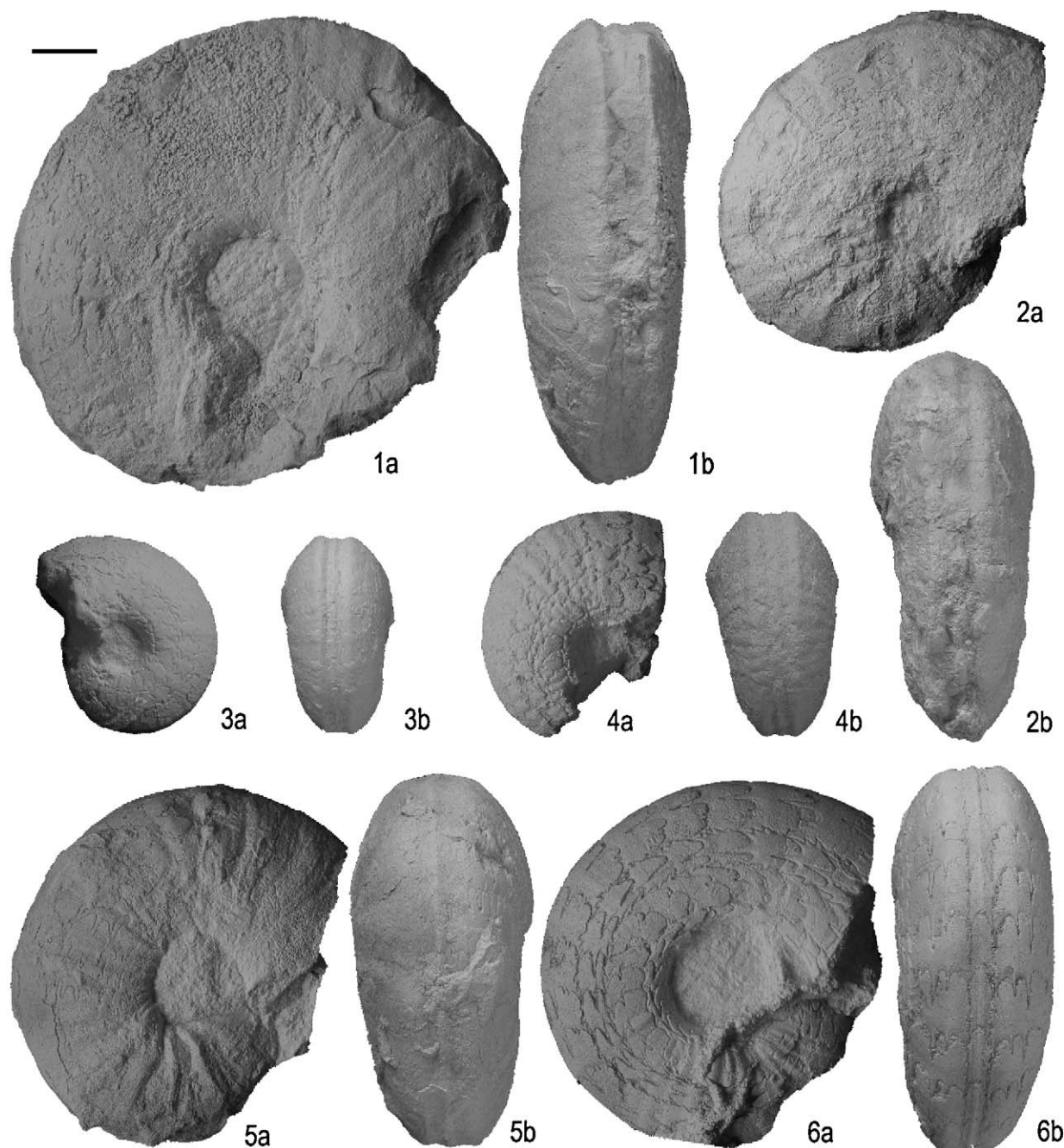


Fig. 12. Género *Frechiella*: 1. *Frechiella subcarinata* (Young y Bird), 2AR143/1, Subzona Sublevisoni, Ariño, Teruel; 2–4. *Frechiella subcarinata* (Young y Bird), AB6.3c/1-3 respectivamente, Subzona Sublevisoni, Ablanquejo, Guadalajara; 5. *Frechiella subcarinata* (Young y Bird), morfotipo intermedio con *F. helenae* Renz, VC-L5.3/2, Subzona Sublevisoni, Villar de Cobeta, Guadalajara; 6. *Frechiella helenae* Renz, VC-L5.3/1, Subzona Sublevisoni, Villar de Cobeta, Guadalajara. Todas las fotografías $\times 1$ (a, vista lateral; b, vista dorsal).

Genus *Frechiella*: 1. *Frechiella subcarinata* (Young and Bird), 2AR143/1, Sublevisoni Subzone, Ariño, Teruel; 2–4. *Frechiella subcarinata* (Young and Bird), AB6.3c/1-3 respectively, Sublevisoni Subzone, Ablanquejo, Guadalajara; 5. *Frechiella subcarinata* (Young and Bird), intermediate morphotype with *F. helenae* Renz, VC-L5.3/2, Sublevisoni Subzone, Villar de Cobeta, Guadalajara; 6. *Frechiella helenae* Renz, VC-L5.3/1, Sublevisoni Subzone, Villar de Cobeta, Guadalajara. All pictures $\times 1$ (a, lateral view; b, dorsal view).

El género *Paroniceras* incluye las especies globosas de vueltas redondeadas, con ombligo muy cerrado y la ornamentación reducida a menudo a simples estrias (Bécaud, 2006). La línea de sutura es simple, ceratítica, con 1SE corta y estrecha; E estrecho con tres lóbulos accesorios; 1L con numerosas incisiones, 2SL con incisiones poco marcadas; LU poco

visible. Todos los lóbulos están alineados y tienen la misma profundidad.

Es muy frecuente en el ámbito del Tethys donde han sido descritas numerosas especies y variedades. Fuera del Tethys está presente en centro-Europa, en el norte de Iberia y en América del Norte, dentro de una banda latitudinal bastante

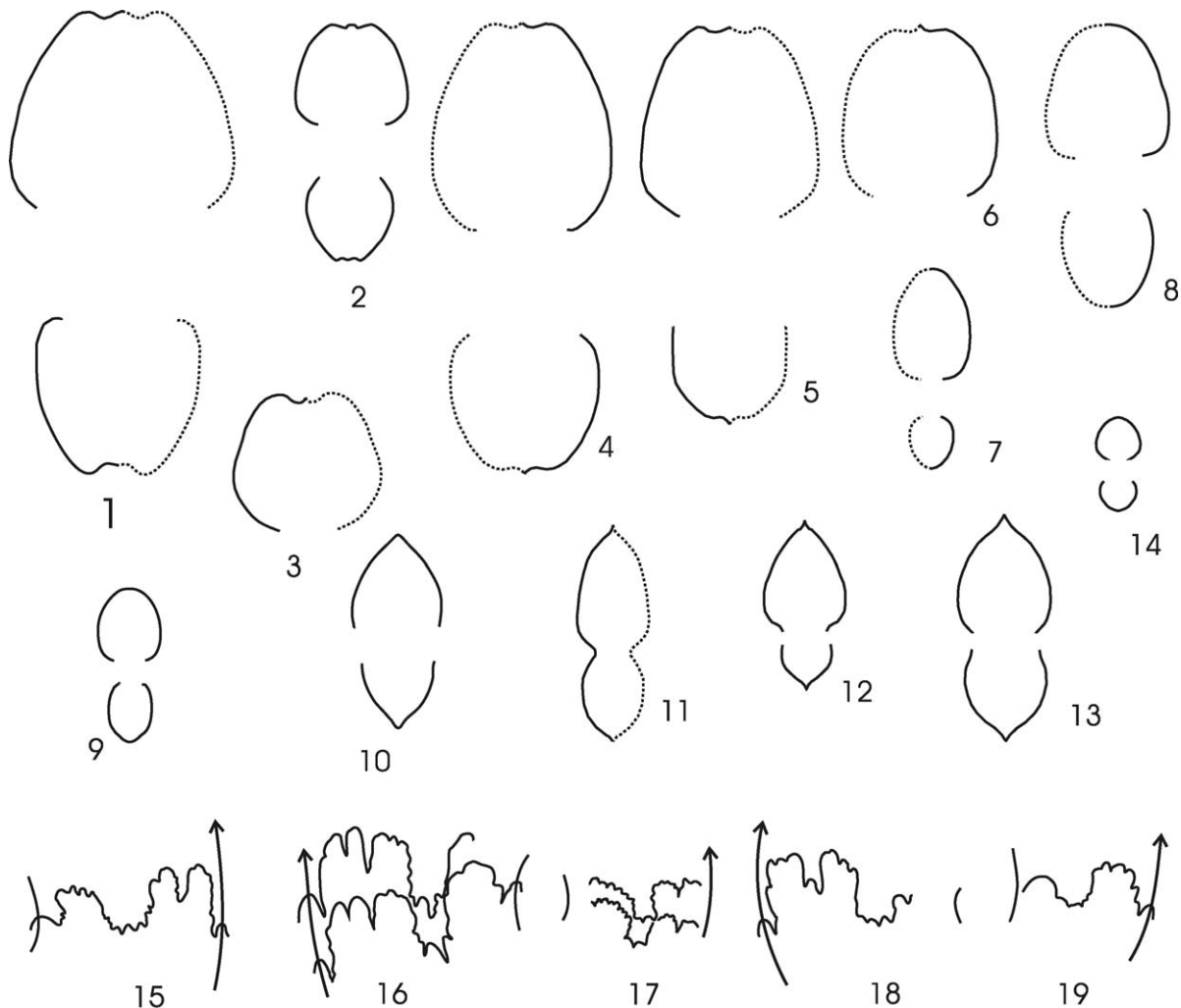


Fig. 13. Secciones de *Frechiella*, *Paroniceras* y *Oxyparoniceras*: 1. *F. subcarinata*, VC-L5.3/1, D = 62.8; 2. *F. subcarinata*, AB6.3c/2, D = 34.2; 3. *F. subcarinata*, AB6.3c/3, D = 34 aprox.; 4. *F. helenae*, VC-L5.3/2, D = 61.5; 5. *F. kammerkarensis*, 2AR150/1, D = 54; 6. *F. venantii*, SP264/1, D = 44.3 aprox.; 7. *P. sternale*, RE11.1/1, D = 37.6; 8. *P. sternale* var. *bisbinensis*, RE11.1/2, D = 26.4; 9. *P. helveticum*, RE11.1/3, D = 20.8; 10. *O. (O.) buckmani*, 3AR60/1, D = 26.6; 11. *O. (O.) buckmani*, SP424/1, D = 27; 12. *O. (O.) buckmani*, SP424/2, D = 23.2; 13. *O. (O.) buckmani*, PH489/1, D = 29.8; 14. *O. (N.) cf. undulosum*, VC8/2, D = 13.42. Líneas de sutura de *Frechiella* y *Paroniceras*: 15. *F. subcarinata*, TU17.2/1, H = 23.5; 16. *F. helenae*, VC-L5.3/2, H = 24.1; 17. *F. kammerkarensis*, TU17.4/2, H = 15.1; 18. *F. venantii*, SP264/1, H = 23.8; 19. *P. sternale*, RE11.1/3, H = 16.8.

Frechiella, *Paroniceras* and *Oxyparoniceras* sections: 1. *F. subcarinata*, VC-L5.3/1, D = 62.8; 2. *F. subcarinata*, AB6.3c/2, D = 34.2; 3. *F. subcarinata*, AB6.3c/3, D = 34 aprox.; 4. *F. helenae*, VC-L5.3/2, D = 61.5; 5. *F. kammerkarensis*, 2AR150/1, D = 54; 6. *F. venantii*, SP264/1, D = 44.3 aprox. 7. *P. sternale*, RE11.1/1, D = 37.6; 8. *P. sternale* var. *bisbinensis*, RE11.1/2, D = 26.4; 9. *P. helveticum*, RE11.1/3, D = 20.8; 10. *O. (O.) buckmani*, 3AR60/1, D = 26.6; 11. *O. (O.) buckmani*, SP424/1, D = 27; 12. *O. (O.) buckmani*, SP424/2, D = 23.2; 13. *O. (O.) buckmani*, PH489/1, D = 29.8; 14. *O. (N.) cf. undulosum*, VC8/2, D = 13.42. Sutures lines of *Frechiella* and *Paroniceras*: 15. *F. subcarinata*, TU17.2/1, H = 23.5; 16. *F. helenae*, VC-L5.3/2, H = 24.1; 17. *F. kammerkarensis*, TU17.4/2, H = 15.1; 18. *F. venantii*, SP264/1, H = 23.8; 19. *P. sternale*, RE11.1/3, H = 16.8.

reducida. Teruzzi (1981) distingue cuatro grupos que corresponden a las especies: *sternale*, *levantinum*, *helveticum* y *pelosioi*, esta última intermedia entre *Paroniceras* y *Oxyparoniceras*. Cresta et al. (1995) citan la existencia de este género en toda la Biozona Gradata del Apenino umbromarchiniano.

En la Europa alpina y en el noroeste de Europa existen numerosas citas (ver Rulleau et al., 2003: p. 322). También ha sido encontrado en Canadá por Tipper et al. (1991), Jakobs et al.

(1994) y Jakobs (1995), y en el norte de África por Dubar (1949) y Elmi et al. (1974).

En la Península Ibérica ha sido citado por Goy (1974), Comas-Rengifo y Goy (1978), Comas-Rengifo et al. (1985, 1996), Goy et al. (1988, 1994) y Goy y Martínez (1996) en la Cordillera Ibérica; por Bernad (1993) y Goy et al. (1994) en la Cordillera Cantábrica; por Braga et al. (1985) y Goy et al. (1988) en la Cordillera Bética; y por Mousterde et al. (1965, 1971), Elmi et al. (1991) y Mousterde et al. (1998) en Portugal.

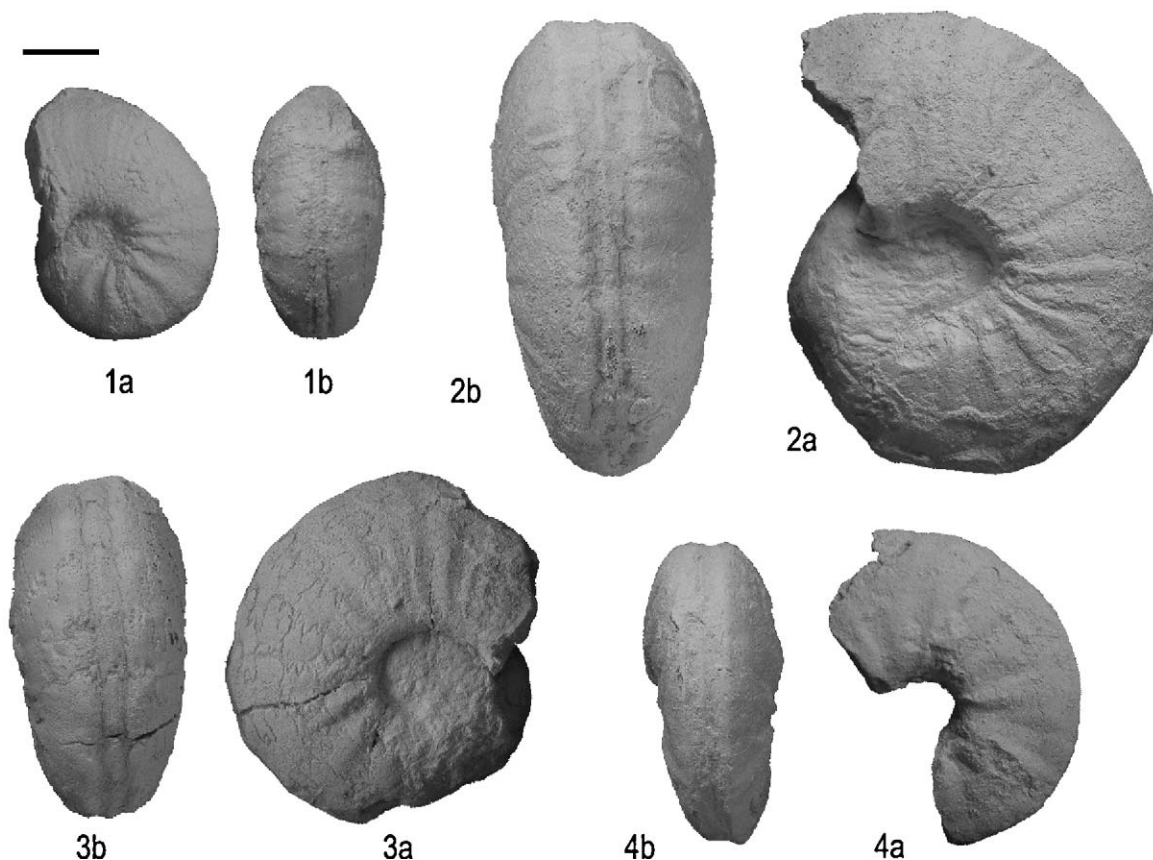


Fig. 14. Género *Frechiella*: **1, 2.** *Frechiella kammerkarensis* (Stolley): 1. TU17.4/1, Subzona Bifrons, Turmiel, Guadalajara; 2. 2AR-150/1, Subzona Bifrons, Ariño, Teruel; **3.** *Frechiella venantii* (Catullo), SP264/1, Subzona Bifrons, Sierra Palomera, Teruel; **4.** *Frechiella* cf. *octaviae* Renz, TU17.2/3, Subzona Sublevisoni, Turmiel, Guadalajara. Todas las fotografías $\times 1$ (a, vista lateral; b, vista dorsal).

Genus *Frechiella*: **1, 2.** *Frechiella kammerkarensis* (Stolley): 1. TU17.4/1, Bifrons Subzone, Turmiel, Guadalajara; 2. 2AR-150/1, Bifrons Subzone, Ariño, Teruel; **3.** *Frechiella venantii* (Catullo), SP264/1, Bifrons Subzone, Sierra Palomera, Teruel; **4.** *Frechiella* cf. *octaviae* Renz, TU17.2/3, Sublevisoni Subzone, Turmiel, Guadalajara. All pictures $\times 1$ (a, lateral view; b, dorsal view).

Paroniceras sternale (d'Orbigny, 1845)

Figs. 13(7,8,19) y 15(1-6)

1845. *Ammonites sternalis* von Buch - d'Orbigny, p. 345, l. 111, Figs. 1, 2 (?Fig. 3, non Figs. 4–7).

Material: MR-L5.4/1; VC-L4.3/1,2; RE11.1/1,2; SP336/2, 337/1; 2AR172/2,3, 176/1, 184/1-5, 193/1, 194/1,2, 196/1, 198/1, 204/1,2, 208/1, 214/1; RC180/3; 2CY22/1; 36/9,10, 42/1,2, 68/2, 78/1-3; SL19/1-4, 2SA12/1-3, 26/1; CM-A6/1, A36/1, A40/1; ME25/1, 26/1, 27/2 (Cuadro 1).

Descripción y discusión: Enrollamiento involuto, la última vuelta cubre más de 3/4 de la anterior. Ombligo estrecho y profundo, con borde umbilical agudo y pared vertical. Región ventral redondeada. Flancos convexos y convergentes hacia la región ventral. La máxima anchura se sitúa en la parte inferior de los flancos dando lugar a una sección subtrapezoidal ovalada. La línea de sutura, en los ejemplares en que se observa, está desgastada, pero puede verse que es bastante simple, con lóbulos y sillas amplios y recortados por incisiones poco profundas. En el ejemplar 2AR193/1 la ornamentación muestra finas estriaciones o costillas muy tenues, suavemente sinuosas, que atraviesan la región ventral, donde son más anchas que los espacios intercostales.

En general los ejemplares estudiados son próximos al tipo de la especie. Algunos de ellos, como RE11.1/2, se aproximan a *P. sternale* var. *bisbinensis* (Renz, 1922: l. 6, Fig. 4) que tiene la sección más aguda y comprimida, subovalada, con flancos suavemente convexos. La máxima anchura se sitúa en la mitad inferior de los flancos que presentan una ornamentación muy tenue apenas perceptible. No obstante, estas diferencias morfológicas no justifican su separación en una especie diferente.

Distribución geográfica y estratigráfica: Esta especie ha sido citada por Goy y Martínez (1996) como procedente de la Subzona Semipolitum en la región Vasco-Cantábrica, posición que no es usual en las otras áreas estudiadas donde sus primeros registros se sitúan en los primeros niveles de la Subzona Variabilis. Sin embargo en la sección de Cillamayor 2CY, *P. cf. sternale* está asociado a *H. semipolitum*, por debajo de los primeros niveles con *H. variabilis* (Fig. 8). Además, se encuentra en Navalpotro, Villar de Cobeta, Renales, Sierra Palomera (Fig. 2) y Ariño (Fig. 3), en la Cordillera Ibérica; San Andrés (Fig. 9) y Camino (Fig. 10), en la Cordillera Vasco-Cantábrica; y Santa Mera (Fig. 11) en Asturias. Zona Variabilis (Subzonas Variabilis e Illustris); la

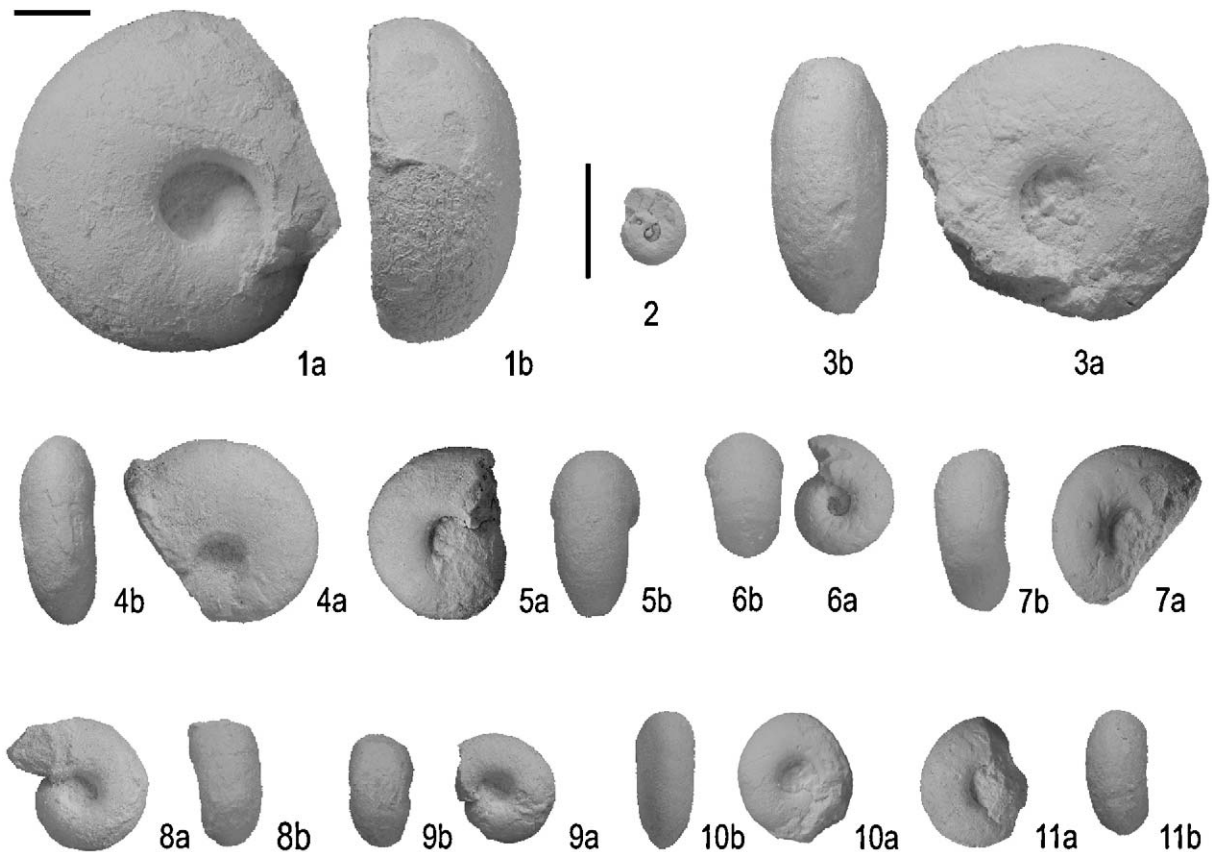


Fig. 15. Género *Paroniceras*: 1–3. *Paroniceras sternale* (d'Orbigny): 1. MR-L5.4/1, Zona Variabilis, Maranchón, Guadalajara; 2. ME26/1, Subzona Variabilis, Santa Mera, Asturias; 3. RE11.1/1-2, Zona Variabilis?, Renales, Guadalajara; 4. *Paroniceras sternale* var. *bisbinensis* Renz, RE11.1/2, Zona Variabilis?, Renales, Guadalajara; 5, 6. *Paroniceras sternale* (d'Orbigny): 5. 2AR193/1, Subzona Variabilis, Ariño, Teruel; 6. SL19/1, Zona Variabilis, Salinas de Pisuerga, Palencia; 7–11. *Paroniceras helveticum* Renz: 7. SP336/1, Subzona Variabilis, Sierra Palomera, Teruel; 8, 9. NV5/3, 4, Zona Variabilis, Navalpotro, Guadalajara; 10. RE11.1/3, Subzona Variabilis, Renales, Guadalajara; 11. TU18.19/1, Subzona Variabilis, Turmiel, Guadalajara. Todas las fotografías $\times 1$, excepto la fotografía 2 que está $\times 1.5$ (a, vista lateral; b, vista dorsal).

Genus *Paroniceras*: 1–3. *Paroniceras sternale* (d'Orbigny): 1. MR-L5.4/1, Variabilis Zone, Maranchón, Guadalajara; 2. ME26/1, Variabilis Subzone, Santa Mera, Asturias; 3. RE11.1/1-2, Variabilis? Zone, Renales, Guadalajara; 4. *Paroniceras sternale* var. *bisbinensis* Renz, RE11.1/2, Variabilis? Zone, Renales, Guadalajara; 5, 6. *Paroniceras sternale* (d'Orbigny): 5. 2AR193/1, Variabilis Subzone, Ariño, Teruel; 6. SL19/1, Variabilis Zone, Salinas de Pisuerga, Palencia; 7–11. *Paroniceras helveticum* Renz: 7. SP336/1, Variabilis Subzone, Sierra Palomera, Teruel; 8, 9. NV5/3, 4, Variabilis Zone, Navalpotro, Guadalajara; 10. RE11.1/3, Variabilis Subzone, Renales, Guadalajara; 11. TU18.19/1, Variabilis Subzone, Turmiel, Guadalajara. All pictures $\times 1$, except picture 2 $\times 1.5$ (a, lateral view; b, dorsal view).

variedad *bisbinensis* tiene una posición incierta entre las Zonas Variabilis y Thouarsense.

Paroniceras helveticum Renz, 1922

Figs. 13(9) y 15(7,11)

1922. *Paroniceras helveticum* nov. sp. - Renz, p. 139, l. 6, Figs. 8, 9–11; l. 7, Fig. 4.

Material: NV5/2-4; VCL4.3/3, 8/1; RE11.1/3; SP320/1,2, 336/1; 2AR172/1, 174/1,2, 184/6, 202/1, 204/3,4, 208/2,3; 2SA22/1; ME23/1, 27/1, TU18.17/1, 18,23/1 (Cuadro 1).

Descripción y discusión: Enrollamiento moderadamente involuto, la vuelta cubre casi la mitad de la vuelta anterior. Ombligo estrecho y poco profundo, con borde redondeado y pared umbilical algo convexa. Región ventral lisa y redondeada. Flancos poco convexos, casi paralelos, con la máxima anchura en la parte media, y una sección redondeada subovalada. No se observa ornamentación. La línea de sutura es parcialmente visible en el ejemplar RE11.1/3, con sillitas y

lóbulo bastante simples y escasos elementos accesorios poco incisivos.

Tiene mayor amplitud umbilical que *P. sternale*, la sección es más redondeada, el ombligo menos profundo y la línea de sutura es aparentemente más simple.

Distribución geográfica y estratigráfica: Los ejemplares identificados proceden de Navalpotro, Villar de Cobeta, Renales, Turmiel, Sierra Palomera (Fig. 2) y Ariño (Fig. 3), en la Cordillera Ibérica; Camino (Fig. 10) en la Cordillera Vasco-Cantábrica; y Santa Mera (Fig. 11) en Asturias. Zona Variabilis (Subzonas Variabilis e Illustris).

Paroniceras sp.

Material: TU18.31/1, 18.49/1; SP303/1, 356/1; RC173/4, 176/1,2, 183/1; 2CY56/2,4, 62/1, 74/1; 2SA16/1, 18/1, 20/1; CM-A8/1, 16/1, 40/1, 62/1; ME9/1.

Observaciones: Todos los ejemplares presentan caracteres propios del género, pero, por su estado de conservación, no es

posible realizar una identificación a nivel de especie. En general son núcleos con enrollamiento involuto, sección redondeada deprimida y región ventral lisa, en los que no se observa ornamentación.

Distribución geográfica y estratigráfica: Proceden de Turmiel, Sierra Palomera (Fig. 2) y Ricla (Fig. 5), en la Cordillera Ibérica; Cillamayor 2CY (Fig. 8), San Andrés (Fig. 9) y Camino (Fig. 10), en la Cordillera Vasco-Cantábrica; y Santa Mera (Fig. 11) en Asturias. Zona Variabilis.

Género *Oxyparoniceras* Guex, 1974

Sinónimo: *Jacobella* Jeannet, 1908 *nomen oblitum* (cf. Rulleau et al., 2003: p. 336).

Especie tipo: *Paroniceras telemachi* (Renz, 1912b).

El género *Oxyparoniceras* incluye conchas muy involutas, más o menos comprimidas, con la sección ojival, flancos fuertemente convergentes, la región ventral carenada o no y con la ornamentación compuesta de estrías radiadas (Guex, 1974). La línea de sutura es simple, parecida a la de *Paroniceras*, con lóbulos y sillas que presentan incisiones poco marcadas. Teniendo en cuenta el dimorfismo reconocido por Guex, Rulleau et al. (2003) distinguen dos subgéneros con evolución paralela: *O. (Oxyparoniceras)*, que incluye macroconchas con

la sección ojival o lanceolada, presentando o no una carena o una pseudocarena, y con la ornamentación reducida a menudo a simples estrías; y *O. (Neoparoniceras)*, que incluye conchas de talla muy pequeña, medianamente involutas, con flancos inflados, área ventral redondeada sin carena y la ornamentación constituida por abultamientos más o menos notables y espaciados.

Aunque la especie tipo del género procede de la Provincia Tetísica, está registrado también en numerosas localidades de la Provincia NW Europea. En la Europa alpina y en el noroeste de Europa existen numerosas citas (ver Rulleau et al., 2003: p. 322). En el norte de los Apeninos ha sido citado por Nini et al. (1997) y en el norte de África por Benshili (1989).

En la Península Ibérica ha sido citado por Goy (1974), Comas-Rengifo y Goy (1978), Comas-Rengifo et al. (1985, 1996), Álvaro et al. (1989), Goy et al. (1994, 1995), Goy y Martínez (1996) y Martínez (2007).

Subgénero *O. (Oxyparoniceras)* Guex, 1974

Especie tipo: *Paroniceras telemachi* Renz, 1912b.

O. (Oxyparoniceras) cf. *telemachi* (Renz, 1912b)
Fig. 16(1)

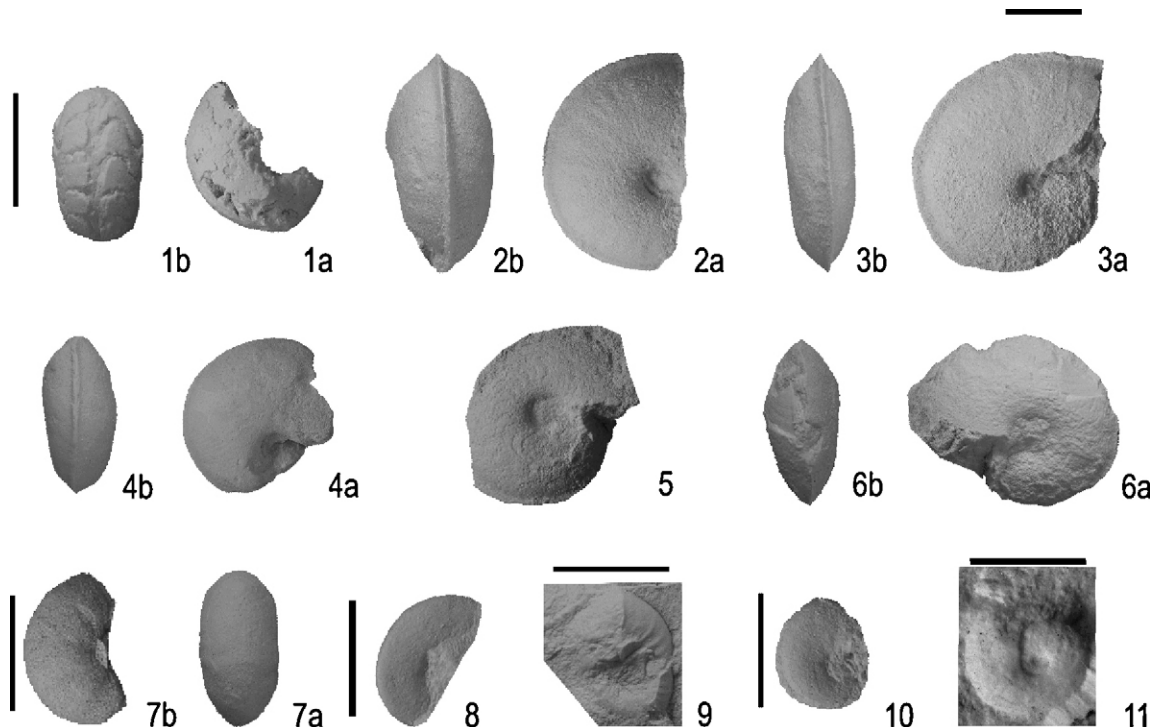


Fig. 16. Género *Oxyparoniceras*: 1. *Oxyparoniceras* (*O.*) cf. *telemachi* (Renz), SL-L5.5/1, Subzona Fallaciosum, Salinas de Pisuerga, Palencia, $\times 1.5$; 2–6. *Oxyparoniceras* (*O.*) *buckmani* (Bonarelli): 2. PH489/1, Subzona Insigne, Piedrahita de Muño, Burgos, $\times 1$; 3, 4. SP424/2, 424/1, Subzona Insigne, Sierra Palomera, Teruel, $\times 1$; 5, 6. 3AR58/1, 60/1, Subzona Insigne, Ariño, Teruel, $\times 1$; 7, 8. *Oxyparoniceras* (*N.*) cf. *undulosum* (Monestier): 7. VC-L5.5/2, Subzona Fallaciosum, Villar de Cobeta, Guadalajara, $\times 1.5$; 8. 4CY4/1, Subzona Insigne, Cillamayor, Palencia, $\times 1.5$. 9, 10. *Oxyparoniceras* (*N.*) *morbiense* (Renz), 4CY28/1, 34/1, Subzona Insigne, Cillamayor, Palencia, $\times 1.5$; 11. *Oxyparoniceras* (*N.*) cf. *brocardi* Rulleau, Bécaud y Neige, 4CY12/1, Subzona Insigne, Cillamayor, Palencia, $\times 1.5$ (a, vista lateral; b, vista dorsal).

Genus *Oxyparoniceras*: 1. *Oxyparoniceras* (*O.*) cf. *telemachi* (Renz), SL-L5.5/1, Fallaciosum Subzone, Salinas de Pisuerga, Palencia, $\times 1.5$; 2–6. *Oxyparoniceras* (*O.*) *buckmani* (Bonarelli): 2. PH489/1, Insigne Subzone, Piedrahita de Muño, Burgos, $\times 1$; 3, 4. SP424/2, 424/1, Insigne Subzone, Sierra Palomera, Teruel, $\times 1$; 5, 6. 3AR58/1, 60/1, Insigne Subzone, Ariño, Teruel, $\times 1$; 7, 8. *Oxyparoniceras* (*N.*) cf. *undulosum* (Monestier): 7. VC-L5.5/2, Fallaciosum Subzone, Villar de Cobeta, Guadalajara, $\times 1.5$; 8. 4CY4/1, Insigne Subzone, Cillamayor, Palencia, $\times 1.5$; 9, 10. *Oxyparoniceras* (*N.*) *morbiense* (Renz), 4CY28/1, 34/1, Insigne Subzone, Cillamayor, Palencia, $\times 1.5$; 11. *Oxyparoniceras* (*N.*) cf. *brocardi* Rulleau, Bécaud and Neige, 4CY12/1, Insigne Subzone, Cillamayor, Palencia, $\times 1.5$ (a, lateral view; b, dorsal view).

1912b. *Paroniceras telemachi* nov. sp. - Renz, p. 603, l. 15, Figs. 6, 7. Lectotipo de d'Orbigny, 1845, l. 111, Figs. 4, 5.

Material: VC-L5.5/1, OW6/1, SL-L5.5/1 (Cuadro 1).

Descripción y discusión: Enrollamiento muy involuto, ombligo estrecho y profundo. Región ventral no carenada y sección comprimida que pasa de subovalada a triangular, con flancos fuertemente convergentes hacia la región ventral. Línea de sutura con lóbulos y sillas amplios y con múltiples incisiones.

Aunque se trata de especímenes mal conservados, el estilo de la sección y la ausencia de carena nos permite aproximarlos a la especie *O. (O.) telemachi* (Renz).

Distribución geográfica y estratigráfica: Los ejemplares estudiados proceden de Villar de Cobeta en la Cordillera Ibérica y de Salinas de Pisuega en la Cordillera Vasco-Cantábrica. Zona Thouarsense (Subzona Fallaciosum).

O. (Oxyparoniceras) buckmani (Bonarelli, 1895)

Figs. 13(10–13) y 16(2–6)

1845. *Ammonites sternalis* - d'Orbigny, p. 345 parte, l. 111, Figs. 6, 7, no Figs. 1, 2, 4, 5.

1895. *Paroniceras buckmani* n. f. - Bonarelli, p. 236, l. 4, Figs. 5–8.

Material: SP424/1,2; 3AR58/1, 60/1, PH489/1 (Cuadro 1).

Descripción y discusión: Enrollamiento muy involuto, la última vuelta cubre casi toda la vuelta anterior. Ombligo estrecho, con el borde umbilical redondeado y la pared umbilical vertical. Región ventral con carena fina y elevada. Flancos comprimidos, suavemente convexos, con la máxima anchura situada en el tercio inferior, lo que le confiere una sección lanceolada y comprimida. Ornamentación muy débil, con costillas ligeramente sinuosas. La parte visible de la sutura muestra sillas y lóbulos redondeados, con denticulaciones poco incisivas.

La característica principal de *O. (O.) buckmani* es su sección típica, fuertemente comprimida y lanceolada, que permite distinguir esta especie de otras como *O. (O.) telemachi*, de sección más redondeada.

Distribución geográfica y estratigráfica: En la región estudiada esta especie ha sido citada por Martínez (2007) en Ariño (Fig. 4). También se ha encontrado en Sierra Palomera (Fig. 2) y Piedrahita de Muño (Fig. 7). Zona Dispansum (Subzona Insigne).

O. (Oxyparoniceras) sp.

Material: OW6/1, 2; CM-B8/1

Observaciones: Se incluyen como pertenecientes a este subgénero dos ejemplares mal conservados, que presentan enrollamiento involuto y sección ojival. Proceden de la Zona Insigne (Subzona Insigne) en las secciones de Obón y Camino (Mouterde et al., 1978; Goy et al., 1994).

Subgénero *O. (Neoparoniceras)* Rulleau, Bécaud y Neige, 2003

Especie tipo: *Paroniceras undulosum* Monestier, 1921.

O. (Neoparoniceras) cf. undulosum (Monestier, 1921)
Figs. 13(14) y 16(7, 8)

1921. *Paroniceras undulosum* nov. sp. - Monestier, p. 8, l. 1, Figs. 22, 29, 30; l. 4, Fig. 4.

Material: VC-L5.5/2; 4CY4/1 (Cuadro 1).

Descripción y discusión: Enrollamiento moderadamente involuto. La última vuelta abarca la mitad de la anterior. Sección globosa con la máxima anchura situada en el tercio inferior de los flancos. A esta altura, los flancos se vuelven fuertemente convergentes hacia la región ventral, dando lugar a una sección subtriangular redondeada. Región umbilical con borde redondeado y pared subvertical. Región ventral lisa. La ornamentación se compone de costillas tenues, gruesas y rectas en el tercio inferior del flanco, que se hacen más finas, e incurvadas hacia la abertura al aproximarse a la región ventral.

Tanto el estilo de la ornamentación, como el tipo de sección y grado de involución, acercan los ejemplares estudiados a la especie *O. (Neoparoniceras) undulosum* (Monestier). Aceptando el dimorfismo entre las diferentes especies de *Oxyparoniceras* (Guex, 1974; Rulleau et al., 2003), esta especie se encuentran en una posición estratigráfica compatible con la de *O. (O.) telemachi*, pero más antigua que la de *O. (O.) buckmani*.

Distribución geográfica y estratigráfica: Proceden de Villar de Cobeta, en la Cordillera Ibérica y Cillamayor 4CY (Fig. 8) en la Cordillera Vasco-Cantábrica. Esta especie ha sido citada por Fauré (2002) en los Pirineos. Zona Thouarsense (Subzona Fallaciosum) o base de la Zona Dispansum.

O. (Neoparoniceras) cf. brocardi Rulleau, Bécaud y Neige, 2003

Fig. 16(11)

1921. *Paroniceras* nov. sp. ind. - Monestier, p. 9, l. 2, Fig. 13; l. 4, Fig. 6.

2003. *O. (Neoparoniceras) brocardi* - Rulleau, Bécaud y Neige, p. 343, Figs. 16(26–28).

Material: 4CY6/1; 12/1; 14/1; 18/1 (Cuadro 1).

Descripción y observaciones: Enrollamiento involuto, la última vuelta cubre 3/4 de la anterior, excepto en la parte final donde cubre 2/3 de la vuelta. La sección es subovalada y comprimida, con flancos ligeramente convexos. Hasta el comienzo de la última vuelta está ornamentada por tenues ondulaciones radiales, que luego se acentúan y se hacen irregulares.

El ejemplar 4CY12/1 es un molde externo del fragmocono, con el principio de la cámara de habitación, que muestra una ornamentación muy tenue que recuerda a *O. (N.) brocardi* por el estilo del enrollamiento y la presencia de tenues surcos radiales.

Distribución geográfica y estratigráfica: Todos los especímenes proceden de la Zona Dispansum (primera mitad de la Subzona Insigne), en la sección de Cillamayor 4CY (Fig. 8).

O. (Neoparoniceras) cf. morbiense (Renz, 1925b)

Fig. 16(9, 10)

1925b. *Paroniceras helveticum* var. *morbiensis* - Renz, p. 415, l. 19, Fig. 6.

Material: 3 ejemplares en mal estado de conservación, 4CY28/1; 30/1; 34/1 (Cuadro 1).

Descripción y discusión: Enrollamiento involuto, la última vuelta cubre aproximadamente 3/4 de la anterior, sección

subovalada comprimida, con flancos ligeramente convexos. Borde umbilical redondeado. Región ventral lisa y redondeada. Presenta una ornamentación muy tenue compuesta de costillas engrosadas en su base, prácticamente rectas y que desaparecen en el tercio superior del flanco.

Se diferencia de *O. (N.) undulosum* (Monestier) y de *O. (N.) evolutum* (Monestier) por el estilo de la ornamentación y por el mayor grado de involución.

Distribución geográfica y estratigráfica: Proceden la Zona Dispansum (Subzona Insigne) en la sección de Cillamayor 4CY (Fig. 8).

4. Distribución de los Paroniceratinae en el Este y Norte de España

La escasez relativa de Paroniceratinae en materiales del Toarciense de España hace que el registro de especímenes de esta subfamilia sea discontinuo. En la Cordillera Ibérica, están presentes los géneros *Frechiella*, *Paroniceras* y *Oxyparoniceras*, en las secciones de Ariño, Obón y Sierra Palomera (sector central de la Rama Aragonesa); *Frechiella* y *Paroniceras*, en Turmiel y Renales (Rama Castellana); *Paroniceras* en Ricla (sector septentrional de la Rama Aragonesa); y *Oxyparoniceras* en Piedrahita de Muño (Sierra de la Demanda). En la Cordillera Cantábrica están presentes los géneros *Paroniceras* y *Oxyparoniceras* en Salinas de Pisuega y Cillamayor (Palencia), y solo *Paroniceras* en San Andrés y Camino (Cantabria) y en Santa Mera (Asturias).

Las escalas de referencia utilizadas para las Cordilleras Ibérica y Cantábrica son, respectivamente, las propuestas por Goy et al. (1988, 1994), que se pueden correlacionar de forma precisa con las escalas estándar de la Provincia NW Europea (Dean et al., 1961; Cope et al., 1980; Elmi et al., 1997; Page, 2003) y Mediterránea (Elmi et al., 1994, 1997), así como con otras escalas del ámbito del Tethys (Mouterde et al., 1971; Elmi et al., 1974; Jiménez y Rivas, 1981; Macchioni, 2002). Para facilitar dicha correlación, en la escala utilizada aquí se ha modificado la extensión vertical de la Zona Thouarsense, incluyendo en ella la antigua Subzona Fallaciosum de la Zona Insigne, en el sentido que proponen Elmi et al. (1997). En consecuencia, la Zona Insigne de las Cordillera Ibérica y Cantábrica, comienza con el primer registro de *Hammatoceras insigne* (Schubler) y es equivalente a la Zona Dispansum de las escalas estándar anteriormente citadas. La distribución bio-cronoestratigráfica de las especies estudiadas se representa en la Fig. 17.

5. Discusión y conclusiones

El género *Frechiella* se ha registrado en localidades de los sectores central y septentrional de la Cordillera Ibérica, entre la Sierra de Albarracín y la Sierra de la Demanda (Figs. 2–7). Los especímenes estudiados proceden casi siempre de materiales de la Zona Bifrons (Subzona Sublevisoni) y suelen estar asociados a *Hildoceras lusitanicum* Meister. Solo en las secciones de Turmiel y Sierra Palomera han sido hallados ejemplares de

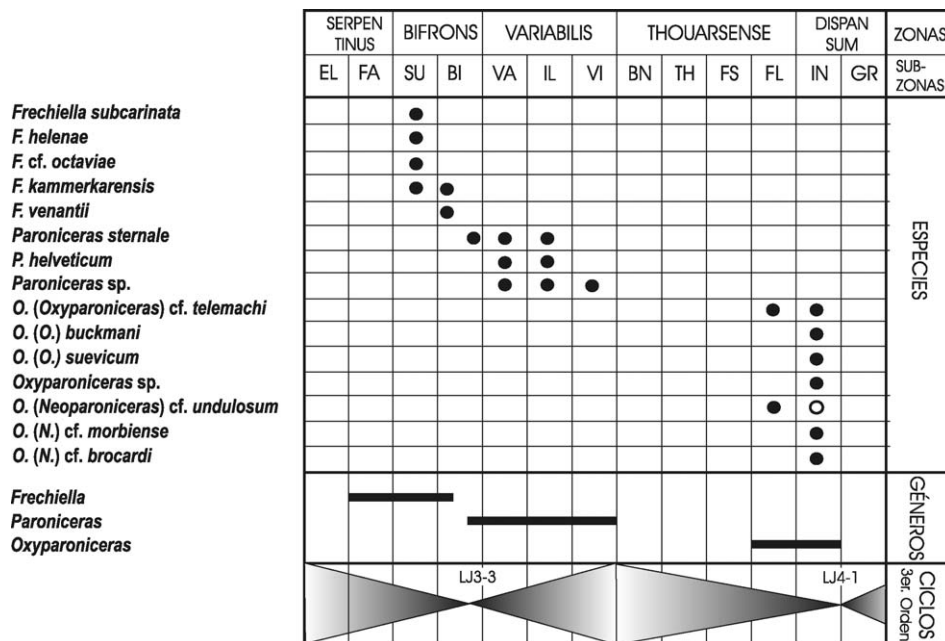


Fig. 17. Distribución cronoestratigráfica de las especies de *Frechiella*, *Paroniceras* y *Oxyparoniceras* registradas en el Este y Norte de España. Círculos negros: presencia confirmada; círculo blanco: presencia probable. Se incluye el registro obtenido de los géneros de Paroniceratinae en relación con los ciclos transgresivo-regresivo caracterizados por Gómez y Goy (2004, 2005) en el E de España. Abreviaturas de las subzonas: EL: Elegantulum; FA: Falciferum; SU: Sublevisoni; BI: Bifrons; VA: Variabilis; IL: Illustris; VI: Vitiosa; BN: Bingmanni; TH: Thouarsense; FS: Fascigerum; FL: Fallaciosum; IN: Insigne; GR: Gruneri.

Cronostratigraphical distribution of the Frechiella, Paroniceras and Oxyparoniceras species registered in the Eastern and Northern Spain. Black circles: confirmed presence white circle: probable presence. The obtained record from the Paroniceratinae Genus in relationship to the transgressive-regressive cycles characterized by Gómez and Goy (2004, 2005) in the E of Spain. Subzones abbreviations: EL, Elegantulum; FA, Falciferum; SU, Sublevisoni; BI, Bifrons; VA, Variabilis; IL, Illustris; VI, Vitiosa; BN, Bingmanni; TH, Thouarsense; FS, Fascigerum; FL, Fallaciosum; IN, Insigne; GR, Gruneri.

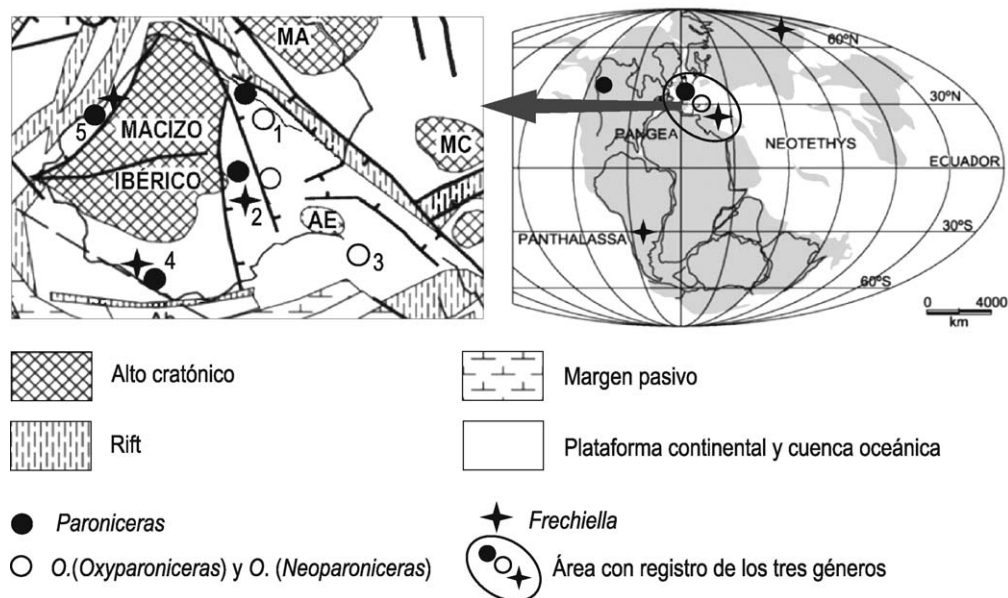


Fig. 18. Mapa paleogeográfico (modificado de Gómez et al., 2008) con la distribución de los diferentes géneros y subgéneros de Paroniceratinae. MA: Macizo Armórico, MC: Macizo Central, AE: Alto del Ebro. 1: Cordillera Cantábrica; 2: Cordillera Ibérica; 3: Isla de Mallorca; 4: Cordillera Bética; 5: Cuenca Lusitánica. Palaeogeographic map (modified from Gómez et al., 2008) with the Paroniceratinae genera and subgenera distribution. MA: Armorican Massif, MC: Central Massif, AE: Ebro High. 1: Cantabrian Range; 2: Iberian Range; 3: Mallorca Island; 4: Betic Range; 5: Lusitanian Basin.

F. kammerkarensis y *F. venantii*, respectivamente, asociados a *Hildoceras apertum* Gabilly, en los niveles basales de la Subzona Bifrons. En una posición similar, asociada a *H. apertum*, *F. kammerkarensis* ha sido citada por Géczy y Szente (2006). La especie más común es *F. subcarinata*, siendo relativamente frecuente *F. kammerkarensis*. Las otras especies identificadas, *F. helenae*, *F. venantii* y *F. octaviae*, son muy raras y sólo se han encontrado en el sector central de la cordillera. La posición estratigráfica obtenida (Fig. 17) es similar a la que tiene en Portugal (Mouterde, 1967), Inglaterra (Howarth, 1992) o Francia (Elmi et al., 1997; Rulleau et al., 2003). Excepcionalmente existe una cita de *Frechiella* sp., procedente de los niveles inferiores de la Zona Variabilis en el sector suroccidental de la Sierra de la Demanda (Schmidt-Effing, 1972).

El registro de *Frechiella*, durante la Zona Bifrons, coincide con el episodio transgresivo del ciclo LJ3-3 (Gómez y Goy, 2005) que representa el momento de máxima profundización de la Cuenca Ibérica de todo el Jurásico Inferior (Gómez y Goy, 2000; Aurell et al., 2003). Su morfología y línea de sutura sencilla parecen corresponder a un tipo de vida neotónica en aguas poco profundas, aunque su registro esporádico hace pensar que no vivían y se reproducían en el área estudiada. Este episodio también representa la máxima profundización en las plataformas del norte de España y sorprende la ausencia de especímenes de este género en la Cordillera Cantábrica (Fig. 18), ya que en Asturias (Suárez Vega, 1974; Gómez et al., 2008) se ha obtenido una sucesión de ammonoideos bastante similar a la registrada en Inglaterra, donde *F. subcarinata* es relativamente frecuente (Howarth, 1992).

Paroniceras se ha reconocido en materiales del intervalo comprendido entre la Zona Bifrons (Subzona Semipolitum) y la Zona Variabilis (Subzona Vitiosa) y está presente en toda el

área investigada. Se ha registrado de forma puntual en la parte más alta de la Zona Bifrons (sólo en la Cordillera Cantábrica oriental); es relativamente frecuente en la parte inferior y media de la Zona Variabilis, y es muy raro en la parte más alta de esta zona. En la Cordillera Cantábrica occidental, en Asturias, este género solo se ha reconocido en la parte inferior de la Zona Variabilis. Desde la parte superior de la Zona Bifrons hasta la parte superior de la Zona Variabilis, en el borde oriental de la subplaca Ibérica se produce un episodio de somerización (Gómez y Goy, 2005) que coincide con el rango estratigráfico de *Paroniceras*.

Oxyparoniceras tiene una escasa presencia en el sector central de la Cordillera Ibérica y un registro fortuito en la Sierra de la Demanda y en la Cordillera Cantábrica oriental. Por el momento, este género no ha sido reconocido en Asturias. Su registro corresponde a la parte transgresiva del ciclo LJ4-1 (Gómez y Goy, 2005) que representa un nuevo episodio de profundización relativa, que tiene su máxima expresión en la parte inferior de la Zona Dispersum, lo que es compatible con una vida en ambientes de plataforma donde se alcanzaron batimetrías relativamente elevadas. Este género no se conoce fuera del ámbito de Europa y norte de África, a diferencia de los géneros *Paroniceras* y *Frechiella* que tienen una distribución notablemente más amplia (Fig. 18).

Agradecimientos

Agradecemos a los Drs. Louis Rulleau y Christian Meister la lectura crítica del presente trabajo, así como sus comentarios y sugerencias. Este trabajo es una contribución a los proyectos CGL2004-02694/BTE, CGL2005-01765/BTE, CGL2005-04574/BTE y CAM2005-910431/GR45/05.

Referencias

- Álvaro, M., Barnolas, A., Cabra, P., Comas-Rengifo, M.J., Fernández-López, S., Goy, A., Olmo, P., Ramírez del Pozo, J., Simó, A., Ureta, S., 1989. El Jurásico de Mallorca. Cuadernos de Geología Ibérica 13, 67–120.
- Arkell, W.J., 1950. A classification of the Jurassic ammonites. *Journal of Paleontology* 24, 354–364.
- Arkell, W.J., 1957. Mesozoic Ammonoidea. In: Moore, R.C. (Ed.), *Treatise on Invertebrate Paleontology*, L, Mollusca 4. University of Kansas Press, Kansas, pp. 1–490.
- Aurell, M., Robles, S., Bádenas, B., Rosales, I., Quesada, S., Meléndez, G., García-Ramos, J.C., 2003. Transgressive-regressive cycles and Jurassic palaeogeography of northeast Iberia. *Sedimentary Geology* 162, 239–271.
- Bécaud, M., 2006. Les Harpoceratinae. Hildoceratinae et Paroniceratinae du Toarcien de la Vendée et des Deux-Sèvres (France). *Documents des Laboratoires de Géologie de Lyon* 162, 1–245.
- Behmel, H., Geyer, O., 1966. Beiträge zur stratigraphie und paläontologie des Jura von Ostspanien III: stratigraphie und fossilführung im Unterjura von Albarracín (prov. de Teruel). *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie*. Abhandlungen 124, 1–52.
- Benshili, K., 1989. Lias-Dogger du Moyen-Atlas plissé (Maroc). *Documents des Laboratoires de Géologie de Lyon* 106, 1–285.
- Bernad, J., 1993. *Ammonitina* del Toarciense en Salinas de Pisuerga (Palencia, España). *Coloquios de Paleontología* 45, 91–136.
- Bonarelli, G., 1893. Osservazioni sul Toarciano e l'Aaleniano dell'Appennino centrale. *Bolletino della Società Geologica italiana* 12, 195–254.
- Bonarelli, G., 1895. Il genere *Paroniceras*. *Bolletino della Società Malacologica Italiana* 19, 225–239.
- Braga, J.C., Jiménez, A., Rivas, P., 1985. Ammonites (Bouleiceratinés) à signification paléobiogéographique du Toarcien de la Zone Subbétique (Sud de l'Espagne). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris* 301, 553–555.
- Buckman, S.S., 1909–1930. Yorkshire Type Ammonites 1-2; Type Ammonites 3-7. Weldon and Wesley, London.
- Catullo, T., 1846. Memoria geognostico-paleozoica sulle Alpi venete. *Memoria della Società Italiana delle Scienze* 24, 187–339.
- Comas-Rengifo, M.J., Gómez, J.J., Goy, A., Arias, C., Bernad, J., García Joral, F., Herrero, C., Martínez, G., Perilli, N., 1996. The Toarcian in the Rambla del Salto (Sierra Palomera) section. 1st Toarcian and 4th Aalenian Working Groups Meeting, Fieldtrip Iberian Range, Guide-Book, Nuévalos-Freiburg, 27–48.
- Comas-Rengifo, M.J., Goy, A., 1978. El Pliensbachien y Toarciense en la Rambla del Salto (Sierra Palomera, Teruel). In: Goy, A. (Ed.), *Grupo Español del Mesozoico. Guía de excursiones al Jurásico de la Cordillera Ibérica*. Universidad Complutense de Madrid, pp. 1–11.
- Comas-Rengifo, M.J., Goy, A., Arche, A., Carenas, B., López-Gómez, J., Rodrigo, A., Segura, M., Ureta, S., 2007. El Mesozoico en el sector central de la Cordillera ibérica. In: Díaz-Martínez, E., Rábano, I. (Eds.), 4th European Meeting on the Paleontology and Stratigraphy of Latin America. Cuadernos del Museo Geominero 8, Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, pp. 435–485.
- Comas-Rengifo, M.J., Goy, A., Yébenes, A., 1985. Le Lias dans La Rambla del Salto (Sierra Palomera, Teruel). *Strata* 2, 123–142.
- Cope, J.F.W., Getty, T.A., Howarth, M.K., Morton, N., Torrens, H.S., 1980. A correlation of Jurassic rocks in the British Isles. Part 1: Introduction and Lower Jurassic. *Geological Society of London, Special Report* 14, 1–73.
- Cresta, S., Basilici, G., Bussolletti, A., Comas, M.J., Elmi, S., Fernández-López, S., Ferretti, A., Goy, A., Henriques, M.H., Kalin, O., Jiménez, A., Martínez, G., Sandoval, J., Ureta, S., Venturi, F., 1995. Relazione sul workshop paleontologia e biostratigrafia dei sedimenti ammonitiferi toarciano-bajociani in successioni di alto morfoterritoriale dell'Appennino umbro-marchigiano: l'area di Monte Nerone. *Correlazioni con altre regioni della Tetide occidentale*. *Bolletino Servizio Geologico Italia* 112, 1–12.
- Dean, W.T., Donovan, D.T., Howarth, M.K., 1961. The Liassic ammonite zones and subzones of the northwest European Province. *Bulletin of the British Museum (Natural History)*. Geology 4, 435–505.
- Donovan, D.T., Callomon, J.H., Howarth, M.K., 1980. Classification of the Jurassic Ammonitina. In: House, M.R., Senior, J.R. (Eds.), *The Ammonoidea*. Systematic Association, 18. Academic Press, London, pp. 101–155.
- Dubar, G., 1949. Carte géologique provisoire du Haut-Atlas de Midelt, notice explicative. *Notes et Mémoires du Service géologique du Maroc* 1–56.
- Elmi, S., Atrops, F., Mangold, C., 1974. Les zones d'ammonites du Domérien-Callovien de l'Algérie occidentale. *Documents des Laboratoires de Géologie de Lyon* 61, 1–83.
- Elmi, S., Gabilly, J., Mouterde, R., Rulleau, L., Rocha, R., 1994. L'étage toarcien de l'Europe et de la Téthys : divisions et corrélations. In: Cariou, E., Hantzpergue, P. (Eds.), 3^e Symposium International de Stratigraphie du Jurassique, Poitiers 22–29 septembre 1971. *Geobios*, MS 17, pp. 149–159.
- Elmi, S., Mouterde, R., Rocha, R., Alméras, Y., 1991. Biostratigraphie du Toarcien moyen et supérieur de São João. In: 3rd International Symposium on Jurassic Stratigraphy, Poitiers september 22–29, 1991, Résumés, 39.
- Elmi, S., Rulleau, L., Gabilly, J., Mouterde, R., 1997. Toarcien. In: Cariou, E., Hantzpergue, P. (Eds.), *Groupe Français d'Études du Jurassique : Biostratigraphie du Jurassique ouest-européen et méditerranéen*. Zonation parallèle et distribution des invertébrés et microfossiles. *Bulletin du Centre de Recherches Elf Exploration Production* 17, pp. 25–36.
- Fauré, P., 2002. Le Lias des Pyrénées. *Strata* 39, 1–761.
- García Joral, F., Goy, A., 2004. Caracterización de *Choffatirhynchia* nov. gen. (Braquiopoda, Rhynchonellida) en el Toarciense (Jurásico) de la Cordillera Ibérica (España). *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Sección Geológica)* 99, 237–250.
- Géczy, B., Szente, I., 2006. Middle Toarcian Ammonitina from the Gerecse Mts, Hungary. *Acta Geologica Hungarica* 49, 223–252.
- Gómez, J.J., Goy, A., 2000. Definition and organization of limestone-marl cycles in the Toarcian of northern and east-central part of the Iberian Subplate (Spain). *GeoResearch Forum* 6, 301–310.
- Gómez, J.J., Goy, A., 2005. Late Triassic and Early Jurassic palaeogeographic evolution and depositional cycles of the Western Tethys Iberian platform system (Eastern Spain). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 222, 77–94.
- Gómez, J.J., Goy, A., Canales, M.L., 2008. Seawater temperature and carbon isotope variations in belemnites linked to mass extinction during the Toarcian (Early Jurassic) in Central and Northern Spain. Comparison with other European sections. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 258, 28–58.
- Goy, A., 1974. El Lias de Rama Castellana de la Cordillera Ibérica. Tesis Doctoral, Universidad Complutense de Madrid (inédita).
- Goy, A., Jiménez, A., Martínez, G., Rivas, P., 1988. Difficulties in correlating the Toarcian ammonite succession of the Iberian and Betic Cordilleras. In: Rocha, R.B., Soares, A. (Eds.), 2nd International Symposium on Jurassic Stratigraphie. Lisboa, 1987, pp. 155–178.
- Goy, A., Martínez, G., 1990. Biozonación del Toarciense en el sector central de la Cordillera Ibérica. *Cuadernos de Geología Ibérica* 14, 11–53.
- Goy, A., Martínez, G., 1996. Distribución bioestratigráfica de los Bouleiceratinae (Ammonitina) en las cuencas Ibérica y Vasco-Cantábrica. *Real Sociedad Española de Historia Natural, Tomo Extraordinario*, 125 Aniversario, 306–310.
- Goy, A., Martínez, G., Arias, C., Bernad, J., García-Joral, F., Gómez, J.J., Herrero, C., Perilli, N., Ureta, S., 1996. The Toarcian in the sector located between La Almunia de Doña Godina and Ricla. Department of Paleontology Universidad Complutense de Madrid (Ed.), *International Subcommission on Jurassic Stratigraphy, 1st Toarcian and 4th Aalenian working groups meeting*. Fieldtrip Iberian Range, Guide-book, Department of Paleontology, Universidad Complutense, Madrid, pp. 3–23.
- Goy, A., Martínez, G., Ureta, S., 1994. El Toarciense de la Región de Pozazal-Reinosa (Cordillera Cantábrica, España). *Coloquios de Paleontología* 46, 93–127.
- Goy, A., Martínez, G., Ureta, S., 1995. Ammonitina (Hammatoceratidae) of the Toarcian and Aalenian in the Sierra de Llevant (Isla of Mallorca, Spain). *Hantkeniana* 1, 97–104.
- Guex, J., 1973. Observations sur la répartition biostratigraphique des ammonites du Toarcien supérieur de l'Aveyron. *Bulletin des laboratoires de géologie de l'Université de Lausanne* 207, 7–14.

- Guex, J., 1974. Les Bouleiceratinae Arkell, sous-famille mono ou polyphylétique ? *Eclogae geologicae Helvetiae* 67, 97–129.
- Hillebrandt, A. von, 1973. Die ammonitengattungen *Bouleiceras* und *Frechiella* im Jura von Chile und Argentinien. *Eclogae geologica Helvetiae* 66, 351–363.
- Hillebrandt, A. von, 1984. The faunal relations of the Lower Jurassic ammonites of South America. In: Michelsen, O., Zeiss, A. (Eds.), International Symposium on Jurassic Stratigraphy 2, Erlangen, pp. 715–729.
- Hillebrandt, A. von, 1987. Liassic ammonite zones of South America and correlations with others provinces. In: Volkheimer, W. (Ed.), Bioestratigrafía de los Sistemas regionales del Jurásico y Cretácico en América del Sur 1, Mendoza, pp. 111–157.
- Howarth, M.K., 1992. The ammonite family Hildoceratidae in the Lower Jurassic of Britain. Monograph of the Paleontographical Society part 1 (1991), 1–106; part 2 (1992), 107–200.
- Hyatt, A., 1867. The fossil cephalopoda of the museum of comparative zoology. *Bulletin of the Museum Comparative Zoology* 5, 71–102.
- Hyatt, A., 1889. Genesis of the Arietidae. *Sminthsonian Contributions to Knowledge* 673, 1–238.
- Jakobs, G.K., 1995. New occurrence of *Leukadiella* and *Paroniceras* from the Toarcian of the Canadian Cordillera. *Journal of Paleontology* 69, 89–98.
- Jakobs, G.K., Smith, P.L., Tipper, H.W., 1994. An ammonite zonation for the Toarcian of the North American Cordillera. *National Research Council Canada* 31, 919–942.
- Jeannot, A., 1908. Sur un genre d'ammonites nouveau de l'Albien du Jura : *Jacobella lugeoni* n. sp. *Bulletin de la Société vaudoise de Sciences naturelles* 54, 205–218.
- Jiménez, A., Rivas, P., 1981. El Jurásico de las zonas externas de las Cordilleras Béticas. III Zona Subbética, III. 4. El Toarciense. *Cuadernos de Geología Universidad de Granada* 10, 397–411.
- Krimholtz, G.Y., Meseznikov, L.M.S., Westermann, G.E.G., 1988. The Jurassic ammonite zones of the Soviet Union. *Geologic Society of America* 223, 1–116.
- Macchioni, F., 2002. Myths and legends in the correlation between the Boreal and Tethys. Implications on the dating of the oceanic Anoxic event in Lower Toarcian Age OAE and on the mass extinction of the Lower Toarcian. *Geobios* 35, 150–164.
- Macchioni, F., Venturi, F., 2000. *Leukadiellinae* n. subfam. of the Lower and Middle Toarcian. *Bollettino della Società Paleontologica Italiana* 39, 319–339.
- Marin, Ph., Toulouse, D., 1972. Le Lias du Nord de la Province de Teruel (Espagne) : précisions d'ordre chronostratigraphique. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris* 274, 3356–3358.
- Martínez, G., 1992. *Hammatoceratinae* (Ammonitina) del Toarciense superior y Aalenense en la Cordillera Ibérica. Tesis Doctorales, Universidad Complutense de Madrid.
- Martínez, G., 2007. *Aptychus* de *Oxyparoniceras* (*Oxyparoniceras*) *buckmani* (Bonarelli, 1895) (*Paroniceratinae*, Ammonoidea) del Toarciense de Ariño (Cordillera Ibérica, España). *Coloquios de Paleontología* 57, 15–21.
- Mensink, H., 1965. Stratigraphie und Paläogeographie des marinen Jura in der nord westlichen Iberischen Ketten (Spanien). *Beihefte zum Geologische Jahrbuch* 44, 55–102.
- Monestier, J., 1921. Ammonites rares ou peu connues et Ammonites nouvelles du Toarcien supérieur du SE de l'Aveyron. *Mémoire de la Société géologique de France* 54, 1–44.
- Mouterde, R., 1967. Le Lias de Portugal. Vue d'ensemble et division en Zones. *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal* 52, 209–226.
- Mouterde, R., 1971. Une coupe du Lias à Obón aux confins des provinces de Teruel et Saragosse. *Cuadernos de Geología Ibérica* 2, 345–354.
- Mouterde, R., Elmi, S., 1991. Caractères différentiels des faunes d'ammonites du Toarcien des bordures de la Téthys. Signification paléogéographique. *Bulletin de la Société géologique de France* 162, 1185–1195.
- Mouterde, R., Fernández-López, S., Goy, A., Linares, A., Rivas, P., Ruget, C., Suárez-Vega, L.C., 1978. El Jurásico en la Región de Obón (Teruel). In: Goy, A. (Ed.), Grupo Español del Mesozoico. Guía de excursiones al Jurásico de la Cordillera Ibérica, Universidad Complutense de Madrid, pp. 1–13.
- Mouterde, R., Ramalho, M., Rocha, R., Ruget, C., Tintant, H., 1971. Le Jurassico du Portugal. Esquisse stratigraphique et zonale. *Boletim da Sociedade Geologica de Portugal* 18, 73–104.
- Mouterde, R., Rocha, R., Elmi, S., Ruget, Ch., Almérás, Y., Rulleau, L., 1998. Éléments biostratigraphiques pour le Toarcien moyen et supérieur de São Gão (Cantanhede, Portugal). *Comunicações. Actas do Congresso Nacional de Geologia. Sociedade Geologica de Portugal* 57–59.
- Mouterde, R., Ruget, C., Moitinho de Almeida, F., 1965. Coupe du Lias au sud de Condeixa. *Comunicações dos Serviços geológicos de Portugal* 48, 1–34.
- Nini, C., Nocchi, M., Venturi, F., 1997. The Toarcian marly-calcareous succession in monte Martani area (Northern Appenines). *Bollettino della Società Paleontologica Italiana* 35, 281–319.
- Orbigny, A., 1842–1851. *Paléontologie française. Terrains jurassiques, 1 Céphalopodes*. Masson, Paris.
- Page, K.N., 2003. The Lower Jurassic of Europe : its subdivision and correlation. *Geological Survey Denmark and Greenland Bulletin* 1, 23–59.
- Prinz, G., 1904. Die fauna die alteren jurabildungenim nordöstlichen Bakony. *Mittei Jahrbuch königlich Ungaria geologica Anstalt* 15, 1–142.
- Renz, C., 1912a. Stratigraphische Untersuchungen im Portugiesischen Lias. *Neues Jahrbuch für Mineralogie* 1, 58–90.
- Renz, C., 1912b. Neuere Fortschritte in ther Geologie und Paläontologie Griechlands. *Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft* 64, 530–630.
- Renz, C., 1913. Neue Arten aus dem hellenischen Jura und aus der Indischen Dyas. *Zeitschrift del geologischen Gesell schaft* 64, 583–617.
- Renz, C., 1922. Einige Tessiner Oberlias-Ammoniten. *Eclogae geologica Helvetiae* 17, 137–166.
- Renz, C., 1925a. Episotische Paroniceraten. *Eclogae geologicae Helvetiae* 19, 372–382.
- Renz, C., 1925b. Frechiellen und Paroniceraten aus der Brianza und dem Tessin. *Eclogae geologicae Helvetiae* 19, 383–420.
- Renz, C., 1925c. Paroniceraten, Frechiellen und Leukadiellen der österreichischen und bayerischen Alpen, nebst schwäbischen und französischen Vergleichsstücken. *Verhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft in Basel* 36, 163–219.
- Repin, Y.S., 1991. The presence of *Frechiella* in the Toarcian of Northwestern USSR. *Paleontological Journal* 25, 154–158.
- Rulleau, L., Bécaud, M., Neige, P., 2003. Les ammonites traditionnellement regroupées dans la sous-famille des Bouleiceratinae (Hildoceratidae, Toarcien) : aspects phylogénétiques, biogéographiques et systématiques. *Geobios* 36, 317–348.
- Sequeiros, L., Cólera, I., Valenzuela, R., Sánchez, I., 1978. Bioestratigrafía del Jurásico (Lias y Dogger) en el sector Belchite-Almonacid de la Cuba (prov. de Zaragoza, Cordillera Ibérica). *Estudios geológicos* 34, 293–298.
- Schindewolf, O.H., 1963. Studien zur Stammesgeschichte der Ammoniten. *Abhandlungen der matematisch-naturwissenschaftlichen Klasse Jahrgang* 6, 289–432.
- Schmidt-Effing, R., 1972. Die Dactylioceratidae, eine Amonten-Familie des Unteren Juras (Systematik, Stratigraphie, Zoogeographie mit besonderer Berücksichtigung spanischen Material). *Münstersche Forschungen zur Geologie und Paläontologie* 25/26, 1–255.
- Stolley, E., 1903. Über eine neue Ammonitengattung aus dem Oberen alpinen und mitteleuropäischen Lias. *Jahrbuch des Vereine für Naturwiss zu Braunschweig* 14, 1–55.
- Suárez Vega, L.C., 1974. Estratigrafía del Jurásico de Asturias. *Cuadernos de Geología Ibérica* 3, 1–368.
- Teruzzi, G., 1981. Nota sulle ammoniti dei generi *Frechiella*, *Paroniceras*, *Oxyparoniceras* del Toarciano mediterraneo. *Atti della Società Italiana di Scienze naturali e del Museo Civico di Storia naturali di Milano* 122, 21–31.
- Thevenin, A., 1906. Sur un genre d'ammonites du Lias de Madagascar. *Bulletin de la Société géologique de France* 6, 171–173.
- Tipper, H.W., Smith, P.L., Cameron, B.E.B., Carter, E.S., Jacobs, G.K., Johns, M.J., 1991. Biostratigraphy of the Lower Jurassic formations of the Queen Charlotte Islands, British Columbia. *Geological Survey of Canada* 90, 203–235.
- Young, G., Bird, J., 1822. A geological survey of the Yorkshire coast: describing the strata and fossils occurring between the Humber and the Tees. In: from the German Ocean to the Plain of York, 2nd edition. Whitby, Cambridge.
- Zittel von, K.A., 1884. *Handbuch der Paläontologie. Cephalopoda* 1, Munchen.