

*Nuevos datos sobre paleontología y bioestratigrafía
en la Formación Sot de Chera (Jurásico Superior)
de Ricla, España*

New data on paleontology and biostratigraphy
of Sot de Chera Formation (Upper Jurassic)
in Ricla, Spain

Graciela DELVENE¹, Javier RAMAJO² e Isabel PÉREZ-URRESTI¹

¹ Área de Paleontología, Dpto. de Ciencias de la Tierra, Univ. de Zaragoza. 50009 Zaragoza.

² Área de Estratigrafía, Dpto. de Ciencias de la Tierra, Univ. de Zaragoza. 50009 Zaragoza.

RESUMEN

La Formación Sot de Chera ofrece unas excelentes condiciones de afloramiento en el área de Ricla (Zaragoza). El afloramiento Ri.4 presenta un registro continuo y potente, tratándose de una sección expandida, por lo que ha sido escogido para su estudio paleontológico.

El registro de ammonioideos en esta formación es escaso pero de gran interés debido a que aporta nuevos datos sobre la edad de esta unidad (biozonas *Bimammatum* y *Planula*, Oxfordiense Superior).

El alto contenido en bivalvos de este afloramiento así como su gran diversidad de especies, hace que el mismo tenga un gran interés paleontológico y paleoecológico para este grupo.

Palabras clave: Jurásico, Oxfordiense Superior, Ammonites, Bivalvos, Paleoecología, Formación Sot de Chera, Cordillera Ibérica.

ABSTRACT

The Sot de Chera Formation (uppermost Oxfordian) offers particularly good outcrop conditions at the area of Ricla, Zaragoza (NE Spain). The outcrop Ri.4, showing a thick, expanded fossiliferous succession offers a more or less continuous record of this interval, which makes it particularly interesting for a palaeontological study.

Besides its scarcity the ammonoids record in this formation, is of utmost importance in order to supply new data on the age of this unit (Bimammatum and Planula biozones, Upper Oxfordian).

Bivalves are studied in detail in this stratigraphic interval at Ricla (NE Iberian Range). Both the richness and the high taxonomic diversity gives the studied outcrop a supplementary paleoecological interest.

Key words: Jurassic, Upper Oxfordian, Ammonites, Bivalves, Paleoecology, Sot de Chera Formation, Iberian Chain.

INTRODUCCIÓN

La localidad de Ricla se sitúa al SW de Zaragoza en la carretera comarcal que une Fuendejalón con la Almunia de Doña Godina, junto al río Jalón. El afloramiento estudiado, denominado Ri.4, que fue primeramente descrito por FONTANA (1990), se localiza al NW de Ricla en el «Barranco de la Paridera», a más de cuatro km del pueblo (Fig. 1). La serie estudiada se ha levantado siguiendo, aproximadamente, un barranco, que de NW a SE corta el valle desde «Los Picarros» hasta desembocar en el «Barranco de la Paridera». El perfil es una continuación del realizado por FONTANA (1990), BELLO (1995) y PÉREZ-URRESTI (1995, 1996) en la Fm. Yátova y transición (12 primeros m) con la Fm. Sot de Chera.

En cuanto a su situación geológica, los materiales Jurásicos se disponen, en el área de Ricla formando un relieve en cuesta, con orientación NW-SE muy característico, que forma parte del flanco E del anticlinorio de Morata de Jalón. La mayor competencia de los materiales de las Formaciones Chelva y Torrecilla en Cameros produce que éstas formen respectivamente las elevaciones denominadas «Los Costados» y «Los Picarros», mientras que la Formación Sot de Chera forma los materiales del fondo del valle, encontrándose parcialmente cubiertos.

ANTECEDENTES

Los primeros estudios estratigráficos modernos, empiezan con la definición de la Formación Sot de Chera por GÓMEZ (1979), GÓMEZ & GOY (1979 y 1981), en principio para el sector levantino de la Cordillera Ibérica y posteriormente extendida al conjunto de la misma; estos autores definen dicha formación como una unidad margosa con intercalaciones de calizas arenosas y/o margosas. En cuanto a los estudios de estratigrafía secuencial, esta formación ha sido interpretada como producida durante el cortejo de bajo nivel del mar de la secuencia Kimmeridgiense (J.3.2), AURELL (1990). Los materiales del Jurásico Superior en el área de Ricla

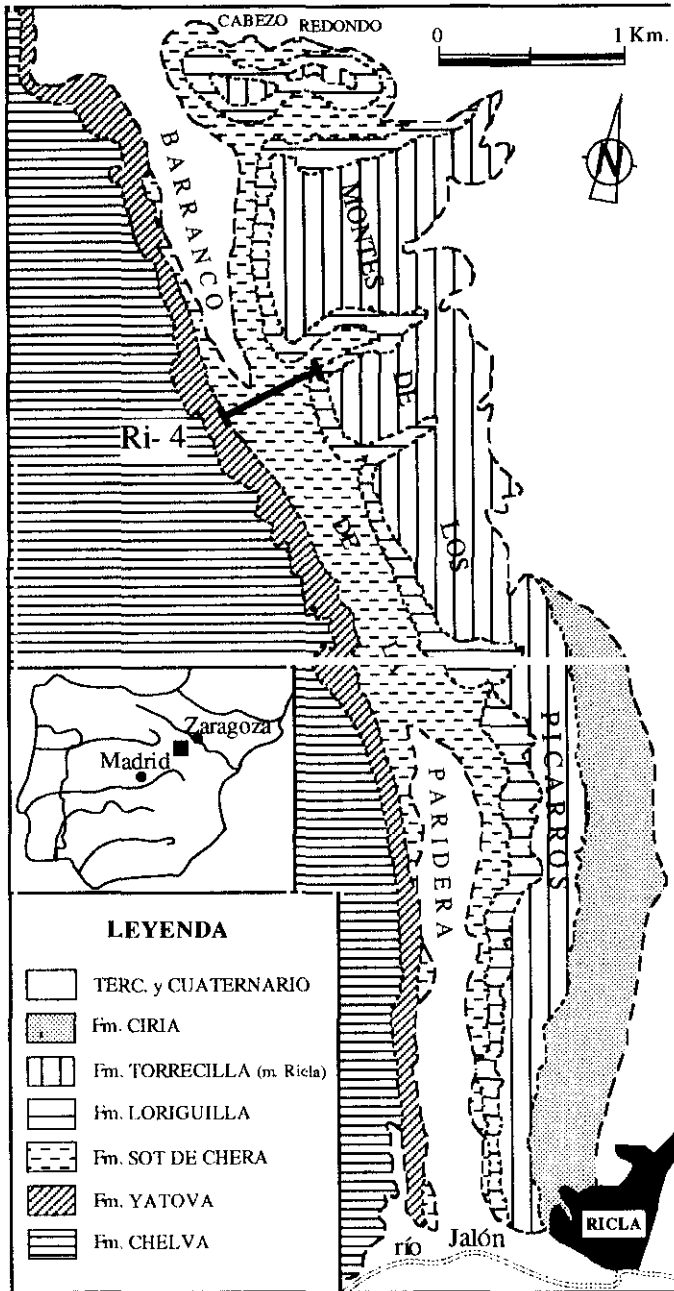


Fig. 1.—Situación geológica del afloramiento del Barranco de la Paridera (Ri.4) en Riela (Zaragoza).
 Fig. 1.—Geological location of the outcrop (Ri.4) in Riela (Zaragoza).

han sido objeto de unos primeros estudios detallados desde el punto de vista sedimentológico y paleogeográfico por LARDIÉS *et al.* (1986), NIEVA (1986), NIEVA *et al.* (1986), AURELL & NIEVA (1988) y AURELL (1990) con el levantamiento de las primeras columnas estratigráficas; más recientemente BÁDENAS *et al.* (1993; *in litt.*) y BÁDENAS (1997) estudian en detalle los materiales de las secuencias kimmeridgienses pertenecientes a las formaciones Loriguilla y Torrecilla en Cameros.

En cuanto a los aspectos bioestratigráficos, estos materiales pertenecen al Oxfordiense Superior (biozonas *Bimammatum* y *Planula*). Las sucesiones de ammonoideos de este intervalo de tiempo han sido tratadas por ATROPS (1982, 1984) en el SE de Francia, realizándose una correlación de esta zona con la Península Ibérica en ATROPS & MELÉNDEZ, 1991, 1993 y ATROPS *et al.*, 1997. En el Jura meridional francés destacan los trabajos de HANTZPERGUE (1975, 1979) y HANTZPERGUE & DEBRAND-PASSARD (1980). ATROPS & MELÉNDEZ (1994 a y b) intentan aportar soluciones a la problemática del límite Oxfordiense-Kimmeridgiense. En la Cordillera Ibérica, y más concretamente en la región de Riela el límite Oxfordiense-Kimmeridgiense fue estudiado por BULARD (1972), que realiza las primeras citas bioestratigráficas, MELÉNDEZ (1989), que estudia los ammonoideos del Oxfordiense Superior, dando una primera aproximación del límite, y PÉREZ-URRESTI (1995, 1996) que precisa la bioestratigrafía del Oxfordiense Superior en este área.

En cuanto a las asociaciones de bivalvos las primeras citas de éstos dentro de la Formación Sot de Chera se refieren al sector levantino y pertenecen a VIALARD (1973) que identifica las especies *Nucula inconstans* ROEDER, *Astarte percrassa* ETALLON, en Hontanar (Valencia) y *Nucula inconstans* ROEDER, *Leda? roederi* DE LORIO, *Plicatula quenstedti* DE LORIO, *Astarte contejani* DE LORIO, *Astarte percrassa* ETALLON y *Lucina berlieri* DE LORIO en el corte de la Hoya del Pinar (Valencia) en el sector levantino.

Los trabajos más recientes sobre este tema han sido realizados por DELVENE (1997) y DELVENE *et al.* (1997), centrándose en el área de Riela y donde se hacen algunas precisiones sobre la bioestratigrafía y se realiza un primer estudio de la taxonomía de los grupos de bivalvos.

ESTRATIGRAFÍA

Los materiales de la Fm. Sot de Chera, están compuestos por margas con intercalación de margocalizas y bancos calcáreos limosos o arenosos continuos de espesor decimétrico.

Dentro del perfil estudiado se distinguen los siguientes tramos (Figs. 2a y 2b):

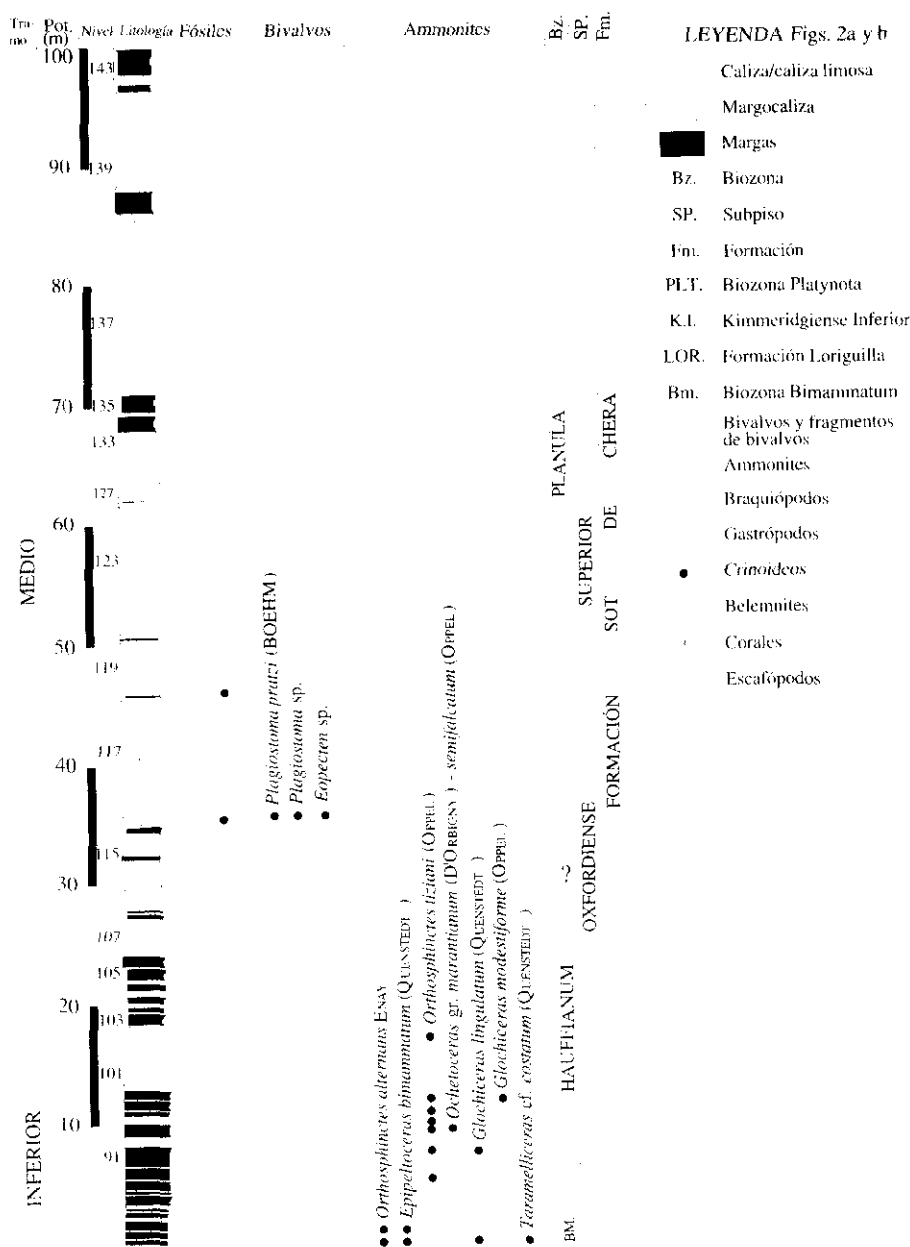


Fig. 2a.— Perfil estratigráfico de la Fm. Sot de Chera en el afloramiento R1. 4, mostrando las asociaciones de Ammonites y Bivalvos.

Fig. 2a. —Stratigraphic succession of the Sot de Chera Formation in the R1.4 outcrop, showing the ammonite and bivalve associations.

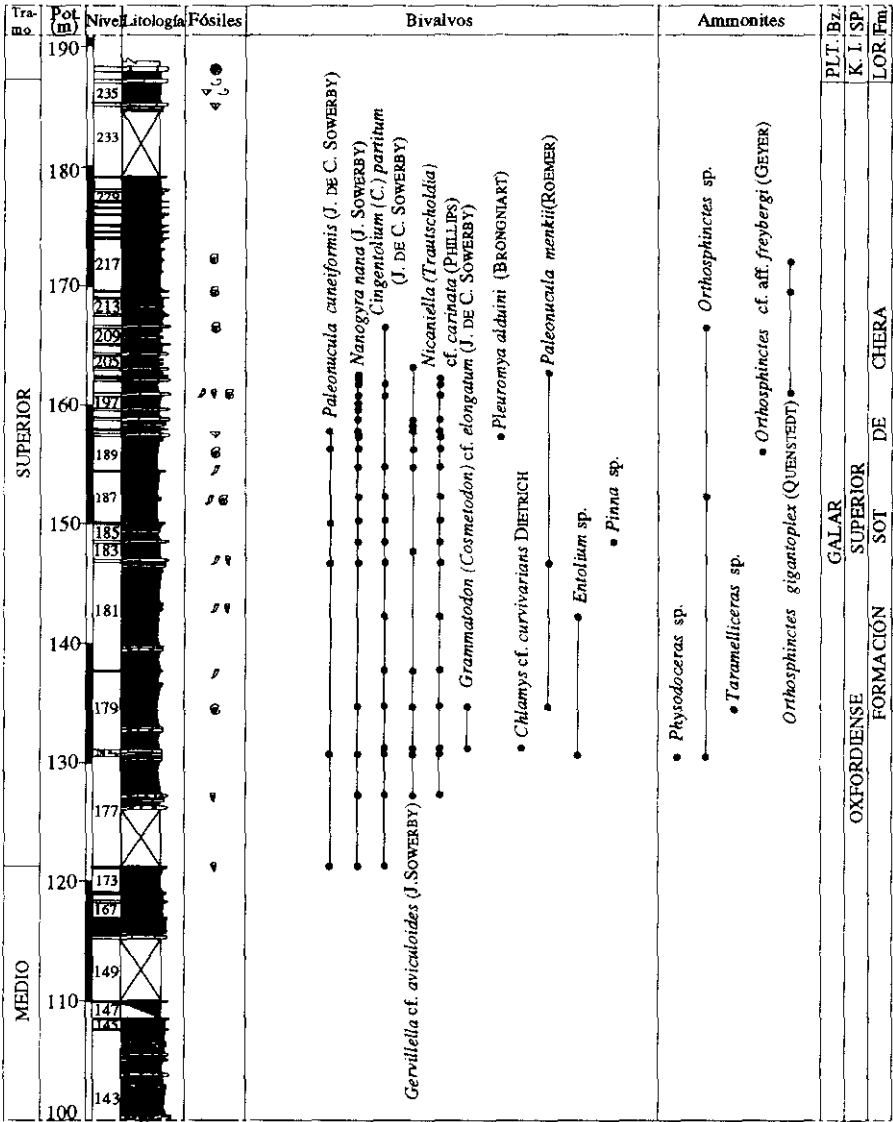


Fig. 2b.—Perfil estratigráfico de la Fm. Sot de Chera en el afloramiento Ri. 4, mostrando las asociaciones de Ammonites y Bivalvos.

Fig. 2b.—Stratigraphic succession of the Sot de Chera Formation in the Ri.4 outcrop, showing the ammonite and bivalve associations.

Tramo inferior (niveles 74-100): de aproximadamente 10 m de espesor, formado por margas con intercalaciones de calizas limosas, más margosas hacia techo del tramo. Estas calizas de color gris oscuro se disponen en bancos tabulares de potencia decimétrica a métrica. En general el contenido en ammonites es abundante, siendo el nivel 100 el más fosilífero de todos.

Tramo medio (niveles 101-176): aproximadamente 100 m de espesor. Está formado por margocalizas con intercalaciones de calizas limosas, siendo la serie más arenosa hacia la parte superior, donde el registro de bivalvos se hace más frecuente.

Tramo superior (niveles 177-238): 70 m de potencia, y está formado por una alternancia de calizas y margas. Las calizas, de color ocre en superficie y negras en corte fresco, se presentan en estratos tabulares. Las margas se disponen en estratos métricos a decimétricos, y su potencia decrece hacia el techo del tramo, disminuyendo la relación marga/caliza. Ocasionalmente presentan intercalaciones de niveles de margocalizas ricos en fósiles. Tanto las margas como las calizas contienen un número elevado de bivalvos. Los gasterópodos y escafópodos son relativamente abundantes; el registro de belemnoides y ammonites es escaso, y los braquiópodos son ocasionales. En algunos niveles de caliza limosa compacta y de color muy oscuro (niveles 182, 184 y 196) los bivalvos son tan abundantes que casi llegan a formar lumaquelas. El techo del tramo coincide con un nivel muy arenoso con corales solitarios (nivel 238) cuya base se ha tomado como límite inferior de la Fm. Loriguilla.

PALEONTOLOGÍA

El estudio de los fósiles bentónicos en este afloramiento es muy interesante ya que predominan sobre los nectónicos. Dentro de los bentónicos, el grupo dominante es el de los bivalvos, pero se han tenido en cuenta los otros grupos: escafópodos, gasterópodos y braquiópodos. Respecto a los nectónicos, sólo se han contabilizado los ammonites, pero puede decirse que la proporción de belemnoides, aunque no se han recogido, es también baja, pero superior a la de los ammonites. Hasta el momento contamos con 685 ejemplares en total, de los cuales el 88,6 % corresponde a bivalvos; el 5,1% a ammonites; 3,2 % a escafópodos; 2,6 % a gasterópodos y 0,5 % a braquiópodos.

Es relevante mencionar que este corte, y otros adyacentes al mismo, continúan siendo objeto de estudio y en este trabajo se apuntan algunos nuevos datos.

BIVALVOS

Respecto a los bivalvos hay que señalar que se han tenido en cuenta los niveles más fosilíferos, es decir, desde el nivel 173 al 210. Pero hay otros niveles con abundantes bivalvos, como el 234 por ejemplo, que se están estudiando en estos momentos y se publicarán en un futuro.

Se han recogido 607 ejemplares y se han identificado 10 especies y 12 géneros que pertenecen a las subclases Palaetaxodonta, Pteriomorphia, Heterodonta y Anomalodesmata; a los órdenes Nuculoida, Arcoida, Mytiloida, Pteroida, Veneroida y Pholadomyoida; y a las superfamilias Nuculacea, Arcacea, Pinnacea, Pteriacea, Pectinacea, Limacea, Ostreacea, Crassatellacea y Pholadomyacea.

A continuación se va a hacer un listado de las especies y géneros incluidos en sus respectivas familias indicando el número de ejemplares:

Subclase	Familia	Género/Especie	Nº ejemplares
PALAETAXODONTA	Nuculidac	<i>Paleonucula Cuneiformis</i> (J. de C. SOWERBY)	2
		<i>Paleonucula menkii</i> (ROEMER)	3
PTERIOMOPHIA	Paralellodontidac	<i>Grammatodon (Cosmetodon)</i> cf. <i>elongatum</i> (J. de C. SOWERBY)	2
	Pinnidae	<i>Pinna</i> sp.	1
	Bakevellidae	<i>Gervillella</i> cf. <i>aviculoides</i> (J. SOWERBY)	52
	Entolidae	<i>Entolium (Entolium)</i> sp.	2
		<i>Cingentolium (Cingentolium) partitum</i> (J. de C. SOWERBY)	31
	Pectinidae	<i>Chlamys (Chlamys) curvivarans</i> (DIETRICH)	1
		<i>Eopecten</i> sp.	1
	Limidae	<i>Plagiostoma</i> cf. <i>laeviusculum</i>	1
<i>Plagiostoma</i> sp.		2	
Gryphaeidae	<i>Nagogyra nana</i> (J. SOWERBY)	227	
ANOMALODESMATA	Pleuromyidac	<i>Pleuromya alduini</i> (BRONGNIART)	1

La subclase que mayor número de ejemplares incluye es Pteriomorphia que supone el 53,5 % del total, Heterodonta representa el 44,15 %, Palaeotaxodonta el 2,47 % y Anomalodesmata el 0,17 %.

LOS BIVALVOS Y SU RELACIÓN CON EL SUSTRATO

Los bivalvos estudiados se pueden diferenciar según su mecanismo de alimentación en dos grupos (STANLEY, 1970): los sedimentívoros (2,48 % del total) están representados por el orden Nuculoida (superfamilia Nuculacea, familia Nuculidae) y son todos infaunales. Dentro de la superfamilia Nuculacea, STANLEY (1970) menciona la familia Nuculidae como una familia de aguas someras.

El otro grupo de los suspensívoros lo forman el resto de los órdenes (97,52 %) y se dividen en infaunales, semiinfaunales y epifaunales. Los suspensívoros tienen poca necesidad de trasladarse para buscar alimento, sin embargo los sedimentívoros intentan cambiar de lugar para conseguir alimento reciente, la mayoría de los bivalvos incluidos en este grupo están restringidos a sustratos con materia orgánica relativamente abundante, como es el caso de las margas de Sot de Chera.

1. *Bivalvos Infaunales*

Los bivalvos infaunales representan un 46,78 %, de los cuales un 94,71 % son suspensívoros (*Nicaniella* y *Pleuromya*) y el 5,29 % son sedimentívoros (*Paleonucula*). Siguiendo a DUFF (1975, 1978) y STANLEY (1970), la relación con el sustrato de los primeros es la siguiente:

- 1.1. Con sifones largos, indicando que vivían profundamente: *Pleuromya*.
- 1.2. Sin sifones, tomando el agua cargada de alimento a través del sedimento: *Nicaniella* (*Trautscholdia*). La alta convexidad, ornamentación (concéntrica gruesa) y grosor de la concha disminuiría el rango de excavación; su pequeño tamaño (diámetro umbopaleal = 8 mm máximo) le haría introducirse en el sedimento más rápidamente que los organismos infaunales de mayor tamaño. Además, la comisura denticulada indicaría que es infaunal somero.

El predominio, en los niveles considerados, es de *Nicaniella*, suponiendo casi un 100 % del total de infaunales suspensívoros. La mayor parte de ellos conservan las dos valvas unidas, ocasionalmente se encuentran valvas aisladas

y no se ha encontrado ningún molde interno. Tampoco se ha observado que los ejemplares de *Nicaniella* se presenten en posición de vida, pero se piensa que estos organismos vivieron donde se han encontrado registrados, por su abundancia, variedad de tamaño (juveniles y adultos) y predominio de ejemplares con las dos valvas unidas.

2. *Bivalvos Semiinfaunales*

Este grupo representa el 9,07 % del total de los ejemplares. Todos ellos se unen al sustrato mediante un biso. Son los géneros *Gervillella*, *Pinna* y *Grammatodon* (*Cosmetodon*).

Gervillella es el más abundante, el 94,5 % de los semiinfaunales, y ha sido interpretado de este modo por STANLEY (1972), FÜRSICH (1977) y MUSTER (1995). El modo de vida de *Pinna* ha sido interpretado de igual modo por STANLEY (1972) y FÜRSICH (1977). En el caso de *Grammatodon* (*Cosmetodon*) se siguen las ideas de los autores anteriores y se considera que este género estaría unido al sustrato mediante un biso y estaría parcialmente enterrado, probablemente no tanto como los dos anteriores.

Grammatodon (*Cosmetodon*) y *Pinna* son poco abundantes y se han encontrado como valvas aisladas, sin poder determinar si han sido transportadas (probablemente sí).

Sin embargo *Gervillella* es un género abundante y la mayoría de los ejemplares conservan las dos valvas. Muy ocasionalmente se han encontrado en posición de vida. No se ha observado ninguna orientación concreta de las mismas, por lo que parece que no han sido transportadas. Por estos factores y por su abundancia, es probable que vivieran allí.

3. *Bivalvos Epifaunales*

Este grupo está formado por el 44,15 % de los ejemplares. Según su relación con el sustrato se dividen en:

3.1. Cementantes: *Nanogyra*. Las valvas izquierdas son las más abundantes (valvas convexas y más resistentes que las derechas que son planas y delgadas). Algunos ejemplares conservan las dos valvas, pero en una proporción muy baja. Las valvas izquierdas son por las que se cementaban, por ello parece que tales organismos serían autóctonos.

3.2. Libres: *Entolium* y *Cingentolium*, han sido interpretados, el primero por DUFF(1978) y el segundo por FÜRSICH *et al.* (1991), como posiblemente bisados en etapas juveniles y libres en los estadios adultos, incluso con cierta capacidad para poder nadar recorriendo cortas distancias. Esta capacidad natatoria es debida a las características aerodinámicas de su concha: delgadez de la misma, aurículas de tamaño similar y carencia de hendidura bisal. El género que predomina es *Cingentolium* (88 %).

Todos ellos se han encontrado como valvas aisladas, y están representados por una variedad elevada de tamaños, pudiendo corresponder a individuos juveniles y adultos. Pudieron sufrir un enterramiento rápido, y después cuando el ligamento desapareciera, sus valvas se separaron. Es bastante normal que los entoliidos se registren como valvas aisladas, lo que no significa que tales conchas fueran transportadas. Podría suceder que tales organismos vivieran donde se han registrado.

3.3. Bisados: Este grupo minoritario (1,87 % del total de epifaunales) está formado por *Chlamys*, *Eopecten* y *Plagiostoma*. Las diferentes características de la concha con respecto al grupo anterior muestran también las diferencias aerodinámicas: la concha no es tan delgada, y las dos aurículas son de distinto tamaño. Se han registrado como valvas aisladas, y con tan poco material, no podemos determinar si estaban transportadas, lo que es bastante probable.

INTERPRETACIÓN

Los infaunales (46, 78 %) están en mayor proporción, aunque con muy poca diferencia, sobre los epifaunales (44, 15 %) y son el grupo de los semiinfaunales (9, 07%) los minoritarios. En cada uno de los grupos hay un género que predomina: en el primero *Nicaniella* (*Trautscholdia*), en el segundo *Nanogyra* y en el tercero *Gervillella*. Los grupos de bivalvos están distribuidos al azar a lo largo de la serie, es decir, no hay predominio de unos sobre otros en ningún tramo.

Los infaunales junto con los semiinfaunales representan aproximadamente el 56% del total de bivalvos, lo que indicaría que el sustrato donde vivían sería blando, de hecho la tasa de sedimentación es elevada, no dando tiempo a que se cementara.

La alta proporción de infaunales conservados con las dos valvas unidas y su elevada diversidad de tamaño así como el gran número de valvas izquierdas de *Nanogyra* (por las que se cementa) haría pensar que ambos grupos son autóct-

tonos. Los cementantes necesitarían un sustrato consolidado para poder fijarse, si el fondo era blando, dicho sustrato podría ser facilitado por conchas o fragmentos de conchas de otros grupos, especialmente bivalvos o ammonites, o por zonas más cementadas en el sustrato favorecido por organismos productores de carbonato.

En conclusión, casi todo el conjunto de géneros, supuestamente autóctonos como parecen indicar los aspectos tafonómicos, está representado por:

- Un elevado número de infaunales someros y de semiinfaunales.
- La existencia de gran porcentaje de epifaunales libres y de cementantes.
- En los cementantes, donde predomina *Nanogyra*, se encuentran también (aunque en menor proporción), valvas derechas, que son muy delgadas y frágiles y su estado de conservación es óptimo.

Todo ello indicaría que la energía no debió de ser muy elevada tal como otros autores han concluido (GÓMEZ, 1979; NIEVA, 1986).

AMMONITES: PALEONTOLOGÍA Y BIOESTRATIGRAFÍA

A partir del registro de ammonites de la Formación Sot de Chera en Riela, entre los niveles 74 a 232, se han podido caracterizar las Biozonas Bimammatum (Subbiozonas Bimammatum y Hauffianum) y Planula (Subbiozonas Planula y Galar). El escaso contenido en ammonoideos de esta unidad litoestratigráfica no ha permitido hasta el momento establecer con precisión los límites entre las distintas subbiozonas, pero sí realizar una aproximación más exacta.

A la escasez de registro ha de sumarse el problema hasta ahora discutido por diversos autores (SYKES & CALLOMON, 1979; HANTZPERGUE, 1987; WIERZBOWSKI, 1991; ATROPS *et al.*, 1997; CARIOU *et al.*, 1997) del establecimiento incierto del límite Oxfordiense-Kimmeridgiense en la provincia Submediterránea: en la base de la Subbiozona Galar según proponen ARKELL (1956), ZIEGLER (1964), BIRKELUND & CALLOMON (1985); en la base de la Biozona Planula, siguiendo las opiniones de WIERZBOWSKI (1991) y ATROPS *et al.* (1993); o mantenerlo entre las Biozonas Planula y Platynota hasta que un estudio de las especies comunes en las provincias subboreal y submediterránea confirme alguna de las dos hipótesis.

Los primeros niveles de la Formación Sot de Chera (niveles 74-100) presentan un abundante contenido de ammonites característico de la subbiozonas Bimammatum y Hauffianum. En los niveles 74-80 se registran *Epipeltoceras*

bimammatum (QUENSTEDT) y *Orthosphinctes alternans* ENAY indicando la Subbiozona Bimammatum. El límite superior de esta subbiozona se sitúa a techo del nivel 80, coincidiendo con un cambio litológico (de calizas limosas en bancos potentes a margas con intercalaciones de calizas margosas). Por encima de este nivel se encuentran los materiales de la Subbiozona Hauffianum, destacando por su abundancia en todo el intervalo la especie *Orthosphinctes tiziani* (OPPEL) de la subfamilia Ataxioceratinae. También es frecuente el registro de Oppedidos (*Glochiceras modestiforme* (OPPEL), *Glochiceras lingulatum* (QUENSTEDT), *Ochetoceras* gr. *marantianum* (D'ORBIGNY)-*semifalcatum* (OPPEL) y representantes del género *Taramelliceras*. El límite superior de la Subbiozona Hauffianum no está todavía bien determinado debido al escaso contenido de ammonites entre los niveles 100 y 170. De todos modos, se ha registrado un *Subnebrodites planula* (QUENSTEDT) rodado en el nivel 116, lo que indica al menos la existencia de la Subbiozona Planula.

Entre los niveles 178-217 se ha registrado un mayor número de ammonites, entre ellos el más frecuente es el género *Orthosphinctes*, encontrándose también representados los géneros *Physodoceras*, *Taramelliceras* y escasos ejemplares de *Sutneria galar* (OPPEL), que caracteriza la Subbiozona Galar.

Entre los ejemplares de *Orthosphinctes* de este tramo la relación *nº de macro/microconchas* es muy elevada, así como la relación *adulto/juvenil*, diferenciándose así de los niveles inferiores del Oxfordiense Superior (parte superior de la Fm. Yátova y parte inferior de la Fm. Sot de Chera), donde el porcentaje de ammonites juveniles es muy superior al de adultos. Esto parece indicar la aloctonía de estos ejemplares ya que no se encuentra registrada la población completa y las macroconchas adultas poseen mayor flotabilidad y por tanto mayor capacidad de deriva.

Las macroconchas se han incluido dentro de la especie *O. gigantoplex* (QUENSTEDT) característica del techo de la Subbiozona Galar (HANTZPERGUE, 1987). Son formas que alcanzan un gran tamaño (ejemplares adultos de diámetro aproximado 400 mm). Entre los niveles 198 y 217 se puede observar una evolución dentro de esta especie. Las formas más antiguas presentan un desarrollo relativamente más involuto y la sección más elevada, en las vueltas internas la costulación es más fina y apretada, para pasar en las vueltas externas (D=150 mm aprox.) a espaciarse y hacerse ondulada y roma, con una ligera atenuación en el flanco. Las últimas formas de esta formación son de desarrollo relativamente evolutivo. La sección de la vuelta es alta, con flancos planos ligeramente convergentes hacia el margen ventral redondeado. La costulación es fuerte y espaciada en las vueltas internas, reflejándose esta tendencia en los últimos estadios en los que las costillas primarias no se borran sobre el flanco y

adquieren un aspecto cuneiforme. Alto índice de división costal en las vueltas externas (alrededor de ocho a un diámetro de 300 mm).

Según estas características, las primeras formas son más próximas a *O. grandiplex* (QUENSTEDT) y *O. castroi* (CHOFFAT), aunque difieren en el desarrollo más evolutivo y en la costulación más fuerte, que no se difumina en el flanco. Y las últimas se aproximan a *O. evolutus* (QUENSTEDT), de la que difieren por el aspecto cuneiforme y no columnar de las costillas en la cámara de habitación de las macroconchas adultas. Se marca así una tendencia evolutiva muy clara durante la Subbiozona Galar hacia formas de arrollamiento más evolutivo y costulación más fuerte y espaciada, que dará paso en la Biozona Platynota a *O. polygyratus* (REINECKE).

Las formas microconcha presentan morfologías próximas a *O. freybergi* (GEYER), de costulación aguda y más simple que el holotipo (con predominio de la bifurcación y presencia de costillas simples a un diámetro aproximado de 150 mm).

INTERPRETACIÓN SEDIMENTOLÓGICA

El depósito de los materiales de la Fm. Sot de Chera se produce en un periodo de sedimentación irregular condicionado por la tectónica, donde existen grandes diferencias de espesor y discontinuidades angulares (AURELL *et al.* 1997), debido a la existencia de una incipiente etapa de rifting (SALAS & CASAS, 1993) en la Cuenca Ibérica. El depósito de estos materiales en Riela presenta una gran diferencia de espesor con otros afloramientos de áreas próximas.

Los dos primeros tramos de la Fm. Sot de Chera, compuestos por una alternancia de margas y calizas arenosas, presentan un elevado porcentaje de granos de cuarzo de tamaño limo, y un contenido en fósiles (ammonites) que disminuye hacia la parte superior. Los materiales correspondientes a estos tramos se han interpretado clásicamente como margas de prodelta, en relación con el delta que se desarrolla durante el Oxfordiense Superior en las zonas más proximales (Talamantes y Vera del Moncayo), correspondiendo a depósitos del cortejo de alto nivel del mar (HST) de la secuencia Oxfordiense (AURELL, 1990). En la mayor parte de la Cordillera Ibérica existe una laguna estratigráfica que abarca parte de las subbiozonas Hauffianum y Planula, en este punto, sin embargo, existe una sedimentación aparentemente continua.

El tramo superior es el más fosilífero y está formado por margas con intercalaciones de niveles carbonatados, que van aumentando hacia el techo. La influencia marina se pone de manifiesto con la primera aparición de conchas

derivadas de ammonoideos, así como el aumento brusco de la potencia de los niveles carbonatados. Estos materiales se interpretan como depósitos de un medio submareal, cada vez más abierto y en el que disminuyen poco a poco los aportes continentales. Este intervalo corresponde al cortejo transgresivo (TST) de la primera secuencia Kimmeridgiense (BÁDENAS *et al.*, *in litt.*). Hacia la parte superior de este tramo se produce el depósito de un nivel intensamente bioturbado de calizas margosas con corales solitarios que da paso a los niveles calcáreos con influencias arenosas de la Formación Loriguilla. El depósito de este último tramo de la Fm. Sot de Chera parece claro que se puede interpretar como depositado en un medio submareal, situado por debajo del nivel de base del oleaje en mal tiempo, comunicado con mar abierto, y que mantiene todavía influencias siliciclásticas.

CONCLUSIONES

En la Formación Sot de Chera del afloramiento estudiado se pueden identificar dos primeros tramos formados en condiciones regresivas que se caracterizan por una disminución del contenido en fósiles y un aumento en la proporción y tamaño de los granos de cuarzo. Estos tramos se corresponden con el cortejo de alto nivel del mar (HST) de la Secuencia Oxfordiense. El tercer tramo formado en condiciones transgresivas se caracteriza por un elevado contenido en fósiles, principalmente bivalvos, y una menor proporción de siliciclásticos. Representa la mayor parte del cortejo transgresivo (TST) de la primera secuencia Kimmeridgiense.

La Formación Sot de Chera en Riela abarca las Biozonas *Bimammatum* (Subbiozonas *Bimammatum* y *Hauffianum*) y *Planula* (Subbiozonas *Planula* y *Galar*). El contenido en ammonoideos de esta unidad litoestratigráfica es escaso, sobre todo hacia la parte media. En los niveles inferiores el porcentaje de ejemplares juveniles es superior al de adultos, invirtiéndose la proporción en la parte superior, lo que parece indicar autoctonía y aloctonía respectivamente.

Los bivalvos estudiados pertenecen a las subclases *Palaeotaxodonta*, *Pteriomorphia*, *Heterodonta* y *Anomalodesmata*, siendo la subclase *Pteriomorphia* la que mayor número de ejemplares incluye.

Las observaciones tafonómicas han permitido concluir la autoctonía de la mayor parte de los grupos de bivalvos. La existencia de infaunales que vivían en fondo blando y semiinfaunales implicaría la necesidad de un sustrato no consolidado y éste es posible por una elevada tasa de sedimentación. Los cemen-

tantes podrían fijarse sobre fragmentos de conchas de bivalvos (que eran tan abundantes) y conchas de los ammonites que llegarían por deriva.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado durante las becas de la Diputación General de Aragón (CONSI+D) e Instituto de Estudios Turolenses (CSIC) de la Diputación Provincial de Teruel. Agradecemos al Dr. Guillermo Meléndez la traducción al inglés del abstract y sus aportaciones científicas. Así como al Dr. Marcos Aurell las sugerencias recibidas y su apoyo en el trabajo de campo. G. Delvene agradece al Prof. Dr. Franz T. Fürsich sus discusiones sobre taxonomía y otros aspectos de bivalvos.

Recibido el día 28 de Noviembre de 1997

Aceptado el 7 de Abril de 1998

BIBLIOGRAFÍA

- ARKELL, W.J. (1956): *Jurassic Geology of the World*. Oliver & Boyd, Edinburgh and London, 806 p.
- ATROPS, F. (1982): *La sous-famille des Ataxioceratinae (Ammonitina) dans le Kimméridgien inférieur du sud-est de la France. Systématique, évolution, chronostratigraphie des genres Orthosphinctes et Ataxioceras*. Docum. Lab. Géol. Lyon. **83**: 463.
- ATROPS (1984): Genres et sous-genres chez les Ataxioceratinae (Ammonitina, Perisphinctidae) de l'Oxfordien supérieur- Kimméridgien inférieur. *Bull. Soc. Géol. France*. **7** (XXVI, 4): 633-644.
- ATROPS, F. & MELÉNDEZ, G. (1991): On the *Orthosphinctes* succession and the biostratigraphic subdivisions for the Upper Oxfordian of Submediterranean Province (Southern Europe). *III Int Symposium on Jurassic Stratigraphy*, Poitiers: 12.
- ATROPS, F. & MELÉNDEZ, G. (1993): Current trends in Systematics of Jurassic Ammonoidea: The case of Oxfordian-Kimmeridgian perisphinctids from southern Europe. *Geobios*; M.S. **15**: 19-31.
- ATROPS, F. & MELÉNDEZ, G. (1994 a): A general overview on the Oxfordian-Kimmeridgian boundary at the Iberian Chain (Eastern Spain) and SE France. *4th Oxfordian & Kimmeridgian Working Groups Meeting. Lyon. Abstracts*: 6-7.
- ATROPS, F. & MELÉNDEZ, G. (1994 b): The Lower boundary of the Oxfordian and Kimmeridgian stages. II. The Oxfordian-Kimmeridgian boundary. *4th Oxfordian & Kimmeridgian Working Groups Meeting. Lyon. Abstracts*: 26-31.

- ATROPS, F., GYGI, R., MATYJA, B. & WIERZBOWSKI, A. (1993): The Amoebocheras faunas in the Middle Oxfordian -Lowermost Kimmeridgian of the Submediterranean succession and their correlation value. *Acta Geologica Polonica*, **43**: (1-12): 213-227.
- ATROPS, F., PÉREZ-URRESTI, I. & MELÉNDEZ, G. (1997): The Ataxioceratinae succession at the turn of the Oxfordian-Kimmeridgian boundary in the Submediterranean Province: Iberian Chain (Eastern Spain) and SE France. *Comunicaciones IV Congreso de Jurásico de España, Alcañiz*: 27-30.
- AURELL, M. (1990): *El Jurásico Superior de la Cordillera Ibérica Central (Provincias de Zaragoza y Teruel). Análisis de cuenca*. Tesis Doctoral. Universidad de Zaragoza. 510 p.
- AURELL, M. & NIEVA, S. (1988): Evolución sedimentaria de las unidades del Jurásico Superior (Oxf. Sup.-Titónico) de Riela (Cord. Ibér. Septentrional, Zaragoza). *Ciencias de la Tierra (Inst. Est. Riojanos)*, **11**: 283-298.
- AURELL, M., PÉREZ-URRESTI, I., RAMAJO, J., MELÉNDEZ, G. & BÁDENAS, B. (1997): La discordancia de Moyuela (Zaragoza): precisiones sobre la tectónica extensional en el límite Oxfordiense-Kimmeridgiense en la Cuenca Ibérica. *Geogaceta*, **22**: 23-26.
- BÁDENAS, B. (1997): *Caracterización sedimentológica y modelización por ordenador de la rampa carbonatada Kimmeridgiense en Riela (Zaragoza): implicaciones a escala de cuenca*. Tesis de Licenciatura, Univ. Zaragoza, 120 p.
- BÁDENAS, B., AURELL, M. & MELÉNDEZ, G. (1993): Características sedimentológicas, zonación y evolución de una rampa carbonatada dominada por tormentas (Kimmeridgiense, Cordillera Ibérica Septentrional). *Revista de la Sociedad Geológica de España*, **6**, 57-75.
- BÁDENAS, B., AURELL, M., PÉREZ-URRESTI, I. & DELVENE, G. (*in litt.*). Estratigrafía y evolución sedimentaria del Oxfordiense Superior-Titónico Inferior en Riela (Zaragoza). *Geogaceta*, **23**.
- BELLO, J. (1995): *Bioestratigrafía y Paleontología (Ammonoidea) del Oxfordiense Medio (Biozona Bifurcatus) al Sur de Zaragoza (Cordillera Ibérica Nororiental). Estudio Paleontológico de la Familia Perisphinctidae STEINMANN (Ammonoidea)*. Tesis de Licenciatura. Universidad de Zaragoza. 138 p.
- BIRKELUND, T. & CALLOMON, J.H. (1985): The Kimmeridgian ammonite faunas of Milne Land, central East Greenland. *Gronl. geol. Unders.*, **153**: 1-56.
- BULARD, P.F. (1972): *Le Jurassique moyen et supérieur de la Chaîne Iberique sur la bordure du bassin de l'Ebre*. These Doct. Fac. Sc. Univ. Nice, 2 vol., 702 p.
- CARIOU, E., ENAY, R., ATROPS, F., HANTZPERGUE, P., MARCHAND, D. & RIOULT, M. (1997): Oxfordian. In: CARIOU, E. & HANTZPERGUE, P. (Coord.): *Biostratigraphie du Jurassique ouest-européen et méditerranéen: zonations parallèles et distribution des invertébrés et microfossiles*. *Bull. Centre Rech. Elf Explor. Prod.*, **Mém. 17**: 79-86.
- DELVENE, G. (1997): Estudio paleontológico de los bivalvos de la Formación Sot de Chera en Riela. Zaragoza (Oxfordiense Superior, Cordillera Ibérica). *Comunicaciones IV Congreso Jurásico de España*: 61-63.

- DELVENE, G., RAMAJO, J. & PÉREZ-URRESTI, I. (1997): Primeros datos sobre la paleoecología y bioestratigrafía en la Formación Sot de Chera (Riela, Zaragoza). *XIII Jornadas de Paleontología, La Coruña*: 169-172.
- DUFF, K. L. (1975): Paleocology of a bituminous shale-the Lower Oxford Clay of central England-. *Palaeontology*, **18** (3): 443-482.
- DUFF, K.L. (1978): Bivalvia from the English Lower Oxford Clay (Middle Jurassic). *Palaeontographica Society*, **132**, 137 p.
- FONTANA, B. (1990): *El Oxfordiense Medio, Biozona Transversarium (Jurásico Superior) en el borde Sur de la Cuenca del Ebro (Cordillera Ibérica). Estudio paleontológico del género Larcheria (Ammonoidea, Perisphinctidae)*. Tesis de licenciatura. Universidad de Zaragoza, 123 p.
- FÜRSICH, F.T. (1977): Corallian (Upper Jurassic) marine benthic associations from England and Normandy. *Palaeontology*, **20**: 337-385.
- FÜRSICH, F.T. , OSCHMANN, W. , JAITLEY, A. K. & SINGH, I. B. (1991): Faunal response to transgressive-regressive cycles: example from the Jurassic of western India. *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology*, **85**: 149-159.
- GÓMEZ, J.J. (1979): *El Jurásico en facies carbonatadas del sector levantino de la Cordillera Ibérica*. Tesis Doctoral. Seminarios de Estratigrafía, serie: Monografías, nº 4, Dpto. Estratigrafía y Geología Histórica, Univ. Complutense, Madrid, 683 p.
- GÓMEZ, J.J. & GOY, A. (1979): Las unidades litoestratigráficas del Jurásico medio y superior en facies carbonatadas del Sector Levantino de la Cordillera Ibérica. *Estudios Geológicos*, **35**: 17-57.
- GÓMEZ, J.J. & GOY, A. (1981): Evolución lateral de las unidades litoestratigráficas en facies carbonatadas de la Cordillera Ibérica. *Cuadernos de Geología* (1979) **10**: 83-93.
- HANTZPERGUE, P. (1975): *Le Kimméridgien à Céphalopodes du Jura méridional. Stratigraphie et Paléontologie*. Thèse Doc. Spécial, Lyon, 287 p.
- HANTZPERGUE, P. (1979): Biostratigraphie du Jurassique Supérieur nord-aquitain. *Bull. Soc. Géol. France* . **7** (t. XXI, nº 6): 715-725.
- HANTZPERGUE, P. (1987): *Les ammonites Kimméridgiennes du haut-fond d'Europe occidentale (Perisphinctidae, Aulacostephanidae, Aspidoceratidae)*. Thèse Doctoral Univ. Poitiers, 568 p.
- HANTZPERGUE, P. & DEBRAND-PASSARD, S. (1980): L'Oxfordien Supérieur et le Kimméridgien des Charentes (Bassin Aquitain) et du Berry (Bassin Parisien). Extension géographique des repères ammonitiques. *Bull. Soc. Géol. France* **7** (t. XXII, nº 3): 369-375.
- LARDIÉS, M. D. , NIEVA, S. , TOVAR, A. R. , MELÉNDEZ, A. & MELÉNDEZ, G. (1986): Estudio geológico de los materiales jurásicos del sector Riela-Tarazona. 104 p. (inédito).
- MELÉNDEZ, G. (1989): *El Oxfordiense en el sector central de la Cordillera Ibérica (Provincias de Zaragoza y Teruel)*. Tesis Doctoral, Univ. Complutense, Madrid (1984). Institución Fernando el Católico; Instituto de Estudios Turolenses, 418 p.

- MUSTER, H. (1995): Taxonomie und Paläobiogeographie der Bakevelliidae (Bivalvia). *Beringeria*, **14**: 161 p.
- NIEVA, S. (1986): *El Jurásico Superior en el Sector de Ricla-Tarazona. Sedimentología y Paleogeografía*. Tesis de Licenciatura. Universidad de Zaragoza, 110 p.
- NIEVA, S., AURELL, M. & MELÉNDEZ, A. (1986): El Jurásico Superior en el sector central de la rama aragonesa de la Cordillera Ibérica. Sedimentología y Paleogeografía. *Acta Geológica Hispánica*, **21-22**: 373-380.
- PÉREZ-URRESTI, I. (1995): *Estudio bioestratigráfico y paleontológico basado en ammonoideos del Oxfordiense Superior en la rama aragonesa de la Cordillera Ibérica*. Tesis Licenciatura. Universidad de Zaragoza, 102 p.
- PÉREZ-URRESTI, I. (1996). Las sucesiones de Ammonoideos del Oxfordiense Superior en la Cordillera Ibérica nororiental: Nuevos datos bioestratigráficos. *Coloquios de Paleontología*, **48**: 125-145.
- SALAS, R. & CASAS, A. (1993): Mesozoic extensional tectonics, stratigraphy and crustal evolution during the Alpine cycle of the eastern Iberian basin. *Tectonophysics*, **228**: 33-55.
- STANLEY, S.M. (1970): *Relation of the Shell Form to Life Habits of the Bivalvia (Mollusca)*. The Geological Society of America, Inc. Memoir **125**: 296 p.
- STANLEY, S.M. (1972): Functional morphology and evolution of byssally attached bivalve mollusks. *Journal of Paleontology* **46** (2): 165-212.
- SYKES, R.M. & CALLOMON, J.H. (1979): The *Amoeboceras* zonation of the Boreal Upper Oxfordian. *Palaeontology*, **22** (4): 839-903.
- VIALLARD, P. (1973): Recherches sur le cycle alpin dans la Chaîne Iberique Sudoccidentale. *Thèse Doct. Univ. Paul Sabatier, Toulouse*: 445 p. (inérita).
- WIERZBOWSKI, A. (1991): Biostratigraphical correlations around the Oxfordian/Kimmeridgian boundary. *Acta Geologica Polonica*, **41** (3-4): 149-155.
- ZIEGLER, B. (1964): Das untere Kimmeridgien in Europa. *C.R. Coll. Jurassique Luxembourg 1962*, y *Mem. Inst. gr.-duc., Sci. Nat., phys., math.*: 45-354.

