



**MICROFOSILES CALCAREOS DEL JURASICO MEDIO (LIMITE AALENIANO-BAJOCIANO) EN EL CENTRO OESTE DE ARGENTINA: CONSIDERACIONES PALEOECOLOGICAS Y BIOESTRATIGRAFICAS**

Ballent, S.C.<sup>1</sup>, Angelozzi, G.<sup>2</sup>, Whatley, R.<sup>3</sup>

**INTRODUCCION**

Las sedimentitas del Jurásico medio de la cuenca Neuquina han sido estudiadas por numerosos autores desde el punto de vista litoestratigráfico y/o sedimentológico y bioestratigráfico (1, síntesis actualizada). Asimismo, las ricas y variadas microfaunas recuperadas han sido objeto de numerosas publicaciones (2, 3).

En la presente contribución, se caracterizan paleoecológica y bioestratigráficamente, las asociaciones de microfósiles calcáreos de foraminíferos, nanofósiles y ostrácodos, recuperados en sedimentos del límite Aaleniano-Bajociano de la provincia del Neuquén, en el centro-oeste de Argentina.

**PROCEDENCIA DE LOS MICROFOSILES**

El área de estudio se localiza en el Departamento Zapala (Provincia del Neuquén), unos 35 km al sur de la ciudad homónima. El muestreo micropaleontológico se realizó en una potente sección pelítica aflorante en las quebradas tributarias de la margen norte del arroyo Picún Leufú, paralelas a la ruta nacional 40, en las inmediaciones del lugar donde este arroyo es cruzado por la mencionada ruta, (Fig. 1A). El tramo estudiado, de 220 m de espesor, corresponde a la parte superior de la Formación Los Molles y su transición a la Formación Lajas, abarcando términos del Aaleniano-Bajociano. Se trata de sedimentos pelíticos de colores castaños y verdosos, con intercalaciones arenosas frecuentes hacia el techo (Fig. 1B). Según el esquema estratigráfico secuencial propuesto para el Jurásico andino (4, 5), esta sección estaría comprendida en la secuencia deposicional C4 (Toarciano superior-Bajociano medio-superior) dentro de la mesosecuencia Cuyo.

**DISTRIBUCION DE LOS MICROFOSILES EN EL PERFIL**

**Foraminíferos.** En el tramo basal del perfil (muestras 1661, 1666-1669), abundan lagénidos de conchillas planospirales biconvexas y biumbonadas, tales como *Lenticulina muensteri* (Roemer) y *L. subalata* (Reuss) y de conchillas planospirales comprimidas tales como *L. quenstedti decorata* Ballent, *L. varians* (Bornemann), *Astacolus aiviñus* Ballent y *A. dorbignyi* (Roemer).

En el tramo medio del perfil (muestras 1674-1686) predominan netamente los lagénidos de conchillas elongadas y comprimidas, entre los que se mencionan *Ichthyolaria lignaria* (Terquem), *Frondicularia franconica* Gümbel, *Citharina heteropleura* (Terquem), *Planularia beierana* (Gümbel), *Lingulina longiscata* (Terquem) y de conchillas uniseriales elongadas de sección redondeada tales como *Nodosaria mutabilis* Terquem y *N. opalini* Bartenstein; formas planospirales también están presentes, aunque en menor proporción. Los polimorfínidos, mayormente representados por *Eoguttulina liassica* (Strickland), spirillínidos con *Spirillina infima* (Strickland) e involutinidos, con *Trocholina unica* Ballent son muy abundantes en algunas niveles. El miliólido *Cornuspira liasina* Terquem aparece esporádicamente en algunas muestras.

<sup>1</sup> Departamento Paleontología Invertebrados, Museo de Ciencias Naturales de La Plata, Paseo del Bosque s/n, La Plara (1900), Argentina. E mail: benialgo@infovia.com.ar

<sup>2</sup> Consultora Bioestratigráfica GEMA S.A. Argentina. E mail: gema@infovia.com.ar

<sup>3</sup> Department of Geology, University of Wales, Aberystwyth, Cardiganshire, SY23 3DB, Great Britain.

En el tramo superior (muestras 1155-1689), sólo se han recuperado especies de pared aglutinada, multiloculares y de pequeño tamaño; elongadas uniseriales como *Reophax liasica* Franke y planospirales, tales como *Ammobaculites agglutinans* (d'Orbigny) y *A. fontinensis* (Terquem).

**Nanofósiles calcáreo.** Del tramo basal del perfil (principalmente muestra 1668) se recuperó una asociación nanoflorística abundante y bien preservada, compuesta mayoritariamente por *Lotharingius sigillatus* (Stradner), *Carniolithus superbus* (Deflandre), *Discorhabdus novus* (Goy) y *Triscutum sullivanii* de Kaenel & Bergen. Están presentes, además, entre otras, las siguientes especies, *Crepidolithus crassus* (Deflandre), *Lotharingius crucicentralis* (Medd), *Biscutum striatus* (Moshkovitz & Ehrlich), *B. grandis* Bown, *Carniolithus magharensis* (Moshkovitz & Ehrlich), *Bussonius prinsii* (Nöel), *Discorhaddus novus* (Goy) y *Schizosphaerella punctulata* Deflandre & Dangeard.

La parte media del perfil (muestras 1674-1676) es portadora de una asociación nanoflorística poco variada, integrada por *L. crucicentralis* (Medd), *B. striatus* (Moshkovitz & Ehrlich), *D. novus* (Goy), *S. punctulata* Deflandre & Dangeard y *L. sigillatus* (Stradner).

**Ostrácodos.** Están casi exclusivamente representados en la parte media del perfil (muestras 1680-1686), con los Cytheruridae como familia dominante dentro de los cytheraceos. En su mayoría corresponden a especies de caparzones pequeños y con delicada ornamentación, como *Paradoxorhyncha neuquenensis* (Ballent), *Eucytherura argentina* Ballent, *E. transversiplicata* (Bate & Coleman), *E. pichia* (Ballent), *Procytherura euglyphea* Ainsworth, *P. celtica* Ainsworth y *P. bispinata* Ballent.

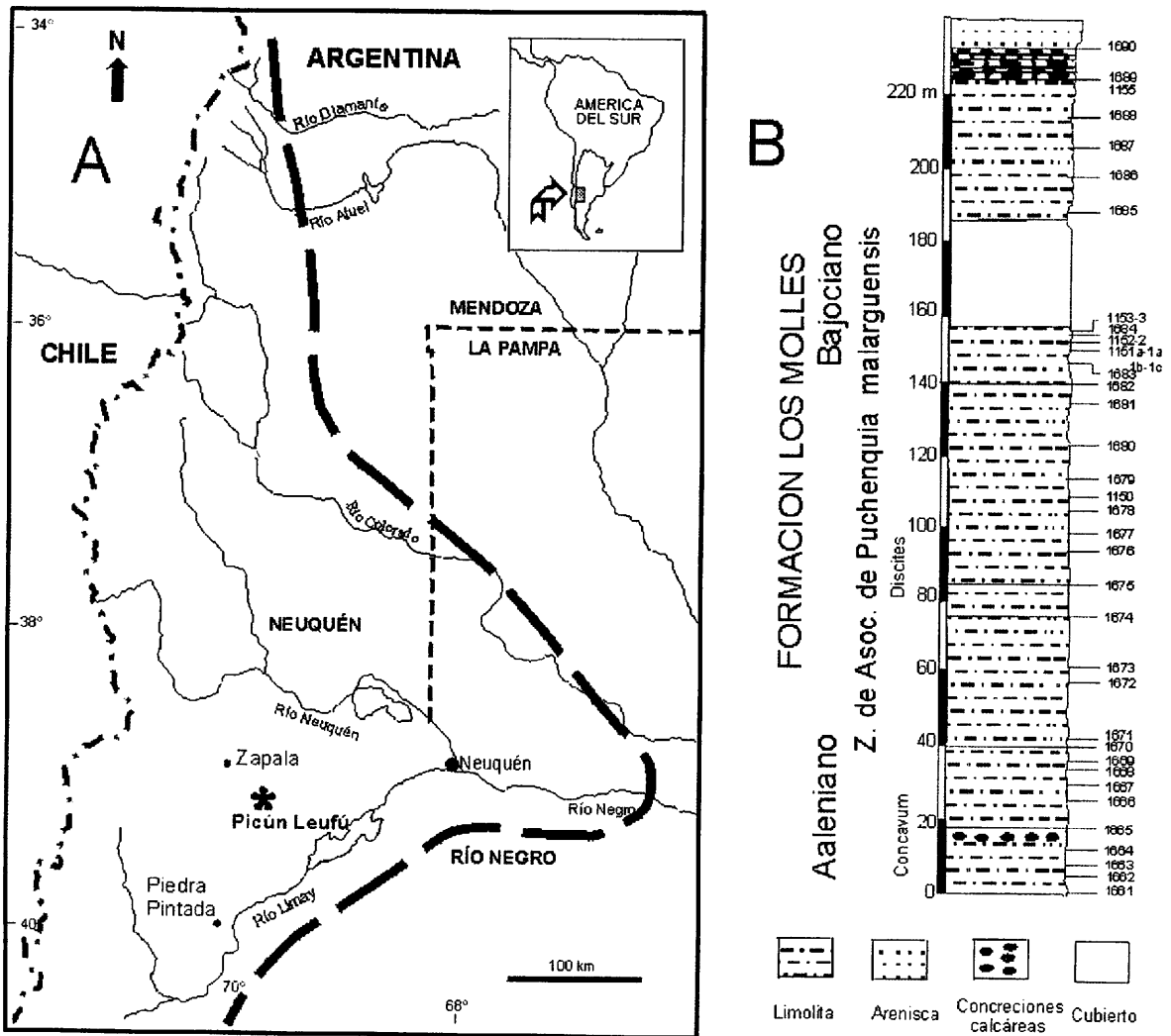


Fig. 1. A. Mapa de ubicación de la localidad Picún Leufú y límites de la cuenca Neuquina (de 6). B. Perfil estratigráfico, bioestratigrafía y muestras con microfósiles del perfil Picún Leufú.

## CONSIDERACIONES PALEOECOLOGICAS

Entre los foraminíferos, la abundancia y diversidad de lagénidos sugieren ambientes de plataforma marina con salinidad normal, correspondiéndose, dentro de las asociaciones de foraminíferos jurásicos (7) con una típica asociación del Grupo A1. Los lagénidos jurásicos parecen haber preferido condiciones ambientales de plataforma marina normal, particularmente en áreas de sedimentos de grano fino (8).

La abundante presencia de lagénidos de conchillas grandes y robustas de formas esféricas y biconvexas del tipo de *Lenticulina*, frecuentemente fragmentadas como aparecen en el tramo basal del perfil, ha sido relacionada con ambientes marinos caracterizados por una disminución paulatina de la profundidad y un aumento en la energía hidrodinámica (9,10). Asimismo, ambientes recientes bien oxigenados a menudo contienen altos porcentajes de conchillas esféricas y lenticulares (11).

Los polimorfínidos, spirillínidos e involutinidos aparecen con marcada abundancia en ciertos niveles del perfil estudiado. Respecto a los Polymorphinidae jurásicos se ha considerado que, si bien el significado paleoecológico del grupo no es claro, su abundancia y distribución estarían relacionadas con algún factor, tal como la salinidad o la claridad de las aguas (12). *Eoguttulina liassica* ha sido considerada, por su analogía con la distribución actual del género *Guttulina*, como un posible indicador de condiciones marinas muy someras, tales como lagunas litorales (13). Los flujos repentinos de spirillínidos en ciertos niveles son relacionados con condiciones de somerización (7, 14). En ambientes recientes se cita, con frecuencia, la presencia de *Spirillina* y otros géneros afines de conchillas cónicas en lagunas litorales viviendo sobre algas (15,16).

Las microfaunas compuestas por foraminíferos de pared aglutinada simple, equivalentes a aquellas asociaciones jurásicas del tipo A2 (7), se corresponden con ambientes de bajo contenido de oxígeno y reducido pH. Asimismo, han sido mencionadas ejemplificando ambientes jurásicos marginales de reducida salinidad, tales como pantanos litorales, estuarios y deltas (8, 12). Especies de *Ammobaculites* han sido encontradas viviendo infaunalmente en sedimentos estuariales, a 8-15 cm debajo de la interfase agua-sedimento (17). En estudios de ambientes deltaicos de la plataforma del mar del Norte (16), las conchillas aglutinadas uniseriadas, tales como *Reophax* y enroscadas planospiral que posteriormente se desenroscan, como *Ammobaculites*, son incluidos en el morfogrupo 3, correspondiéndose con facies de grano fino de prodelta.

La abundancia y diversidad nanoflorística, sobre todo en la sección inferior del perfil, es indicativa de un ambiente de depositación de plataforma marina abierta y de aguas claras y cálidas. Esto último evidenciado por la presencia de formas características del tethys (18), tales como *Carniolithus magharensis*, *Triscutum sullivanii* y *Biscutum grandis*.

Entre los ostrácodos reconocidos, la preponderancia de cytheraceos se corresponde con un ambiente de depositación de plataforma marina con aguas claras y bien oxigenadas. Estas características se condicen, asimismo, con la relativamente alta diversidad de la asociación y el hecho de que las tres especies más abundantes (*P. neuquenensis*, *P. celtica* y *E. pichia*) constituyen alrededor del 50% de la asociación ello se interpreta como indicativos de ambiente marino (19). La presencia de *Cytherelloidea* estaría indicando aguas templado-cálidas (20). La presencia de poblaciones compuestas por ostrácodos adultos y juveniles puede ser interpretado como producto de un régimen de baja energía, con ausencia de fuertes corrientes y con escaso o nulo transporte posdeposicional (19).

## CONSIDERACIONES BIOESTRATIGRAFICAS

Los microfósiles recuperados están asociados estratigráficamente a la Zona de *Puchenquia malarguensis* ubicada en el límite Aaleniano-Bajociano, considerada equivalente temporal de la Zona de *concovum* y parte inferior de la Zona de *discites* de Europa (21).

Entre los foraminíferos se han diferenciado tres Zonas de Asociación (22,23), que de abajo hacia arriba son: Z. de *Lenticulina (Astacolus) dorbignyi*, Z. de Asoc. de *Lenticulina quenstedti decorata* y Z. de Asoc. de *Lenticulina quenstedti violeata*.

La desaparición masiva de *L. (A.) dorbignyi* (Roemer) ocurrida coetáneamente en diversas partes del mundo en el tope de la Z. de *concovum*, ha sido utilizada como un indicador del techo del Aaleniano (8, 24, 25). Asimismo, la primera aparición de *Lenticulina quenstedti* (Gümbel) ha sido utilizada como un indicador del límite *concovum/discites* en varias áreas del centro-oeste de Europa (25, 26).

En cuanto a nanofósiles calcáreos, en la última década se han presentado completos esquemas biozonales para las regiones boreales y del Tethys, los cuales son satisfactoriamente aplicables en todo el

mundo para el Jurásico Inferior, debido a la distribución cosmopolita de la mayoría de los taxones involucrados (18). Sin embargo, a partir del Jurásico medio y más aún en el Jurásico Superior, se exhiben diferencias relacionadas con el advenimiento de especies endémicas o cambios en la abundancia de otras ya presentes, entre asociaciones boreales, tethyanas y de áreas australes. Esta circunstancia ha llevado a algunos autores a proponer la existencia de un Reino Austral, además de una revisión y nueva calibración de los esquemas vigentes (18).

En las asociaciones nanoflorísticas estudiadas en este trabajo, si bien los resultados son aún preliminares, se destaca la presencia de ciertas especies. *Triscutum sullivanii* de Kaenel y Bergen y *Carniolithus magharensis* (Moshkovitz y Ehrlich) son típicas especies del tethys; la primera de ellas está representada desde el Aaleniano medio (*murchisonae*) hasta el Bajociano inferior (*sauzei*) y la segunda registra su aparición en el Aaleniano (*opalinum*) extendiéndose hasta el Bajociano superior (*parkinsoni*). *Carniolithus superbus* (Deflandre) cuyo primer registro data del Toarciano inferior (*falciferum*), volviéndose un componente común y consistente en las asociaciones de nanofósiles toarcianas (27), tiene una presencia realmente abundante en estos sedimentos. En áreas del tethys *Bussonius prinsii* (Nöel), está reconocida del Pliensbachiano inferior hasta el Aaleniano (*opalinum*).

La primera aparición (F.O) de *Triscutum sullivanii* en el Aaleniano medio (*murchisonae*) permite subdividir la zona NJ8 (18, 28), en NJ8a y NJ8b; esta última subzona abarca el lapso Aaleniano medio-Bajociano inferior (Zonas de *murchisonae* a base de *laeviuscula*). En Italia y sur de Francia la primera aparición de *Carniolithus magharensis* (Moshkovitz y Ehrlich) (*opalinum*) se ubica algo por debajo de la división entre las dos subzonas mencionadas (9, 18).

## CONCLUSIONES

En la presente contribución se caracterizan paleoecológica y biostratigráficamente las asociaciones de foraminíferos, nanofósiles calcáreos y ostrácodos recuperados en sedimentos del límite Aaleniano-Bajociano provenientes de la sección Picún Leufú, en la provincia del Neuquén en el centro-oeste de Argentina. El tramo estudiado, de litología predominantemente pelítica, corresponde a la parte superior de la Formación Los Molles y su transición a la Formación Lajas.

Paleoecológicamente, las características y composición de las asociaciones microfaunísticas indican para el sedimento portador un ambiente marino marginal, de aguas con salinidad normal, calmas, templado-cálidas, claras y bien oxigenadas, verificándose un cierto aumento de la energía hidrodinámica en el tramo basal del perfil por la abundante presencia de foraminíferos planospirales, de conchillas grandes y robustas, esféricas y biconvexas, las que aparecen frecuentemente fragmentadas. Hacia el tramo superior de la sección, la litología se torna más arenosa; la presencia sólo de foraminíferos de pared aglutinada simple estaría representando un ambiente marino marginal de salinidad disminuida, tales como pantanos litorales, estuarios y deltas, probablemente con condiciones de fondo deficitarias en oxígeno y reducido pH. Esta caracterización es consistente con las interpretaciones provenientes de estudios litofaciales del tramo superior de la Formación Los Molles y la parte inferior de la Formación Lajas (Aaleniano-Bajociano) en el sector occidental de la cuenca Neuquina (29), atribuidas a un ambiente marino marginal con presencia de facies deltaicas y de canales estuariales.

Bioestratigráficamente, los microfósiles están asociados a la Zona de *Puchenquia malarguensis* ubicada en el límite Aaleniano-Bajociano y equivalente temporal de la Zona de *concovum* y parte inferior de la Zona de *discites*. Se han reconocido tres Zonas de Asociación de foraminíferos, de abajo hacia arriba: Z. de *Lenticulina (Astacolus) dorbignyi*, Z. de Asoc. de *Lenticulina quenstedti decorata* y Z. de Asoc. de *Lenticulina quenstedti violetae*. Se los relaciona con la subzona de nanofósiles calcáreos NJ8b.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos muy especialmente a A. Benialgo (La Plata, Argentina) por su asistencia en la parte gráfica.

## REFERENCIAS

1. Riccardi, A.C.; Damborenea, S.E; Manceñido, M.O; Ballent, S.C. (En prensa). Jurásico y Cretácico de la Cordillera Principal y la cuenca Neuquina. In Geología Argentina. Servicio Geológico Nacional. Buenos Aires, Argentina.
2. Ballent, S.C. 1991. Ostrácodos del Jurásico medio (límite Aaleniano-Bajociano) en la provincia del Neuquén, centro-oeste de Argentina. Revista Española de Micropaleontología, Vol. 23, p. 21-56.

3. Ballent, S.C. 1999. Foraminíferos del Jurásico medio (límite Aalenense-Bajociense) del centro oeste de Argentina. Sistemática. Revista Española de Micropaleontología, Vol. 31, p. 123-147.
4. Gulisano, C.; Gutiérrez Pleimling, A.; Digregorio, R. 1984. Esquema estratigráfico de la secuencia jurásica del oeste de la provincia del Neuquén. In Congreso Geológico Argentino, No. 9, Actas, Vol. 1, p. 236-239. Bariloche, Argentina.
5. Legarreta, L.; Gulisano, C. 1989. Análisis Estratigráfico de la Cuenca Neuquina (Triásico superior-Terciario inferior), Argentina. In Cuencas Sedimentarias Argentinas. (Chebli, G.A.; Spalletti, L.A.; editores). Serie Correlación Geológica, Vol. 6, p. 221-244. Tucumán, Argentina.
6. Legarreta, L.; Uliana, M. A. 1996. The Jurassic succession in west-central Argentina: stratal patterns, sequences and paleogeographic evolution. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, Vol. 121, p. 303-330.
7. Gordon, W. A. 1970. Biogeography of Jurassic Foraminifera. Geological Society of America Bulletin, Vol. 81, p. 1689-1704.
8. Copestake, P.; Johnson, B. 1989. Jurassic. Part 6. The Hettangian to Toarcian (Lower Jurassic). In Stratigraphical Atlas of Fossil Foraminifera, second edition. (Jenkins, D.G.; Murray, J.W.; editors). Ellis Horwood Ltda., p. 129-188. Chichester.
9. Nini, C.; Baldanza, A.; Nocchi, M. 1995. Late Domerian-Taorcian calcareous nannofossils biostratigraphy, benthic foraminiferal assemblages and their paleoenvironmental implications, Montebibico area (Spoleto, Central Italy). Revue de Paléobiologie, Vol. 14, p. 271-319.
10. Cubaynes, R.; Ruget, C.; Niccolin, J.P. 1991. La population, marker de l'environnement et signal des variations eustatiques. Cahiers Université Catholique Lyon, série Science, Vol. 4, p. 161-170.
11. Bernhard, J.M. 1986. Characteristic assemblages and morphologies of benthic Foraminifera from anoxic, organic-rich deposits: Jurassic through Holocene. Journal of Foraminiferal Research, Vol. 16, p. 207-215.
12. Shipp, D.J. 1989. Jurassic. Part 6. The Oxfordian to Portlandian. In Stratigraphical Atlas of Fossils Foraminifera, second edition. (Jenkins, D.G.; Murray, J.W.; editors). Ellis Horwood Ltd, p. 237-271. Chichester.
13. Brouwer, J. 1969. Foraminiferal assemblages from the Lias of North-Western Europe. Verhandelingen der Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen, Afd. Natuurkunde, Vol. 25, p. 1-64.
14. Shipp, D.J.; Murray, J.W. 1981. Jurassic. Part III. The Callovian to Portlandian. In Stratigraphical Atlas of Fossils Foraminifera, first edition. (Jenkins, D.G.; Murray, J.W.; editors). Ellis Horwood Ltd, p. 125-144. Chichester.
15. Morris, P.H. 1982. Distribution and Palaeoecology of the Middle Jurassic Foraminifera from the Lower Inferior Oolite of the Costwolds. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, Vol. 37, p. 319-347.
16. Nagy, J. 1992. Environmental significance of foraminiferal morphogroups in Jurassic North Sea deltas. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, Vol. 95, p. 111-134.
17. Buzas, M.A. 1974. Vertical distribution of *Ammobaculites* in Rhode River, Maryland. Journal of Foraminiferal Research, Vol. 4, p. 144-147.
18. Bown, P.R. 1995. Recent Advances in Jurassic Calcareous Nannofossil Research. In Advances in Jurassic Research. (Riccardi, A.C.; editor). Transtec Publications Ltd., Georesearch Forum, Vols. 1-2, p. 55-66. U. K.
19. Whatley, R. 1983. The application of Ostracoda to palaeoenvironmental analysis. In Applications of Ostracoda. (Maddocks, R.F.; editor). University Houston Geosciences, p. 51-77. Houston.
20. Sohn, I.G. 1962. The ostracode genus *Cytherelloidea*, a possible indicator of paleotemperature. Geological Survey Professional Paper 450-D, article 162, p. D-144- D-147.
21. Riccardi, A.C. 1984. Las asociaciones de amonitas del Jurásico y Cretácico de la Argentina. In Congreso Geológico Argentino, No. 9, Actas, Vol. 4, p. 559-595. Bariloche, Argentina.
22. Riccardi, A.C.; Damborenea, S.E.; Manceñido, M.O.; Ballent, S.C. 1994. Middle Jurassic Jurassic Biostratigraphy of Argentina. Geobios, M. S., p. 423-430.
23. Ballent, S.C. 1997. *Lenticulina quenstedti* (Gümbel) (Protista-Foraminifera) from the Middle Jurassic of western Argentina. Ameghiniana, Vol. 34, p. 453-460.
24. Morris, P.H.; Coleman, B.E. 1989. Jurassic. Part 6. The Aalenian to Callovian (Middle Jurassic). In Stratigraphical Atlas of Fossils Foraminifera, second edition. (Jenkins, D.G.; Murray, J.W.; editors). Ellis Horwood Ltd, p. 189-236. Chichester.
25. Bartenstein, H. 1995. *Lenticulina dorbignyi* (Roemer, 1839) im Toarcium bis Bajocium; Leitfossil ohne Arten-Abwandlung?. Senckenbergiana lethaea, Vol. 75, p. 1-19.
26. Gregory, F.J. 1990. Foraminiferal biostratigraphy and palaeoecology across the Aalenian/Bajocian of the proposed basal Bajocian stratotype at Berreraig Bay, NE Skye (Scotland). Memoire descrittive della Carta Geologica d'Italia, Vol. 40, p. 257-268.
27. Bown, P.R. 1987. Taxonomy, biostratigraphy and evolution of late Triassic-early Jurassic calcareous nannofossils. Special Papers in Palaeontology, Vol. 38, p. 1-118.
28. Bown, P.R.; Cooper, M.K.; 1998. Jurassic. In Calcareous Nannofossils Biostratigraphy. (Bown, P.R.; editor). British Micropalaeontological Society Publication Series. Kluwer Academic Publishers, p. 34-85. Cambridge.
29. Gulisano, C.; Hinterwimmer, G. 1986. Facies deltaicas del Jurásico medio en el oeste del Neuquén. Boletín de Informaciones Petroleras, Tercera Epoca, año 3, Vol.8, p. 2-31.