

# El desarrollo de la Capa de Arroyofrío (límite Calloviense-Oxfordiense) al Sur de Zaragoza, entre Ricla y Aguilón: bioestratigrafía y facies.

On the lateral extent of the Arroyofrío Bed (Callovian-Oxfordian boundary) between Ricla and Aguilón (south of Zaragoza; Iberian Range, Spain): biostratigraphy and facies.

G. Meléndez<sup>(1)</sup>, J. Ramajo<sup>(2)</sup> y S. Martínez-Cotanda<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Departamento de Geología (Paleontología). Universidad de Zaragoza, c. Pedro Cerbuna 12, 50009 Zaragoza. gmelende@unizar.es; sm\_cotanda@hotmail.com

<sup>(2)</sup> Departamento de Geología (Estratigrafía). Universidad de Zaragoza, c. Pedro Cerbuna 12, 50009 Zaragoza. ramajo@unizar.es

## ABSTRACT

New biostratigraphic data on the Middle-Upper Jurassic (i.e. Callovian-Oxfordian) boundary bed (the so-called: Arroyofrío Bed), at the South of Zaragoza (NE Iberian Range) show that the Callovian-Oxfordian boundary is located at the base of this irregular stratigraphic interval. Both the facies and fossil content of the bed (ammonites, belemnites, brachiopods, bivalves, crinoids, stromatolite structures and planktic foraminifera) are indicative of marine sedimentary conditions. However, the revision of biostratigraphic data, as well as taphonomic analysis, confirm the presence of a basin-extent stratigraphic and registratic gap involving at least the upper Lamberti and Mariae zones. Taphonomic features shown by ammonite internal moulds, such as disarticulation surfaces, truncation surfaces, phosphate infilling, and in some cases ellipsoidal abrasion facets and annular furrows, are evidence of taphonomic reelaboration. The latter abrasion features indicate that ammonite reelaborated moulds stood for long time on the sea bottom after being exhumed and were abraded by the action of shallow directional currents under extremely shallow intertidal to even supratidal conditions, resulting in a probable widespread sub aerial exposure of the platform. All this supports the hypothesis of the boundary bed being formed in punctuated sedimentary events during lower and, most probably, early middle Oxfordian. These data are of primary importance to understand the palaeogeographic setting of the northeastern Iberian Platform at the turn of Middle-Upper Jurassic.

Key words: Iberian Range, Middle-Upper Jurassic, biostratigraphy, taphonomy registratic succession, stratigraphic gap.

Geogaceta, 38 (2005), 3-6  
ISSN: 0213683X

## Introducción

La problemática bioestratigráfica, sedimentológica y paleogeográfica asociada al límite Jurásico Medio-Superior (Calloviense-Oxfordiense) en la Cordillera Ibérica ha sido objeto de múltiples estudios en los últimos treinta años. Entre los más relevantes cabe destacar, en Ricla, Meléndez *et al.*, (1982); Sequeiros y Cariou (1984); Ramajo y Meléndez (1996); Aurell *et al.*, (1994); Ramajo y Aurell (1997). En Aguilón: Sequeiros y Meléndez (1981); Sequeiros *et al.*, (1984). Otros trabajos, más generales son los, de Bulard (1972), Lardiés (1990), Meléndez *et al.*, (2002) y Page *et al.*, (2004). En este trabajo se analiza esta importante discontinuidad al sur de Zaragoza, en el sector de la Rama Aragonesa de la Cordillera Ibérica comprendido aproximadamente entre los ríos Jalón y Huerva. La sucesión de este intervalo estratigráfico, correspondiente a la *Capa de Oolitos*

*ferruginosos de Arroyofrío*, se ha estudiado en detalle en las localidades de Ricla, Calatorao, Morata de Jalón (Sección de Río Grío), Aladrén, Tosos, y Aguilón (Fig. 1) y de modo aún preliminar en las localidades de Muel y Jaulín. La discontinuidad asociada a este límite incluye una importante laguna estratigráfica de amplitud variable en los distintos sectores de la plataforma Ibérica. El análisis detallado de las facies ha permitido reconstruir el ambiente de depósito de esta unidad. El estudio tafonómico y bioestratigráfico de las asociaciones registradas de ammonites ha permitido precisar la amplitud de la laguna estratigráfica en los distintos puntos, y reconstruir los factores ambientales y los procesos que han influido en la formación de las mismas.

## La Sucesión Calloviense

Dentro del área estudiada se pueden reconocer dos sectores bien diferenciados es-

tratigráfica y paleogeográficamente (Lardiés *et al.*, 1988; Lardiés, 1990). En el sector de Ricla-Moncayo, al NO de una línea que sigue aproximadamente el trazado del río Jalón, los materiales del Calloviense forman una sucesión dilatada (alternancia de calizas y tramos de margas) respecto a otros sectores más orientales de la plataforma, con espesores próximos o superiores a los 100 m (Ricla). Los últimos metros de esta sucesión, un tramo de 4 a 5 m de calizas negras micríticas *wackestone a packstone* con bioclastos y granos de cuarzo, contienen frecuentes elementos resedimentados (no reelaborados) de *Hecticoceras (Orbiglyceras) trezeense* (Gerard & Contaut) y *Peltoceras trifidum* (Quenstedt) que permiten caracterizar la parte basal de la Biozona Athleta, Subbiozona Trezeense (Calloviense superior).

Al E y SE de esta línea, en un sector que se extiende aproximadamente entre los ríos Jalón y Huerva, la sucesión del Calloviense es sensiblemente más reduci-

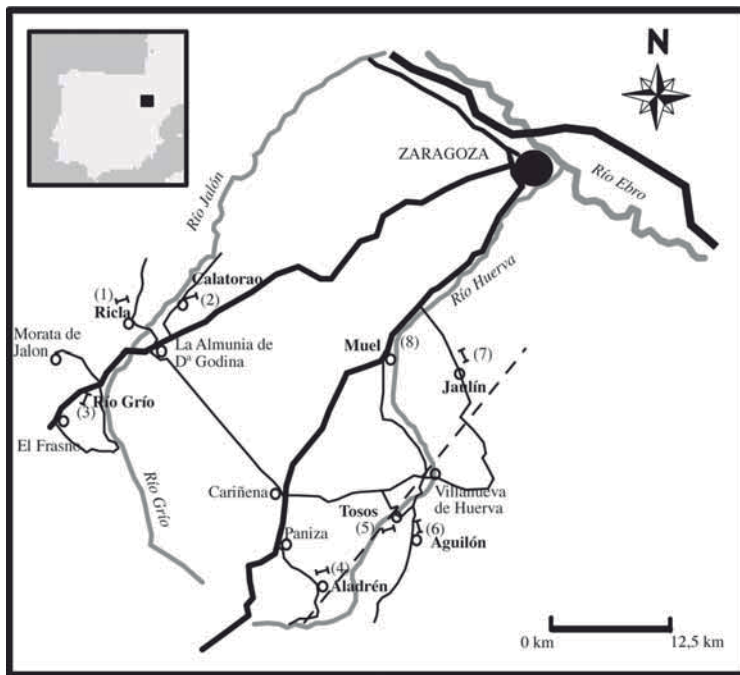


Fig.1.- Situación geográfica de los afloramientos estudiados entre el Río Jalón y el Río Huerva. La línea de trazos marca el límite geográfico de la presencia de los oolitos ferruginosos de la Capa de Arroyofrío.

Fig. 1.- Geographic location of the studied outcrops in the area between rivers Jalón and Huerva (South of Zaragoza). The dashed line marks the maximum geographic extent towards the NW, of iron oolites of the Arroyofrío Bed.

da no sobrepasando en ningún caso los 25 a 30 m de espesor. Los últimos 3 a 4 m de la sucesión comprenden un conjunto de calizas compactas estratificadas en capas tabulares o en bancos masivos: *wackestone a packstone* de bioclastos, fundamentalmente de filamentos que corresponden a la Biozona Coronatum (Calloviense medio; Sequeiros y Meléndez, 1981; Sequeiros *et al.*, 1984). El último banco de esta sucesión se encuentra cortado por una superficie erosiva irregular. Sobre ella, la Capa de Arroyofrío contiene elementos reelaborados de la Biozona Athleta Subbiozona Trezeense. A este sector corresponden ciertamente las secciones de Aladrén, Tosos, Aguilón, Muel y Jaulín. Las secciones de Río Grío y Calatorao pertenecen también a este sector por su desarrollo y facies aunque presentan valores de espesor algo superiores para el Calloviense.

### La Capa de Arroyofrío

Esta unidad litológica constituye un intervalo complejo de espesor generalmente decimétrico (en el sector estudiado, entre 20 y 30 cm) formado en realidad por varios niveles muy fosilíferos, que representan episodios sedimentarios sucesivos separados por superficies de discontinuidad (Fig. 2). En algunos casos, como en Ricla o Aladrén, contienen laminaciones estromatolíticas (Rama-

jo y Meléndez, 1996). En otros casos, como Tosos o Aguilón, costras ferruginosas.

El límite inferior es siempre marcadamente irregular y parece corresponder a una superficie erosiva originalmente bioturbada, y litificada previamente a los posteriores episodios sedimentarios (*hard-ground*) puesto que, además de las señales o texturas de bioturbación, se encuentran evidencias de bioerosión. En Ricla esta superficie delimita unas verdaderas «cavidades» o conductos que pueden expandirse lateralmente o ramificarse recordando la morfología de pistas fósiles del tipo *Thalassinoides* o *Glossifungites*. En las secciones de Calatorao o Río Grío la superficie de discontinuidad es simplemente una superficie ondulada, mientras que en la de Aladrén la superficie delimita de nuevo unas cavidades irregulares que excavan profundamente las capas de calizas con filamentos del Calloviense. En las secciones de Tosos y Aguilón es una superficie fuertemente ondulada que delimita un verdadero intervalo formado por varias capas lenticulares, de escasa extensión lateral, de calizas (*wackestone* bioclástico fosilífero) con oolitos ferruginosos.

### Facies y extensión de los oolitos ferruginosos

El contenido en oolitos ferruginosos sin embargo, un componente característico de

esta Capa en su definición original, presenta variaciones acusadas en el sector estudiado, sin sobrepasar una línea de dirección NE-SO que siguiera idealmente el trazado de la parte alta del río Huerva pasando entre Tosos y Aladrén (ver Fig. 1). De esta manera las secciones de Aguilón y Tosos, situadas al E del río Huerva, constituyen los puntos más occidentales dentro de la Rama Aragonesa de la Cordillera Ibérica en donde se reconoce la Capa de Arroyofrío con oolitos ferruginosos.

(a) En Tosos, Lardiés (1990) reconoce un nivel irregular (20 a 30 cm) de «calizas *wackestone* con oolitos ferruginosos y abundantes fósiles de ammonites reelaborados». Los oolitos son poco abundantes, homométricos y de pequeña talla, en ocasiones fracturados.

(b) En Aguilón se reconocen tres niveles sucesivos, de carácter lenticular, de calizas gris-rojizas *wackestone* de bioclastos con abundantes oolitos ferruginosos homométricos y de pequeño tamaño (< 2 mm). Presentan señales de bioturbación y superficies de discontinuidad irregulares de orden menor con ocasionales encostramientos ferruginizados de posible origen estromatolítico. En el nivel inferior la caliza contiene aún filamentos mientras que los dos niveles superiores, de carácter lenticular, muestran un contenido variable en glauconita. En los tres niveles se han recogido elementos reelaborados mezclados, del Calloviense medio al Oxfordiense medio, Biozonas Coronatum a Plicatilis (Sequeiros *et al.*, 1984).

En la localidad de Muel únicamente se reconoce un nivel irregular micrítico (calizas *wackestone* de bioclastos e intraclastos) con restos fragmentados de belemnites y crinoides, de 15 a 20 cm de espesor a techo de la sucesión calloviense. En Jaulín el contacto entre las Fms. Domeño y Yátova es mecánico y no se observa el nivel límite aunque Bulard (1972) cita un nivel centimétrico irregular, no oolítico con una costra ferruginosa a techo. En Aladrén se reconocen dos episodios sedimentarios irregulares, de calizas con bioclastos y ooides predominantemente fosfáticos o carbonatados, separados por crecimientos estromatolíticos. Se han caracterizado, como entidades reelaboradas, los taxorregistros Trezeense y Claromontanus, de acuerdo con la noción de unidades registráticas propuesta por Fernández-López (1986).

En Río Grío (Columna: Morata de Jalón) se reconoce un nivel irregular de calizas *mudstone* a *wackestone* con bioclastos e

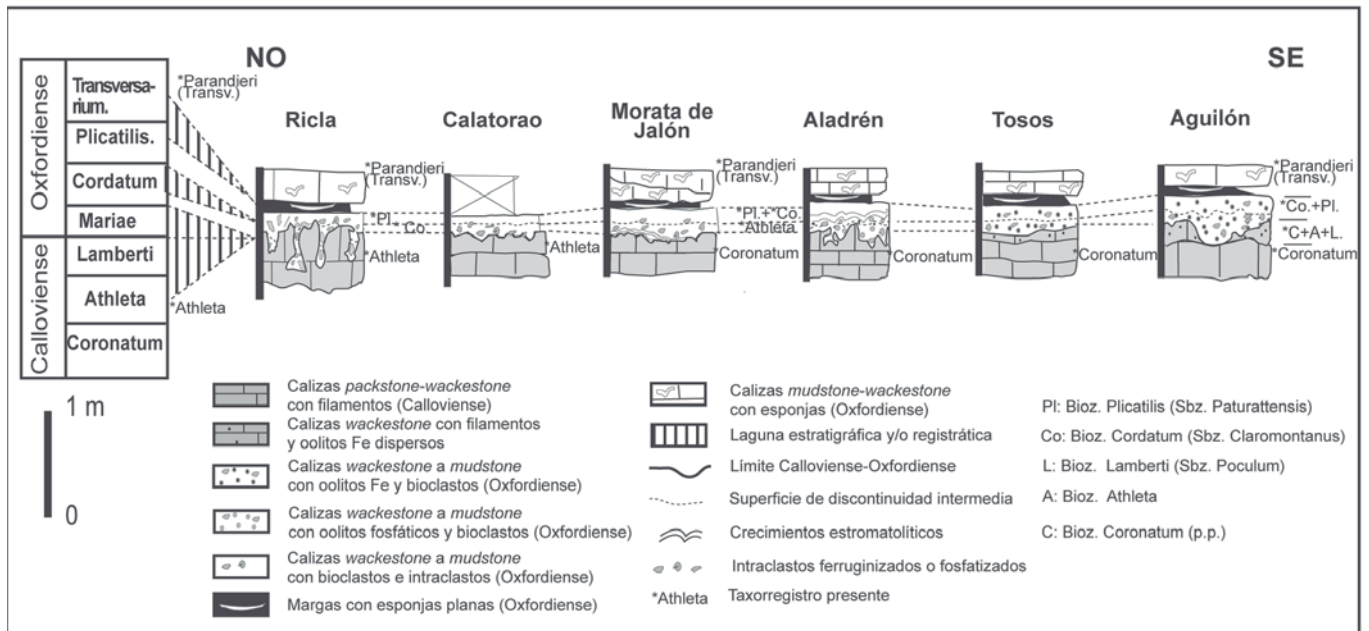


Fig. 2.- Correlación de las columnas estratigráficas de la Capa de Oolitos ferruginosos de Arroyofrío (límite Calloviense-Oxfordiense) entre las diferentes secciones estudiadas.

Fig. 2.- Correlation diagram of the stratigraphic succession of Arroyofrío Bed (Callovian-Oxfordian boundary) between the main localities studied.

intraclastos. Su contenido fosilífero incluye restos fragmentados de belemnites, crinoides, bivalvos, braquiópodos y posibles restos de espongiarios. Los ejemplares reelaborados de ammonites (moldes fragmentados) conforman el Taxorregistro Trezeense. Un ejemplar fragmentado (fragmento de concha) resedimentado, de un posible *Prososphinctes*, permitiría asignar este nivel a la Subbiozona Claromontanus (Oxfordiense inferior). En Calatorao la situación es muy similar, aunque los ejemplares de *Prososphinctes* y *Neocampylites*, característicos del Oxfordiense inferior, se encuentran también reelaborados.

En Ricla, donde este intervalo muestra unas condiciones excepcionales de afloramiento y exposición, se reconocen tres episodios de relleno de las cavidades generadas en el sustrato Calloviense separados por encostramientos estromatolíticos (Ramajo y Meléndez, 1996). La asociación registrada en su interior comprende una mezcla de elementos reelaborados del Calloviense superior al Oxfordiense medio que permiten reconocer los taxorregistros Collotiformis, Poculum, Claromontanus y Paturattensis.

**Observaciones bioestratigráficas (Fig. 3)**

El análisis de las asociaciones registradas de ammonites dentro de la Capa de Arroyofrío ha generado numerosos debates (Sequeiros *et al.*, 1984; Aurell *et al.*, 1994; Page *et al.*, 2004), debido a los frecuentes procesos de mezcla y de condensación tafonómica que evidencia. En la sección de Ricla, la sedimentación carbonatada se

mantiene ininterrumpidamente hasta la base del Calloviense superior (Biozona Athleta, Subbiozona Trezeense). En el sector de Río Grío-Aladrén-Tosos, al E del valle del Jalón hasta el Río Huerva, el Taxorregistro Trezeense se encuentra como entidad reelaborada dentro de la Capa de Arroyofrío. En Aguilón el Taxorregistro Rota se encuentra ya también como entidad reelaborada dentro de dicha capa. Esto quiere decir que, a partir de la Biozona

Coronatum, del Calloviense medio, los procesos de removilización muestran una acusada diacronía de SE a NO. Esto parecería corresponderse con la existencia de un relieve en la plataforma y un probable umbral o alto paleogeográfico hacia el SE (Lardiés *et al.*, 1988, p. 296).

Los taxorregistros Collotiformis y Poculum, a pesar de los datos aún insuficientes de localidades como Río Grío o Aladrén, parecen encontrarse también pre-

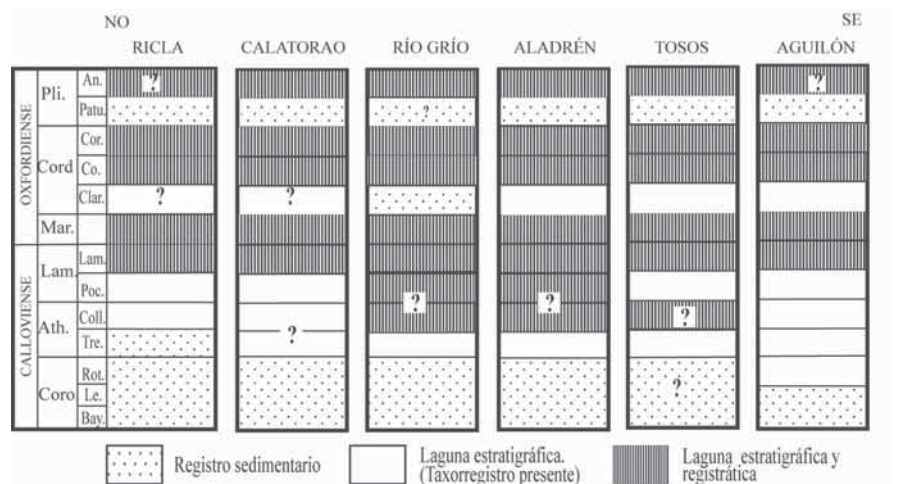


Fig. 3.- Unidades bioestratigráficas y registráticas (Fernández-López, 1986) reconocidas para el intervalo Calloviense medio (Biozona Coronatum)-Oxfordiense medio (Biozona Plicatilis) en las diferentes localidades estudiadas. Clave de las subbiozonas: Bay: Baylei; Le: Leuthardt; Rot: Rota; Tre: Trezeense; Coll: Collotiformis; Poc: Poculum; Lam: Lamberti; Clar: Claromontanus; Co: Costicardia; Cor: Cordatum; Patu: Paturattensis; An: Antecedens.

Fig. 3.- Biostratigraphic and registratic units (Fernández-López, 1986) recognised for the middle Callovian (Coronatum Biozone)-middle Oxfordian (Plicatilis Biozone) interval at the different studied localities. Key for subbiozones: Bay: Baylei; Le: Leuthardt; Rot: Rota; Tre: Trezeense; Coll: Collotiformis; Poc: Poculum; Lam: Lamberti; Clar: Claromontanus; Co: Costicardia; Cor: Cordatum; Patu: Paturattensis; An: Antecedens.

sentes en forma de sendas entidades reelaboradas dentro de la misma capa. Los taxorregistros Lamberti (*s.str.*) y Mariae no han sido evidenciados hasta la fecha en ninguna localidad en la Cordillera Ibérica por lo que parecen indicar una laguna registrática máxima de extensión regional en toda la plataforma.

En el Oxfordiense inferior, el Taxorregistro Claromontanus parece claramente presente en la práctica totalidad de las localidades estudiadas. En algunas localidades, como en Río Grío, los ejemplares característicos de este intervalo: *Prososphinctes Claromontanus* (Bukowski) se encuentran resedimentados, lo que permite asignar el correspondiente episodio sedimentario a la Subbiozona Claromontanus (Fig. 3). No obstante, en Ricla, Tosos o Aguilón, los ejemplares de *Prososphinctes*, *Neocampylites*, o *Passendorferia czenstochowiensis* (Siemiradzki) son moldes fragmentados verticalizados y constituyen elementos reelaborados. Esto quiere decir que en estos puntos también existe una laguna estratigráfica local de esta subbiozona. No debe excluirse sin embargo la posibilidad de encontrar en otros afloramientos ejemplares resedimentados de estos taxones, indicando la conservación discontinua y dispersa de registro sedimentario de esta subbiozona.

Los taxorregistros Costicardia y Cordatum no han sido tampoco identificados hasta el momento en ninguna localidad. Esto parecería en principio indicar la existencia de una segunda laguna registrática de ámbito regional. No obstante, la equivalencia de las formas boreales de Cardiocerátidos y las formas mediterráneas de Perisphinctidos en este intervalo no es bien conocida, por lo que es posible que algunas formas de *Prososphinctes* reconocidas pudieran en realidad corresponder a este intervalo.

El Taxorregistro Paturattensis es reconocido en general en todas las localidades estudiadas por distintas formas características de *Perisphinctes* (M & m), principalmente de los grupos *paturattensis* (Loriol) y *montfalconensis* (Loriol). Con frecuencia los ejemplares de estas formas constituyen elementos resedimentados (conchas fragmentadas) por lo que se puede considerar que la Capa de Arroyofrío corresponde fundamentalmente a la subbiozona inferior de la Biozona Plicatilis. El Taxorregistro Antecedens no ha sido caracterizado claramente en ninguna de las secciones analizadas, lo que parecería indicar una laguna registrática generalizada de dicha unidad. No obstante, es preciso tener en cuenta que algunos ejemplares fragmentados e incompletos, difíciles de determinar de Perisphinctidos, procedentes del nivel superior de esta capa

en Ricla y otros puntos podrían corresponder a formas características de este intervalo, por lo que esta posible laguna registrática debe admitirse con reservas.

La Capa de Arroyofrío en este sector, con escasas excepciones, correspondería por tanto a un depósito sedimentario relativamente tardío, formado durante uno o más episodios en el Oxfordiense medio, durante el Biocrón Plicatilis. Este depósito habría incorporado, en forma de elementos reelaborados, a numerosos ejemplares de episodios anteriores junto con bioclastos e intraclastos. Esta hipótesis se encuentra en parte confirmada por el hecho de que en las localidades como Ricla, Tosos o Aguilón, en donde el registro es más completo, los distintos episodios que forman la Capa de Arroyofrío o el relleno de las cavidades, incluyen siempre ejemplares (elementos reelaborados) del Calloviense medio y/o superior así como del Oxfordiense inferior y en ocasiones del Oxfordiense medio (Meléndez *et al.*, 1982; Sequeiros *et al.*, 1984). El reciente hallazgo en Ricla de un ejemplar reelaborado (molde fragmentado verticalizado) de *Prososphinctes cf. claromontanus* (Bukowski) en el primer episodio de relleno de las cavidades junto con otros elementos reelaborados del Calloviense superior, apoya asimismo esta idea.

### Interpretación y Conclusiones

Como consecuencia de las observaciones anteriores, se puede afirmar que:

- El límite entre el Jurásico Medio y Superior (entre el Calloviense y Oxfordiense) en el sector noroccidental de la Cordillera Ibérica coincide con la base de la Capa de Arroyofrío.

- Dicho límite se encuentra marcado por una amplia laguna estratigráfica que, en el sector entre el río Jalón y el Huerva, abarca desde el límite Calloviense medio-superior (techo de la Biozona Coronatum) hasta el Oxfordiense medio (base de la Biozona Plicatilis).

- Asimismo, se evidencia la existencia de una laguna registrática máxima que afecta a los taxorregistros Lamberti (*s.str.*) y Mariae, coincidiendo con el límite Calloviense-Oxfordiense. Otras posibles lagunas registráticas apuntadas como posibles (Fig. 3) deben aceptarse con reservas.

- Aunque en la Capa de Arroyofrío se pueden reconocer diversos episodios sedimentarios separados por discontinuidades menores o por encostramientos estromatólíticos, todos debieron tener lugar en una fase «tardía» de este intervalo, probablemente durante el Biocrón Plicatilis. La superficie de discontinuidad que corona esta

capa corresponde al límite entre las biozonas Plicatilis y Transversarium (Oxfordiense medio). La posible laguna estratigráfica y/o registrática de la Subbiozona Antecedens no ha sido confirmada aún, en espera de datos paleontológicos determinativos.

### Agradecimientos

A los Drs. W. Brochwicz-Lewinski, E. Cariou, S. Fernández-López, J.J. Gómez-Fernández y L. Sequeiros por las numerosas discusiones durante años que han contribuido a clarificar muchas ideas sobre este problema; al Dr. José A. Gámez Vintaned por sus observaciones sobre las pistas fósiles. Este trabajo forma parte del proyecto CGL 2004-02694/BTE (MEC-CSIC).

### Referencias

- Aurell, M., Fernández-López, S. y Meléndez, G. (1994). *Geobios*, MS, 17, 547-561.
- Bulard, P.F. (1972). *Le Jurassique Moyen et Supérieur de la Chaîne Ibérique sur la bordure du bassin de l'Ebre (Espagne)*. Thèse Univ. Nice, CNRS, AO-7095, 702 pp.
- Fernández-López, S. (1986). *Revista Española de Paleontología*, 1, 29-45.
- Lardiés, M<sup>a</sup>D. (1990). *Cuadernos de Geología Ibérica*, 14, 157-172.
- Lardiés, M<sup>a</sup>D., Meléndez, G. y Sequeiros, L. (1988). En: *II Congreso Geológico de España*, Comunicaciones, 1, 293-296.
- Meléndez, G., Bello, J., Ramajo, J. y Ziani, H. (2002). En: *Current Topics on Taphonomy and Fossilization*. (M. Renzi *et al.*, Eds.). Ayto. Valencia, Col. Encontros, 5, 407-418.
- Meléndez, G., Sequeiros, L. y Brochwicz-Lewinski, H. (1982). *Bulletin de l'Académie Polonaise des Sciences (série Sciences de la Terre)*. 30, 173-180.
- Page, K., Bello, J., Meléndez, G., Ramajo, J. y Ziani, H. (2004). *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 100, 191-200.
- Ramajo, J. y Aurell, M. (1997). *Cuadernos de Geología Ibérica*, 22, 213-236.
- Ramajo, J. y Meléndez, G. (1996). En: *Actas II Reunión de Tafonomía y fosilización*. (G. Meléndez, M<sup>a</sup>F. Blasco e I. Pérez-Urresti, Eds.). 337-346
- Sequeiros, L. y Cariou, E. (1984). *Estudios Geológicos*, 40, 411-419
- Sequeiros, L., Cariou, E. y Meléndez, G.; (1984). *Estudios Geológicos*, 40, 399-410.
- Sequeiros, L. y Meléndez, G. (1981). *Cuadernos de Geología*, 10, 167-177.