

Estudio preliminar de la organización secuencial del Complejo Basal Transgresivo en el Sector Central de la Cuenca del Guadalquivir (Tortonense, SO España)

Preliminary study of sequential arrangement of the Transgressive Basal Complex in the central sector of Guadalquivir foreland Basin (Tortonian, SW Spain)

M. Abad ⁽¹⁾, F. Ruiz ⁽¹⁾, J. G. Pendón ⁽²⁾, J. Tosquella ⁽¹⁾, M. L. González-Regalado ⁽¹⁾ y N. López-González ⁽²⁾

⁽¹⁾Departamento de Geodinámica y Paleontología, Universidad de Huelva, 21071, Huelva, España.

⁽²⁾ Departamento de Geología, Universidad de Huelva, 21071, Huelva, España. E-mail: manuel.abad@dgyp.uhu.es

ABSTRACT

The sedimentary filling of the Guadalquivir Basin along its central sector during Tortonian consists of fluvial/deltaic facies, which are recurrently cut by several transgressive pulses. The study of the sequential arrangement of these deposits, also called Transgressive Basal Complex, lead us to differentiate three relative orders of transgressive-regressive cyclicity: minor, intermediate and mayor order cycles. The basic building blocks are the "fundamental sequences" which are associated to intermediate order cycles. Controlling factors of this sequences can be found among eustatic raises, tectonic activity, climatic changes and relative accumulation rates of sedimentary supply.

Key words: Ciclicity, Sequence Stratigraphy, Tortonian, Guadalquivir Basin.

Geogaceta, 35 (2004), 27-30
ISSN:0213683X

Introducción

El estudio de la organización secuencial del relleno sedimentario de las cuencas ha sido una temática ampliamente desarrollada por numerosos autores. De forma tradicional, las dos escuelas más importantes encomendadas a cumplir este objetivo son: i) el Grupo Exxon (Brown & Fisher, 1977; Vail *et al.*, 1984; Haq *et al.*, 1988; Mitchum & Van Wagoner, 1990) que proponen como unidad elemental la Secuencia Depositional, y como subunidad las Parasecuencias; ii) Galloway (1989a, b) que utiliza las Secuencias Estratigráficas Genéticas. Ambos modelos resultan difíciles de aplicar sobre el terreno, siendo esto aún más complejo en zonas donde se producen cambios de facies muy rápidos y exista una gran fragmentación de afloramientos que permitan una reconstrucción precisa de la arquitectura de facies y organización secuencial de los depósitos.

La cartografía de los diferentes episodios transgresivos que experimentó el sector central de la Cuenca del Guadalquivir durante el Tortonense y el análisis detallado de las superficies de disconti-

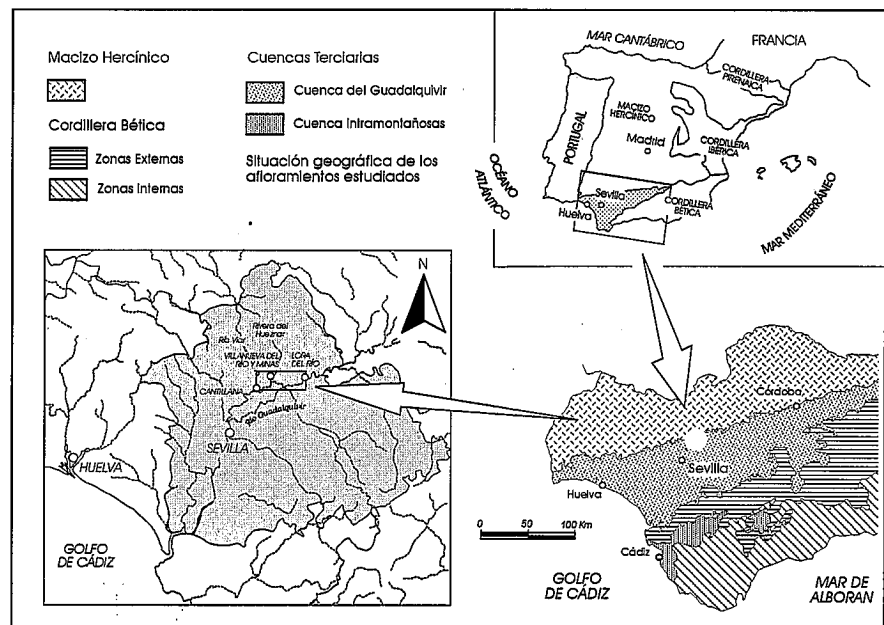


Fig. 1.- Situación geográfica y contexto geológico del área estudiada.

Fig. 1.- Geographical and geological setting of the studied area.

nidad que los limitan han permitido realizar una subdivisión de estos materiales en unidades aloestratigráficas o sintemas (NACSN, 1983) y establecer el ordena-

miento interno del relleno sedimentario de la Cuenca del Guadalquivir en esta zona. Especial atención en este trabajo recibirán las secuencias de mayor fre-

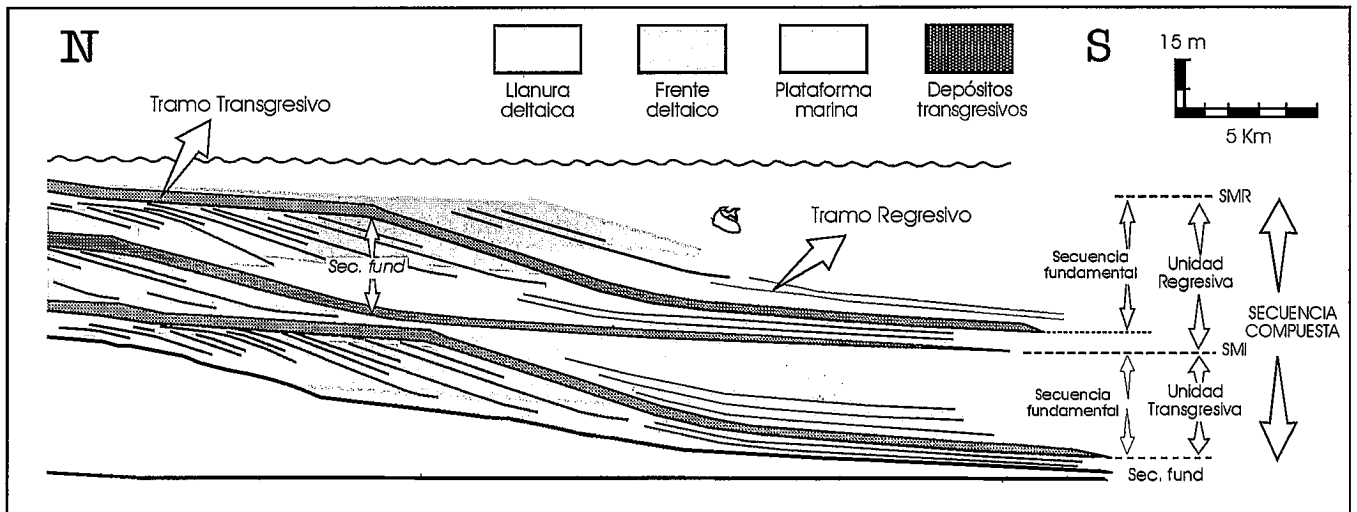


Fig. 2.- Partes principales de las secuencias fundamentales y de las secuencias compuestas. SMI: Superficie de máxima inundación; SMR: Superficie de máxima regresión.

Fig. 2.- Main parts of Fundamental Sequences and Composite Sequences. SMI: Maximum Flooding surface; SMR: Maximum Regression Surface.

cuencia y menor orden, que muestran algunas incompatibilidades con los modelos clásicos.

Localización

La zona en la que se centra este estudio se enmarca en el sector central de margen Norte de la Cuenca del Guadalquivir, concretamente, entre las localidades de Cantillana y Lora del Río (Sevilla). En este punto se registra ampliamente la serie neógena, depositada de forma discordante sobre los materiales de la Meseta Ibérica, principalmente conglomerados, pizarras y cuarcitas paleozoicas.

A gran escala, la sucesión neógena se subdivide en dos unidades litoestratigráficas. De muro a techo, estas unidades son: i) El Complejo Basal Transgresivo o CBT (Pendón et al, 2001; Abad, 2002), de edad Tortoniense. Se encuentra formado por una serie de depósitos siliciclásticos de naturaleza arenosa-conglomerática entre los que se intercalan de forma recurrente varias barras arenosas carbonatadas, en ocasiones muy fosilíferas. ii) La Formación "Arcillas de Gibrleón" (Civis et al., 1987), de edad Tortoniense superior-Plioceno inferior (Sierro, 1985), constituida por una sucesión bastante monótona de arcillas y margas, muy rica en microfauna planctónica y bentónica.

La sucesión descrita se interpreta como una Secuencia Depositional, denominada Secuencia B (Sierro et al., 1990), asociada al Ciclo de Tercer Orden 3. 2 de Haq et al. (1987), representando el CBT

los materiales depositados en condiciones transgresivas o de ascenso del nivel del mar. La Formación "Arcillas de Gibrleón" responde a los sedimentos depositados en la etapa de nivel del mar alto. En la parte Este de la cuenca, la Secuencia B comienza con sedimentación turbidítica, que representa el cortejo de bajo nivel del mar, aunque en la zona Oeste y Central de la Cuenca estos depósitos no afloran en superficie. La base de la secuencia está definida aquí por el depósito transgresivo costero sobre las rocas pre-Neógenas del margen Norte.

Organización secuencial

El estudio de los depósitos miocenos que afloran en este sector de la Depresión del Guadalquivir ha permitido establecer tres órdenes principales de ciclicidad que se reflejan en secuencias de tipo transgresivo-regresivo de diferentes magnitudes.

Ciclos de Orden Menor

Se han identificado como pequeñas secuencias transgresivas-regresivas (de 3 metros como máximo) definidas por arenas que pueden aparecer bioturbadas y/o con bivalvos marinos y evidencias de retrabajo por oleaje, que pasan bruscamente hacia techo a facies conglomeráticas de afinidad deltaica (principalmente, depósitos de frente deltaico proximal).

Ciclos de Orden Intermedio

Los depósitos estudiados están constituidos por una constante alternancia de

facies detríticas, de naturaleza aluvial/ fluvial o deltaica, y de facies carbonatadas costeras y de plataforma marina formadas por calcarenitas y calizas. Estas secuencias de naturaleza transgresiva-regresiva, parecen representar episodios alternantes de progradación deltaica y pulsos de ascensos del nivel del mar que reflejan una tendencia retrogradante del sistema. Gran parte de este trabajo se centra en estas secuencias o "secuencias fundamentales", siguiendo, en parte, la nomenclatura propuesta por López Blanco (1993) para los depósitos de características similares del Eoceno de Sant Llorenç del Munt (Cuenca Surpirenaica). Son cartografiables y relativamente continuas lateralmente durante varios kilómetros. Su potencia oscila entre los 2,5 y los 25 m.

Las secuencias fundamentales se encuentran constituidas por dos términos:

1) Tramo Transgresivo: Aparece sobre el sustrato, tapizando la superficie de inundación marina inicial, o sobre las sucesivas superficies de ravinement que aparecen intercaladas en toda la formación. Esta formada por depósitos calcareníticos muy ricos en fauna marina, en cuya base aparece un lag de clastos (de hasta 30 cm), restos de cirripodos y valvas de ostreidos de grandes dimensiones, producto del retrabajo marino sobre los depósitos costeros al producirse la inundación marina del antepaís. Su techo representa una superficie de máxima inundación y frecuentemente se encuentra delimitado por acumulaciones mono-específicas de nummulítidos (*Heterostegina gomez-angulensis*

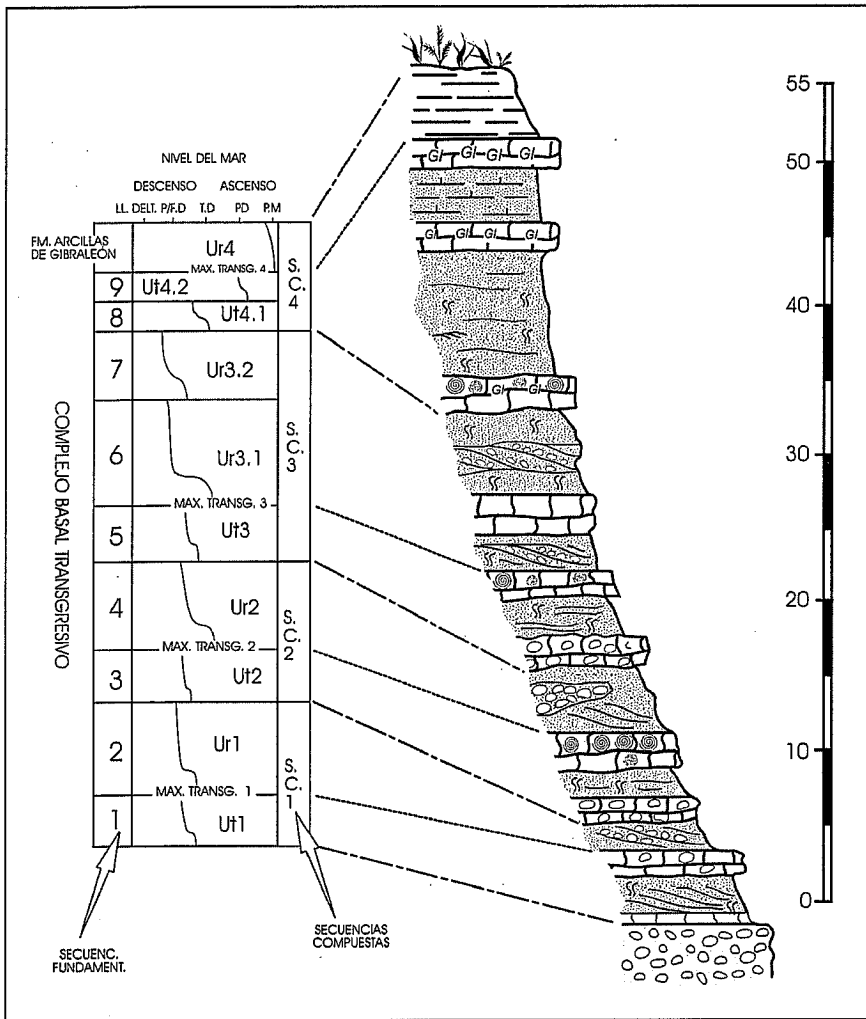


Fig. 3.- Columna regional de la zona de estudio, donde se relacionan las secuencias fundamentales y compuestas con los ciclos de cambio relativo del nivel del mar. LL. DELT, Llanura deltaica; P/F.D, Playa-Frente Deltaico; T. D, Talud deltaico; PD, Prodelta; P. M, Plataforma marina abierta.

Fig. 3.- Regional Section of the area studied where Fundamental Sequences and Composite Sequences are related with relative sea level changes cycles. LL. DELT, Subaerial braided stream; P/F.D, Beach-Delta front; T. D, Slope deposits; PD, Prodelta; P. M, Shallow marine platform.

PERCONIG) y, en ocasiones, cantidades considerables de glauconita.

2) Tramo Regresivo: Se presenta sobre la superficie de máxima inundación, en ocasiones erosionándola completamente. Siempre aparecen constituidos por facies aluviales/deltaicas de naturaleza conglomerática/arenosa que progradan sobre la plataforma marina, definiendo: i) secuencias progradantes/agradantes que representan etapas de equilibrio o; ii) secuencias que indican una profundización progresiva del medio. Su techo se encuentra delimitado, en general, por la superficie de inundación marina correspondiente a la siguiente secuencia. Por tanto, no existen evidencias claras que confirmen la existencia de una superficie de máxima regresión próxima al techo del tramo.

3) Tramo de Bajo Nivel del Mar (?): No se han identificado depósitos formados durante etapas de descenso o de bajo

nivel del mar. Puntualmente, se han observado facies de llanura deltaica depositadas directamente sobre niveles de naturaleza marina (acumulaciones de heterostegínidos) que indican batimetrías superiores a los 20 m. Esta circunstancia sólo podría explicarse mediante un rápido descenso del nivel del mar entre la formación de ambos tramos. Por otro lado, la aparición en el seno de algún tramo regresivo de niveles de grandes clastos del zócalo (lag), intercalados entre materiales arenosos deltaicos o de playa, indican la existencia de procesos relacionados con etapas de bajo nivel del mar generados en el continente.

Por lo tanto, los límites que separan las diferentes secuencias fundamentales son superficies de inundación o transgresivas. Las superficies de máxima regresión deben encontrarse en el seno de los tramos regresivos, si bien, en la mayo-

ría de los casos no son siempre fácilmente diferenciables, lo que denota la existencia de fases de equilibrio y profundización en el sistema, con momentos puntuales de llegada de grandes avenidas desde el continente, principalmente en el comienzo del tramo. Sólo en estos instantes se produciría un importante avance de las facies proximales hacia el interior de la cuenca. Estas circunstancias, aunque no son frecuentes, pueden producirse en contextos en el que la tasa de sedimentación supere la tasa de ascenso relativo del nivel del mar (con lo que se forma el dispositivo progradante) y en las que los aportes van disminuyendo con el tiempo. En otros momentos la tasa de sedimentación supera ampliamente la tasa de ascenso del nivel del mar y el volumen de aporte continúa aumentando, formándose un dispositivo progradante que favoreció la migración de la línea de costa mar adentro.

La evolución entre tendencias progradantes, agradantes y retrogradantes en los diferentes tramos regresivos, e incluso dentro de estos mismos tramos, reflejan con claridad la interferencia de varios procesos que podían actuar de forma simultánea o independientemente.

Ciclos de Orden Mayor

El tipo de apilamiento de las secuencias fundamentales se ha estudiado a lo largo de toda la zona de estudio, a través de varios cortes orientados paralelos y perpendicularmente a la dirección de progradación de los sistemas. En base a esto se han definido las secuencias compuestas (secuencias transgresivo-regresivas), que se encuentran formadas por secuencias fundamentales, agrupadas, a su vez, en función de si presentan tendencias agradantes/retrogradantes (Unidad Transgresiva) o progradantes (Unidad Regresiva).

1) Unidades Transgresivas: Formadas por una de las secuencias fundamentales o un grupo de ellas que presentan, en conjunto, tendencias de tipo retrogradacional. Suelen presentar a techo superficies de máxima inundación, delimitada por acumulaciones de heterostegínidos o por niveles ricos en glauconita autógena que indican condiciones de condensación. Su base coincide con la superficie transgresiva inicial desarrollada sobre el sustrato paleozoico o bien, es una superficie de inundación marina que aparece sobre el tramo regresivo de la unidad infrayacente.

2) Unidades Regresivas: Formadas por una o varias secuencias fundamenta-

les de naturaleza progradante, limitada en su base por una superficie erosiva que corta la superficie de máxima inundación marina de la unidad transgresiva infrayacente. La identificación del máximo avance del sistema progradante hacia la cuenca, representado mediante una hipotética superficie de máxima regresión, no es siempre evidente sobre el terreno y suele mostrar posiciones variables dentro de los tramos detríticos.

En general, dentro de la misma secuencia compuesta la potencia de las unidades regresivas es mayor que la de las unidades transgresivas. Las secuencias compuestas se encuentran delimitadas a muro por superficies de transgresión, determinando el paso de un apilamiento progradacional a uno retrogradacional entre secuencias. La potencia de máxima de estas secuencias oscila entre los 20 y los 60 metros.

Ciclicidad

Los tres órdenes de ciclicidad definidos en los depósitos aflorantes en este sector de la cuenca, probablemente se encuentran relacionados con la interacción entre diferentes procesos como cambios en las posiciones de los diferentes lóbulos deltaicos y cauces fluviales, variaciones en el volumen de aporte sedimentario y cambios relativos del nivel del mar. Estos procesos pudieron estar ligados, a su vez, a mecanismos tanto autocíclicos como alocíclicos (actividad tectónica o variaciones eustáticas).

Los Ciclos de Orden Menor pueden estar asociados al abandono, migración lateral y/o progradación de lóbulos deltaicos o barras de desembocadura fluvial, en respuesta a procesos de naturaleza autocíclica o, incluso a eventos de origen alocíclico como cambios en la tasa de aporte o en el nivel relativo del mar.

Por otro lado, el origen de los Ciclos de Orden Intermedio probablemente se encuentra relacionado con procesos alocíclicos como cambios eustático-climáticos de alta frecuencia que provocaron modificaciones periódicas en la tasa de aporte sedimentario y, por tanto, en el tipo de sedimentación. La magnitud del ascenso del nivel del mar en cada una de estos ciclos no superó los 10 metros. Por su elevada frecuencia, escala y naturaleza deducimos que se tratan de ciclos de la escala de Milankovitch (ciclos de 5º orden) que serían los responsables de cambios en el clima de esta región duran-

te el Tortoniense. Fluctuaciones de carácter cíclico asociadas a oscilaciones climáticas, inducidas por cambios en el movimiento de precesión de la Tierra, han sido ampliamente descritas en varias cuencas occidentales mediterráneas, coetáneas con los depósitos estudiados en este trabajo (Sierro *et al.*, 1999; p.e.). Sin embargo, esta hipótesis deben ser reforzadas mediante la ampliación del área de estudio hacia otros sectores de la cuenca y confirmada a través de estudios geoquímicos y bioestratigráficos más precisos.

Estos cambios se expresan en la activación (tramos regresivos de sedimentación detrítica) y abandono e invasión marina (tramos transgresivos de naturaleza carbonatada) de los sistemas deltaicos. De forma paralela, estos pulsos de ascenso del nivel marino se registran como cambios bruscos de medios eutróficos, donde domina ecosistemas de alta diversidad observada en ostrácodos y microforaminíferos, indicativos de medios ricos en nutrientes y bien oxigenados, a ecosistemas de naturaleza oligotrófica. Estos últimos representan medios muy pobres en nutrientes, representado por las acumulaciones de heterostegínidos (Tosquella *et al.*, 2002).

El origen de las Secuencias Compuestas, vinculadas a los Ciclos de Orden mayor, seguramente se encuentran relacionada con la interacción entre procesos de variación de la tasa subsidencia por causas tectónicas, cambios eustáticos a gran escala y de forma colateral, modificaciones en la tasa de aporte sedimentario desde el continente. Según varios autores (Sanz de Galdeano y Vera, 1991; Vera, 2000) la subsidencia, generada por el emplazamiento de los mantos alóctonos béticos continúa en esta zona hasta el Tortoniense superior. Por otro lado, no podemos olvidar que el depósito del CBT tuvo lugar durante la etapa transgresiva del Ciclo de 3º Orden 3.2, lo que nos sitúa en un contexto de ascenso eustático del nivel del mar, controlado por factores que aún desconocemos. La posibilidad de que exista un fuerte control de la oblicuidad de la Tierra sobre los ciclos eustáticos de 3º y 4º Orden del Neógeno superior ha sido propuesta por Lorens *et al.*, (1999).

Conclusiones

Se han diferenciado tres órdenes distintos de ciclicidad de naturaleza transgresivo/regresivo dentro del CBT.

Las Secuencias de Orden Menor son las de menor escala y su origen se relaciona con la migración y abandono de lóbulos deltaicos y canales fluviales. Su origen, por tanto, se debe a cambios autocíclicos, aunque el control de factores alocíclicos no es del todo descartable.

Las Secuencias de Orden Intermedio o Secuencias Fundamentales están formadas por un tramo transgresivo-retrogradante, registrado mediante depósitos calcareníticos o acumulaciones de heterostegínidos, y otro tramo regresivo-progradante (y agradante), constituido por conglomerados y arenas de origen fluvial y deltaico. Su origen se interpreta asociado a Ciclos eustático-climáticos de la escala de Milankovitch, como los originados por el movimiento de la precesión de la Tierra.

A partir del apilamiento de secuencias fundamentales, agrupadas, a su vez, en función de si presentan tendencias agradantes/retrogradantes (Unidad Transgresiva) o progradantes (Unidad Regresiva) se definen las Secuencias Compuestas. Estas secuencias compuestas (secuencias transgresivo-regresivas) tienen su origen en la interferencia de factores alocíclicos como la subsidencia y oscilaciones eustáticas del nivel del mar de mayor escala.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el Plan Propio de la Universidad de Huelva (Grupo de "Paleontología y Ecología Aplicadas") por el Plan Andaluz de Investigación (Grupo RNM-238).

Referencias

- Abad, M. (2002): *Seminario de Investig.*, Univ. Huelva (inédito), 255 pp.
- Baceta, J.I. y Pendón J.G. (1999): *Rev. Soc. Geol. España*, 12, 419-438.
- Civis, J. (1987): *Paleo. del Neog. de Huelva*, 9-21 pp.
- Haq, B., Hardenbol, J. y Vail, P.R. (1987): *Science*, 235, 1156-1167 pp.
- Pendón J.G., González-Regalado, M.L., Ruiz, F., Abad, M. y Tosquella, J. (2001): *Geotemas*, 3 (2), 13-16 pp.
- Sierro, F.J., González-Delgado, J.A., Flores, J.A., Dabrio, C. y Civis, J. (1990): *Paleont. Evolucio. Mem. espec.* 2, 209-250 pp.
- Sierro, F.J. (1985): *Studia Geol. Salmant.*, 21, 7-85 pp.