

Estratigrafía y quimioestratigrafía del Valanginiense (*pro parte*) de Loma Solana, Sierra de Quípar (Subbético Externo, Cehegín, Murcia)

Stratigraphy and chemostratigraphy of the Valanginian (pro parte) from Loma Solana, Sierra de Quípar (External Subbetic, Cehegín, Murcia)

Miguel Company¹, Roque Aguado², José Manuel Castro³, Ginés A. de Gea³, José M. Molina³, Luis M. Nieto³ y Pedro A. Ruiz-Ortiz³

¹ Departamento de Estratigrafía y Paleontología. Universidad de Granada. 18071 Granada, España. mcompany@ugr.es

² Departamento de Geología y CEACTierra. EPS Linares. Universidad de Jaén. C/ Alfonso X el Sabio, 28. 23700 Linares (Jaén), España. raguado@ujaen.es

³ Departamento de Geología. Facultad de Ciencias Experimentales y CEACTierra. Universidad de Jaén. 23071 Jaén, España. jmcastro@ujaen.es, gadegea@ujaen.es, jmmolina@ujaen.es, lmnieto@ujaen.es, paruiz@ujaen.es

ABSTRACT

The stratigraphy, biostratigraphy and geochemistry (C stable isotopes and RSTE trace elements) of a succession of Valanginian age outcropping in Loma Solana (External Subbetic) is presented. The succession is composed of two local sections, one cropping out to the west of Cehegín (Murcia) and another in the Garranchal gorge, to the SSW of this locality. The lithology consists of marl and marlstone rhythmically interbedded, which is typical of the Carretero Fm of the Subbetic. The ammonite zones and subzones of the middle-late early Valanginian and the complete late Valanginian, except for the lattermost part, have been identified, without any evidence of stratigraphic discontinuity between the two local sections. The $\delta^{13}\text{C}$ curve show a similar shape to those of the same age obtained in other basins and the positive excursion of the $\delta^{13}\text{C}$ characterizing the Weissert episode of environmental change (EEC Weissert) has been identified. The RSTE, redox sensitive trace elements, analyzed do not show any particular increase as is typical of anoxic events and consequently conclude that anoxia due not exist in this part of the Subbetic basin during this EEC.

Key-words: External Subbetic, Valanginian, C stable isotopes, RSTE elements, Weissert episode.

Geogaceta, 56 (2014), 55-58.
ISSN (versión impresa): 0213-683X
ISSN (Internet): 2173-6545

Introducción

Durante el Cretácico Inferior se dieron importantes cambios paleoceanográficos y paleoclimáticos. El estudio de estos cambios recibe cada vez más atención, entre otros motivos, por tratar de encontrar análogos antiguos del Cambio Global actual. Se ha prestado especial atención a los cambios que se dieron durante lo que Föllmi (2012) define como EECs (*Episodes of Environmental Change*, episodios de cambio am-

biental). Uno de estos EECs se dio durante el Valanginiense, y ha sido bautizado como "episodio Weissert". Si bien, originalmente se planteó como un evento anóxico oceánico (OAE, Erba *et al.*, 2004), posteriormente se ha argüido, tomando como base diversas evidencias, la falta de anoxia en diferentes cuencas donde se ha estudiado este intervalo de tiempo (p.ej., Westermann *et al.*, 2010; Kujau *et al.*, 2012). La propuesta de Föllmi (2012), respecto a la denominación de estos intervalos temporales de cambio ambiental, permite adentrarse en

RESUMEN

Se presenta el estudio estratigráfico, bioestratigráfico y geoquímico de una sucesión del Valanginiense que aflora en Loma Solana (Subbético Externo). Se trata de una sección compuesta de dos secciones parciales, una de ellas levantada al oeste de Cehegín (Murcia) y la otra en el barranco del Garranchal, al SSO de dicha localidad. La litología, margas y margocalizas en alternancia rítmica, es la típica de la Fm. Carretero, a la que corresponde. Se identifican las zonas y subzonas de ammonites de la parte media-alta del Valanginiense inferior y de todo el Valanginiense superior, excepto la parte más terminal del mismo, sin que se haya denotado discontinuidad alguna entre una sección y otra. La curva de valores de $\delta^{13}\text{C}$ muestra una forma similar a la obtenida en otras cuencas para la misma edad y en ella se puede identificar la excursión positiva del $\delta^{13}\text{C}$ que caracteriza el episodio Weissert de cambio ambiental. Los elementos traza analizados, sensibles a cambios en las condiciones redox del medio sedimentario (elementos RSTE), no indican que hubiera condiciones anóxicas en el mismo durante este episodio de cambio ambiental.

Palabras clave: Subbético Externo, Valanginiense, isótopos estables de C, elementos RSTE, episodio Weissert.

Fecha de recepción: 31 de enero de 2014

Fecha de revisión: 29 de abril de 2014

Fecha de aceptación: 30 de mayo de 2014

el estudio de los mismos sin planteamientos previos que condicionen su análisis, y por ello se puede considerar especialmente oportuna.

En la cordillera Bética, una de las sucesiones más completas del Valanginiense es la que aflora en Loma Solana, al SO de Cehegín (Murcia), que es la que se estudia en este trabajo. Se presenta junto a ella la curva isotópica del $\delta^{13}\text{C}$ y el análisis de elementos traza sensibles a cambios en las condiciones de oxidación-reducción del medio (elementos RSTE, *Redox Sensitive*

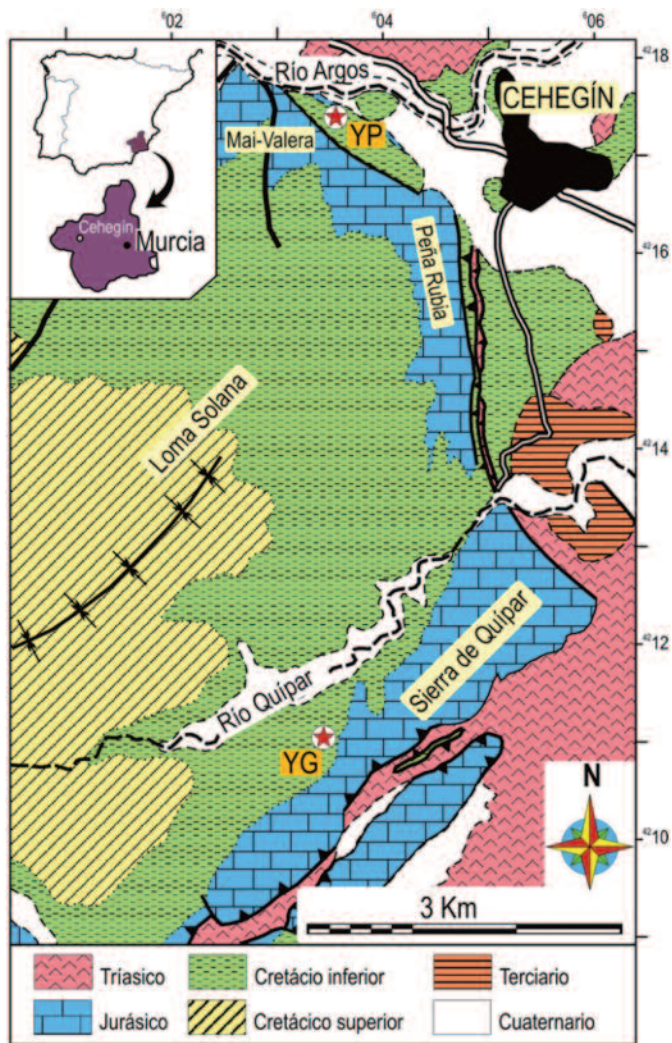


Fig. 1.- Mapa geológico del área de Loma Solana (Subbético Externo, provincia de Murcia, SE de España). YP, YG: posición de las secciones estratigráficas consideradas en este trabajo.

Fig. 1.- Geological map of the Loma Solana area (External Subbetic, Murcia province, SE Spain). YP, YG: location of the studied stratigraphic sections.

Trace Elements). Concretamente, se muestran los resultados de los análisis del Mn, V, U, Co, As y Zn.

Estratigrafía y bioestratigrafía

Se han estudiado dos secciones complementarias. Una de ellas (sección YP) se sitúa en la ladera nororiental del cerro de Mai Valera, unos 250 m al oeste del barranco del Saltador y dos kilómetros al oeste de la localidad de Cehegín. La otra (sección YG) aflora a lo largo del barranco del Garranchal, en la vertiente occidental de la sierra de Quípar, unos seis kilómetros al suroeste de Cehegín (Fig. 1). Desde el punto de vista geológico, las dos secciones se localizan en el afloramiento de Loma Solana, dentro del dominio Subbético Externo (Rey, 1993) (Fig. 1).

En ambos casos, la sucesión litológica está constituida por una alternancia rítmica de margas y margocalizas grises, característica de la Formación Carretero a la que corresponde. Texturalmente, los sedimentos son *mudstones* con radiolarios y otros bioclastos. La fracción carbonatada fina está compuesta en gran medida por restos de nanofósiles calcáreos. La macrofauna fósil está ampliamente dominada por los amonoides, a los que acompañan algunos belemnites, bivalvos, gasterópodos, braquiópodos y equínidos irregulares.

El intervalo estudiado abarca la parte terminal del Valanginiense inferior y la mayor parte del Valanginiense superior. La abundante y bien preservada fauna de amonites ha permitido reconocer a lo largo de la sucesión las distintas unidades de la actual escala zonal estándar (Reboulet et

al., 2014), sin que se detecten evidencias de interrupción o de condensación en la sedimentación.

En la sección YP se ha muestreado la parte terminal del Valanginiense inferior. La base de la sección (niveles 0 y 1) (Fig. 2) corresponde al techo de la Zona de *Neocomites neocomiensiformis*, caracterizada por la presencia de esta especie, junto con *Kilianella* gr. *roubaudiana* y *Valanginites fuhri*. En el nivel 2 la fauna cambia notablemente y aparecen especies como *Karakaschiceras inostranzewi*, *Neohoploceras provinciale* y *Neocomites neocomiensis*, que caracterizan la última zona del Valanginiense inferior (Zona de *K. inostranzewi*). Los niveles 6 a 8 pueden ser atribuidos a la Subzona de *Neocomites platycostatus* gracias a la presencia de la especie índice y otras formas como *Saynoceras contestanum*, *Julianites mourrei* y *Paquiericeras paradoxum*.

Los niveles basales de la sección YG (niveles 1 a 3), corresponden a esa misma subzona. La aparición de *Saynoceras verrucosum* en el nivel 4 marca la base del Valanginiense superior. La especie índice va acompañada de otras heredadas del nivel anterior como *N. platycostatus*, *S. contestanum*, *P. paradoxum*, *J. mourrei* y *Valanginites nucleus*. A partir del nivel 14 muchas de esas especies desaparecen y aparecen otras nuevas como *Neohoploceras karakaschi*, *Rodighierites lamberti*, *Neolissoceras desmocerotoides* y *Olcostephanus tenuituberculatus*, que nos permiten identificar la Subzona de *Karakaschiceras pronecostatum*.

La Zona de *Neocomites peregrinus* ocupa el intervalo entre los niveles 26 y 45. Hemos podido diferenciar las dos subzonas habitualmente admitidas para esta unidad bioestratigráfica. La Subzona de *N. peregrinus* (niveles 26 a 29) queda caracterizada por la especie índice, algunos ejemplares de *Oosterella fascigera* y los primeros representantes de *Olcostephanus balestrai*. En la Subzona de *Olcostephanus nicklesi* (niveles 30 a 45) aparecen, junto a la especie índice, *Neocomites praediscus*, *Neocomites subpachydricranus*, *Oosterella* gr. *gaudryi-stevenini* e *Himantoceras trinodosum*.

La parte superior de la sucesión (niveles 46 a 61) ha proporcionado una fauna escasa y, en general, poco significativa, aunque la presencia de algunos ejemplares de *Criosarasinella* sp. ind. y *Olcostephanus densicostatus* permite asignar este intervalo a la Zona y Subzona de *Criosarasinella furcillata*.

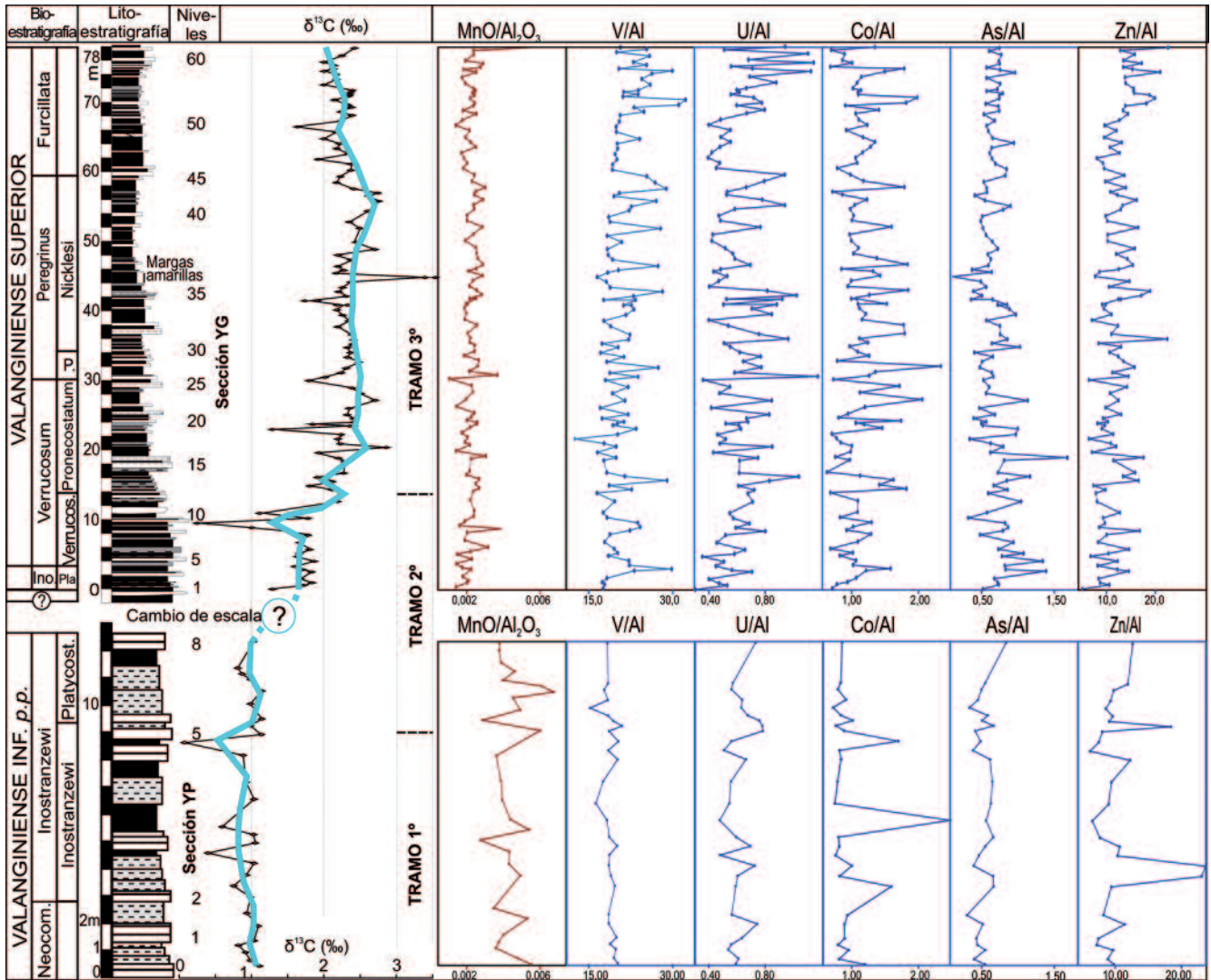


Fig. 2.- Columnas estratigráficas YP e YG consideradas en este trabajo, así como las curvas para ambas secciones del $\delta^{13}\text{C}$ (‰-VPDB) (en azul, curva ajustada) y de varios elementos trazas normalizados con respecto al Al. Las abreviaturas en la biozonación significan: Ino.: *inostranzewi*; Pla.: *platycostatus*; P.: *peregrinus*.

Fig. 2.- Stratigraphic sections YP and YG studied in this paper. Also the $\delta^{13}\text{C}$ (‰-VPDB - adjusted curve in blue), and different trace elements curves normalized to Al for both sections. Abbreviations in the biostratigraphy mean: Ino.: *inostranzewi*; Pla.: *platycostatus*; P.: *peregrinus*.

Geoquímica isotópica y elemental

Los valores del $\delta^{13}\text{C}$ que se presentan en la figura 2 se han obtenido a partir de muestras de roca total y se dan en ‰V-PDB. Se estima que los valores de isótopos estables de C y O en la sección YP deben estar poco distorsionados por la diagénesis, a tenor del valor del coeficiente de correlación r^2 (0,45) obtenido a partir de la comparación de los valores de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{18}\text{O}$. Por el contrario en la sección YG (Valanginiense superior) se estima que los valores correspondientes reflejan la señal isotópica primaria, ya que el valor del coeficiente r^2 es de 0,26. En función de la forma de la curva se pueden diferenciar tres tramos cuya ex-

tensión en cada caso se indica en la figura 2. Dicha forma es similar a la presentada por otros autores para el Valanginiense de distintas cuencas (p.ej., cuenca Vocontiana, Francia, Duchamp-Alphonse *et al.*, 2007; Gréselle *et al.*, 2011; Kujau *et al.*, 2012; cuenca Lombarda, Italia, Westermann *et al.*, 2010, entre otros; Fig. 3), con valores más bajos y menos oscilaciones durante el Valanginiense inferior y un cambio hacia valores más altos durante el Valanginiense superior para alcanzar los valores máximos hacia la Zona de *S. verrucosum*. El valor máximo que se alcanza en las "margas amarillas", en la sección YG distorsiona la curva ajustada (en azul, Fig. 2), y sin embargo es un valor que probablemente no corresponde a la señal original.

Aún con ello, las tendencias resaltadas se ajustan estrechamente a lo que Föllmi (2012) denomina EEC Weissert ("episodio Weissert" de Cambio Ambiental) que define como la excursión positiva del $\delta^{13}\text{C}$ que comienza en la Zona de *B. campylotoxus* - Valanginiense inferior tardío, y termina en la Zona de *S. verrucosum* del Valanginiense superior. La Zona de *B. campylotoxus* del Valanginiense inferior corresponde a la ya antigua zonación que modifican Reboulet *et al.*, (2014) y es aproximadamente equivalente al conjunto de la Zona de *N. neocomiensiformis* más la Zona de *K. inostranzewi* (Fig. 2).

Los elementos RSTE (*Redox Sensitive Trace Elements*) analizados que se presentan en este trabajo se muestran en la figura

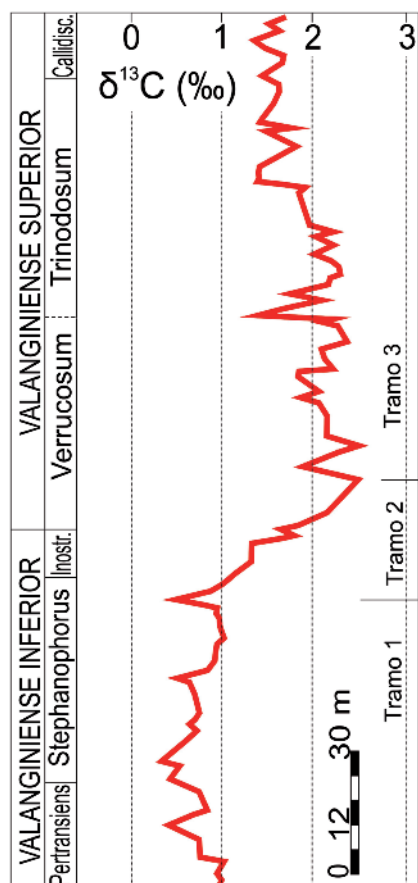


Fig. 3.- Curva del $\delta^{13}\text{C}$ del Valanginiense de la sección de Anglés, cuenca Vocontiana, SE de Francia. Tomada de Duchamp-Alphonse *et al.* (2007).

Fig 3.- $\delta^{13}\text{C}$ curve of the Valanginian of the Anglés section, Vocontian basin, SE France. From Duchamp-Alphonse *et al.* (2007).

2. Hay que resaltar, en primer lugar, que las secciones YP e YG y las curvas de variación de los distintos elementos están representadas a distinta escala vertical, lo que explica el cambio de apariencia de dichas curvas entre su parte más baja (sección YP) y su parte media-alta (sección YG). Hecha esta salvedad, el análisis de las curvas no permite identificar tendencias claras de incremento o disminución en ninguno de los casos. Por el contrario, todas las curvas

muestran oscilaciones erráticas en torno a valores medios determinables. Sin embargo, el enriquecimiento en elementos RSTE de los sedimentos depositados en condiciones anóxicas es bien conocido (Bodin *et al.*, 2006; Brumsack, 2006; Westermann *et al.*, 2010; entre otros). Por ello, la falta de tendencia hacia el enriquecimiento en estos elementos, coincidiendo con la excursión del $\delta^{13}\text{C}$ del EEC Weissert, es evidencia de la ausencia de condiciones anóxicas en esta parte de la cuenca subbética durante este episodio de cambio ambiental.

Conclusiones

La sección del Valanginiense, compuesta, levantada en su parte inferior (sección YP) en la ladera nororiental del cerro de Mai Valera, al oeste de la localidad de Cehegín (Murcia) y en su parte media-superior por el barranco del Garranchal en Loma Solana (sección YG), vertiente occidental de la Sierra de Quípar (Cehegín, Murcia), no muestra discontinuidad aparente. Se han podido identificar las zonas de ammonites de la parte alta del Valanginiense inferior y todas las del Valanginiense superior, si bien sin llegar al límite con el Hauteriviense, por lo que falta la parte terminal. Los análisis geoquímicos realizados han dado como resultado una curva del $\delta^{13}\text{C}$ cuya forma se ajusta a las publicadas para este piso en otras cuencas, y en la que se identifica el episodio "Weissert" de cambio ambiental. A su vez, los resultados de los análisis de elementos RSTE, sensibles a las variaciones en las condiciones redox, sugieren que no hubo anoxia en esta parte de la cuenca subbética durante este episodio de cambio ambiental.

Agradecimientos

Esta investigación ha sido financiada mediante los proyectos de investigación CGL2009-10329 y CGL2011-23759 (Minis-

terio de Educación, Cultura y Deporte) y los Grupos de Investigación RNM-178 y RNM-200, (Junta de Andalucía). Agradecemos a Ramón Más Mayoral y a otro revisor anónimo sus sugerencias y correcciones que han contribuido a mejorar sustancialmente el manuscrito. Y a Antonio Piedra su ayuda en la preparación de muestras.

Referencias

- Bodin, S., Godet, A., Matera, V., Steinmann, P., Vermeulen, J., Gardin, S., Adatte, T., Cocconni, R. y Föllmi, K.B. (2006). *International Journal of Earth Sciences (Geologische Rundschau)* 96, 327–341.
- Brumsack, H.-J. (2006). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 232, 344–361.
- Duchamp-Alphonse, S., Gardin, S., Fiet, N., Bartolini, A., Blamart, D. y Pagel, M. (2007). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 243, 132–151.
- Erba, E., Bartolini, A. y Larson, R.L., (2004). *Geology* 32, 149–152.
- Föllmi, K.B. (2012). *Cretaceous Research* 35, 230–257.
- Gréselle, B., Pittet, B., Mattioli, E., Joachimski, M., Barbarin, N., Riquier, L., Reboulet, S. y Pucéat, E. (2011). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 301, 41–57.
- Kujau, A., Heimhofer, U., Ostertag-Henning, C., Gréselle, B. y Mutterlose, J. (2012). *Global and Planetary Change* 92–93, 92–104.
- Reboulet, S., Szives, O., Aguirre-Urreta, M.B., Baragán, R., Company, M., Ivanov, M., Kakabadze, M., Moreno-Bedmar, J.A., Sandoval, J., Idakieva, V., Baraboshkin, E.J., Fy, I., González-Arreola, C., Kenjo, S., Kaya Çağlar, M., Lukeneder, A., Raisossadat, S.N., Rawson, P.F. y Tavera, J.M. (2014). *Cretaceous Research* 50, 126–137.
- Rey, J. (1993). *Análisis de la cuenca subbética durante el Jurásico y el Cretácico en la transversal Caravaca-Vélez Rubio*. Tesis Doctoral, Univ. de Granada, 460 p.
- Westermann, S., Föllmi, K.B., Adatte, T., Matera, V., Schnyder, J., Fleitmann, D., Fiet, N., Ploch, I. y Duchamp-Alphonse, S. (2010). *Earth and Planetary Science Letters* 290, 118–131.