

Río Gor, comarca de Guadix, provincia de Granada: una nueva sección de referencia del Paleógeno inferior Subbético

Río Gor, Guadix region, Granada province: a new reference section for the Subbetic lower Paleogene

Victoriano Pujalte, Xabier Orue-Etxebarria, Estibaliz Apellaniz, Fernando Caballero y Sergio Robles

Dpt. de Estratigrafía y Paleontología, Fac. de Ciencia y Tecnología, Universidad del País Vasco UPV/EHU, Barrio Sarriena s/n, 48940, Leioa, Bizkaia, España.
victoriano.pujalte@ehu.es, xabi.orueetxebarria@ehu.es, estibaliz.apellaniz@ehu.es, fernando.caballero@ehu.es, sergio.robles@ehu.es.

ABSTRACT

The recently discovered Río Gor section has been found to be far more expanded and complete than the classic Alamedilla section, often considered the most representative section of the lower Paleogene succession of the Subbetic Zone (Betic Cordillera). The Río Gor section, therefore, offers better prospects than Alamedilla to test the applicability of the criteria recently adopted in the Basque Basin to pinpoint the bases of the Selandian, Thanetian and Lutetian global stages, and to locate and analyze the signature of hyperthermal events typical of this geological interval. This paper describes the lithostratigraphy of the new section, together with a preliminary biostratigraphic zonation based on planktonic foraminifera, and discusses future lines of research to fully exploit its potential.

Key-words: Lower Paleogene, Subbetic Zone, planktonic foraminifera, hyperthermals.

RESUMEN

La recientemente descubierta sección de Río Gor es mucho más expandida y completa que la clásica sección de Alamedilla, a menudo considerada la sección más representativa de la sucesión del Paleógeno inferior de la Zona Subbética (Cordillera Bética). La sección de Río Gor, por tanto, ofrece mejores perspectivas que Alamedilla para testar la aplicabilidad de los criterios recientemente adoptados en la Cuenca Vasca para marcar las bases de los pisos globales Selandiense, Thanetiense y Luteciense, y para localizar y analizar el registro de eventos hipertermales típicos de este intervalo geológico. Este trabajo describe la litostrotigrafía de la nueva sección, junto con una zonación biostratigráfica preliminar basada en foraminíferos planctónicos, y discute futuras líneas de investigación para explotar su potencial.

Palabras clave: Paleógeno inferior, Zona Subbética, foraminíferos planctónicos, hipertermales.

Geogaceta, 52 (2012), 53-56.
ISSN 2173-6545

Fecha de recepción: 31 de enero de 2012
Fecha de revisión: 26 de abril de 2012
Fecha de aceptación: 25 de mayo de 2012

Introducción

Investigaciones recientes en la Cuenca Vasca han permitido un refinamiento de la cronoestratigrafía del Paleoceno y del Eoceno inferior, culminado con la designación de estratotipos globales de límite para los pisos Selandiense, Thanetiense y Luteciense, en las secciones de Zumaia, Guipúzcoa (Schmitz *et al.*, 2011) y Gorrondatxe, Vizcaya (Molina *et al.*, 2011). Se han localizado y analizado también varios eventos de calentamiento global producidos por altas concentraciones de CO₂ en la atmósfera ("hipertermales"), característicos del intervalo, considerados antiguos análogos del actual proceso de calentamiento global. El más prominente de tales hipertermales, ocurrido en el límite Paleoceno-Eoceno (Paleocene-Eocene thermal maximum, PETM), ha sido ampliamente estudiado en las secciones de Zumaia y Ermua (por ej., Schmitz

et al., 1997, 2001; Arenillas y Molina, 2000; Dinarès-Turell *et al.*, 2002; Alegret *et al.*, 2009). Se han descrito otros hipertermales en el techo del chron 27N (Daniense final, Schmitz *et al.*, 1997), en el Paleoceno medio (Bernaola *et al.*, 2007), y en el Eoceno medio (Ortiz *et al.*, 2011).

Para ampliar arealmente los estudios arriba citados se programaron investigaciones en la Zona Subbética (Cordillera Bética), centradas inicialmente en dos objetivos: 1, testar la aplicabilidad de los criterios adoptados en la Cuenca Vasca para marcar las bases de los pisos arriba citados y 2, localizar eventos hipertermales paleógenos y analizar semejanzas y diferencias de sus impactos con los registrados en la Cuenca Vasca.

Como primera fase de esta iniciativa se han realizado reconocimientos y muestreos preliminares en afloramientos descritos por autores anteriores en la provincia de Gra-

nada para seleccionar la sección o secciones más favorables para llevar a cabo los estudios programados. La sección del Paleógeno inferior más potente y de mayor continuidad estratigráfica ha demostrado ser la de Río Gor, en la comarca de Guadix (Figs. 1 y 2), que comparamos aquí con la estratotípica sección de Alamedilla.

Antecedentes

El grueso de los materiales del Paleógeno inferior Subbético está englobado en la Fm Capas Rojas, definida formalmente por Vera *et al.* (1982), con la sección de Alamedilla como holoestratotipo (Figs. 1A y B). En una posterior revisión exhaustiva de la unidad, Vera y Molina (1999) recopilaron todos los datos publicados sobre la misma (ver referencias en dicho trabajo), concluyendo que abarca desde el Albiense terminal al Eoceno medio, aunque los materiales

paleógenos fueron eliminados por erosión pre-Mioceno superior en amplios sectores del Subbético.

Más recientemente se han publicado varios trabajos sobre el Paleógeno inferior Subbético, unos centrados en el hipertermal del Paleoceno-Eoceno en la sección de Alamedilla, (por ej., Alegret *et al.*, 2009, 2010), y otros en unidades del Daniense (Molina *et al.*, 2006). El afloramiento de Río Gor aquí descrito fue mencionado por Comas (1978, p. 168), y también aparece en la cartografía MAGNA (Roldán García *et al.*, 2009), pero no tenemos constancia de que existan descripciones previas de la sección.

Las secciones de Alamedilla y Gor: litoestratigrafía y edad

El Cretácico final y Paleógeno inferior está representado en Alamedilla y Gor por 8 unidades litoestratigráficas informales, designadas A-H a los efectos de este trabajo (Figs. 1 y 2). Las unidades C y D aparecen únicamente en Gor, en tanto la H sólo se ha preservado en Alamedilla. Las restantes (A, B, E, F y G) están presentes en ambas secciones, aunque con rasgos diferentes (Fig. 2). La edad de las unidades, expresada mediante la codificación de Wade *et al.* (2011) se ha establecido o aproximado mediante foraminíferos planctónicos, muy abundantes en toda la sucesión, extraídos mediante levigado de 37 muestras de margas.

Unidad A (10-25 m de espesor): constituida principalmente por margas de color rojo intenso que contienen *Abathomphalus mayaroensis*, foraminífero índice del Maastrichtense superior. En Alamedilla intercala dos bancos calizos, y en Gor varias calciturbiditas de 20-30 cm de grosor con secuencias Tabc y Tbc de Bouma (Fig. 2). La unidad descansa sobre términos maastrichtenses más antiguos en Alamedilla, mientras que en Gor aparece en contacto mecánico sobre materiales eocenos (Figs. 1 y 2), circunstancia no recogida en la cartografía MAGNA (Roldán García *et al.*, 2009).

Unidad B (4-10 m de espesor): también formada mayoritariamente por margas rojas, pero de tono algo más claro que las de A. Aunque las unidades A y B son difíciles de separar en cartografía, la B contiene *Globanomalina compressa* y *Praecursoria inconstans*, de la biozona P1c, dato que implica un hiato entre A y B que abarca el límite K/T y las biozonas P0, P1a y P1b, hiato

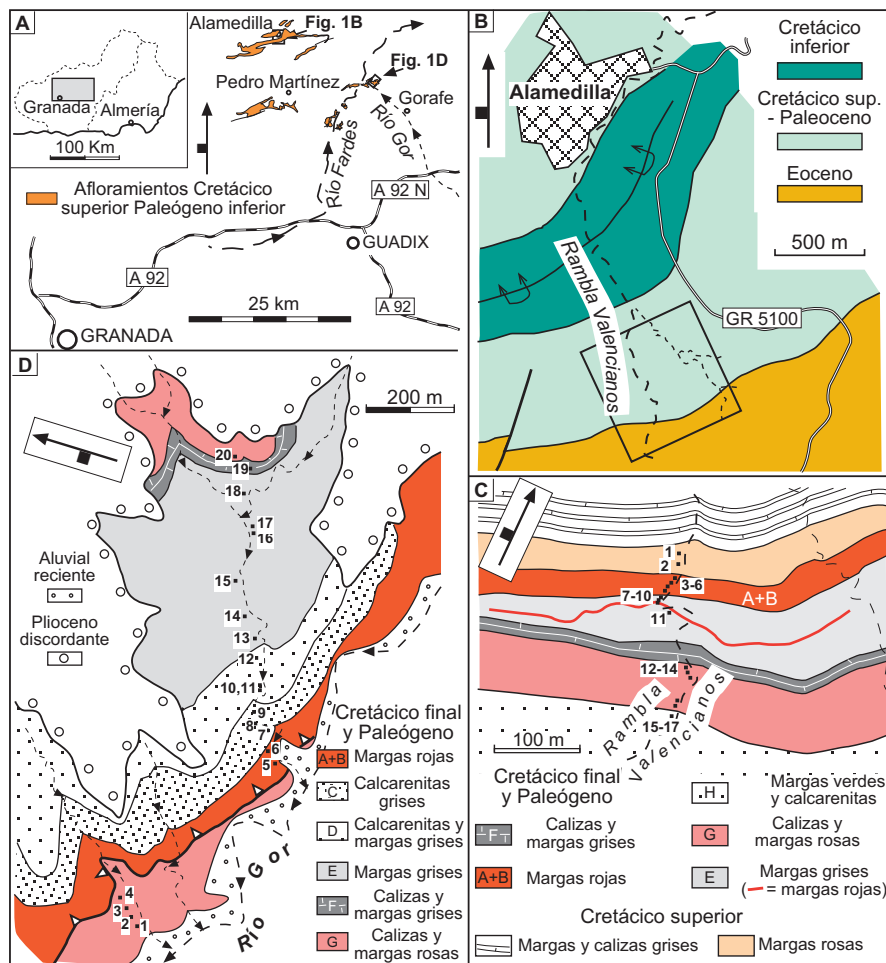


Fig. 1.- A) Localización geográfica. B) Mapa geológico del sector de Alamedilla, según Díaz de Neira *et al.* (1988). C) Detalle de B, según observaciones propias, con localización de muestras. D) Mapa geológico del sector de Gor, con localización de muestras.

Fig. 1.- A) Geographic location. B) Geological map of the Alamedilla sector, after Díaz de Molina *et al.* (1988). C) Detail of B, after our own observations, and sample location. D) Geological map of the Gor sector, with sample location.

generalizado en la Fm Capas Rojas según Vera y Molina (1999).

Unidad C (58 m de espesor): integrada por calcarenitas y calcilimolitas litoclásticas grises con un alto porcentaje de fragmentos de *Microcodium*, tal como señaló Comas (1978) entre otros autores. Aparecen estratificadas en capas plano-paralelas de entre 2 y 10 cm de espesor, separadas por pasadas margosas milimétricas. Muchas capas presentan techos ondulados asimilables a *ripples* de corriente y, muy ocasionalmente, a *ripples* simétricos. La mayoría tienen apariencia masiva (bioturbación?), aunque en algunas se aprecian laminaciones cruzadas. *Zoophycos* y pistas de equínidos son habituales, al igual que en las unidades D y E suprayacentes. La asociación de foraminíferos es similar a la de la unidad B, pero incluye además las especies *Pr. uncinata* en

las muestras 7 y 8 y *Morozobella angulata* en la 9, que permiten asignar la unidad C a las biozonas P1c (parte superior), P2 y parte baja de P3a (Daniense). Comas (1978) incluyó la unidad C en su Fm Olivares, e interpretó sus depósitos como turbiditas. Una unidad de características y posición estratigráfica similares situada al sur de Alcalá la Real (Jaén), la Fm Majalcorón, fue interpretada por Molina *et al.* (2006) como de rampa somera afectada por tormentas. Es posible por tanto que la unidad C constituya el equivalente distal de la Fm Majalcorón.

Unidad D (85 m de espesor): formada por una alternancia de margas grises y calciturbiditas con secuencias de Bouma completas o casi completas, generalmente de entre 15 y 40 cm de espesor, aunque varias de ellas superan los 50 cm y una alcanza

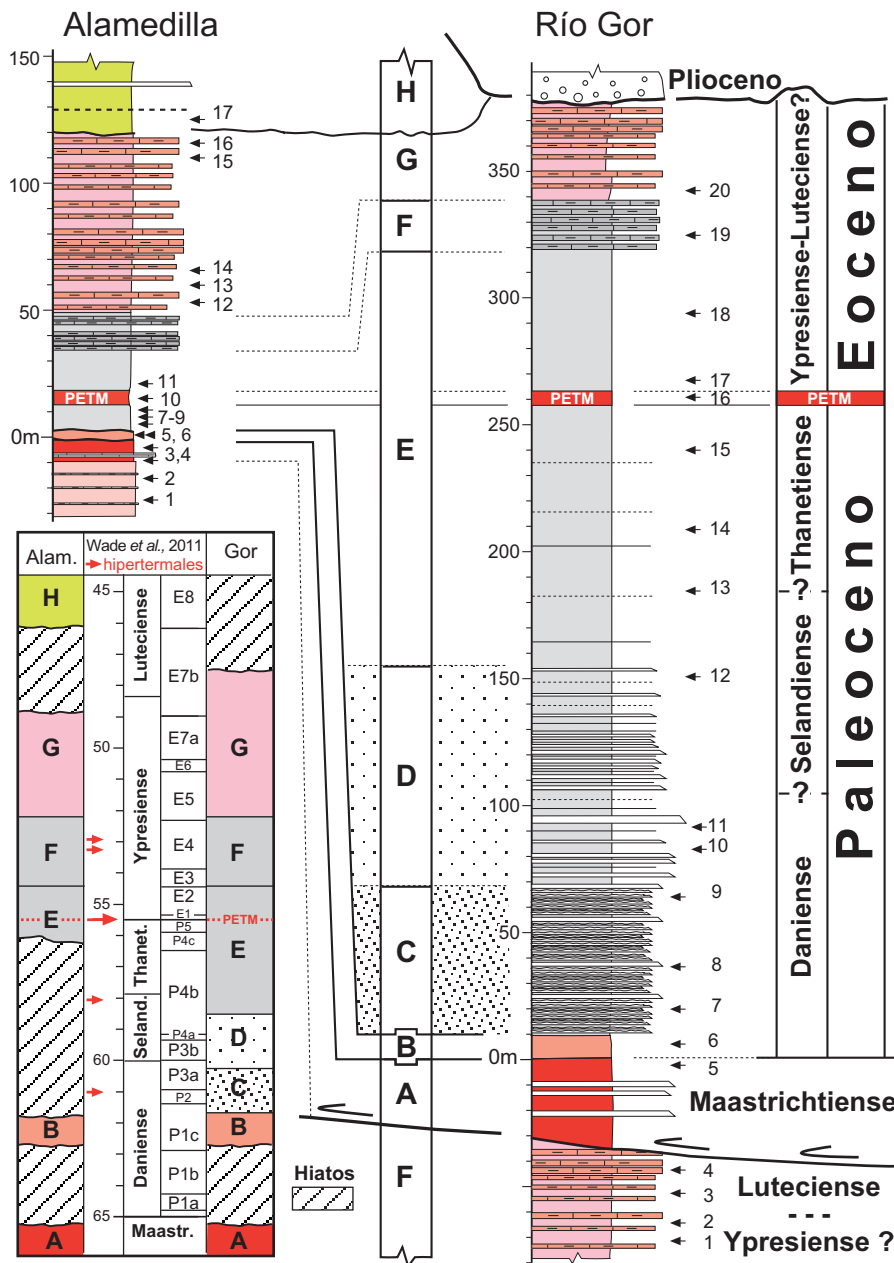


Fig. 2.- Columnas estratigráficas sintéticas de Río Gor y Alamedilla, con indicación de las unidades litoestratigráficas informales reconocidas y posición de las muestras estudiadas. Recuadro: edad estimada para las distintas unidades. Explicación en el texto.

Fig. 2.- Synthetic columnar sections of Río Gor and Alamedilla, with indication of the informal lithostratigraphic units recognized in the succession and the position of studied samples. Box: estimated age for the different units. Explanation within the text.

180 cm. Muestras de la parte baja de la unidad (10 y 11 en Fig. 2) son atribuibles a la biozona P3a (Daniense final) en base a la presencia de *Igorina pusilla*, en tanto la muestra 12 es ya claramente Selandiense, dado que contiene *Gl. pseudomenardii* (biozona P4b).

Unidad E: en Gor tiene 160 m y descansa con contacto gradual y concordante sobre la unidad D. En Alamedilla alcanza apenas 30 m y aparece bruscamente sobre la unidad B (Figs. 1C y 2). En ambas seccio-

nes, las litologías dominantes son margocalizas y margas grises que, en Gor, incluyen intercalaciones esporádicas de calciturbiditas. Muestras de la parte baja de la unidad en Gor (13-15) contienen, entre otras especies, *M. velascoensis*, *M. oclusa*, *M. acuta*, *Gl. pseudomenardii* e *Ig. pusilla*, de las biozonas del Paleoceno superior P4b a P5. Muestras basales de Alamedilla (7-9) incluyen, además de las citadas especies, *Acarinina soldadoensis* y *M. subbotinae*, que indican ya la biozona P4c. Este hecho, unido

a la ausencia de las unidades C y D en Alamedilla, prueban un hiato de más 5 millones de años (Fig. 2). En Gor las muestras 17 y 18 de la parte superior de la unidad incluyen *A. wilcoxensis*, *Ig. broedermanni*, y *Gl. indiscriminata*, de la biozona E2 del Eoceno inferior, similar a la indicada por Arenillas y Molina (1996) en Alamedilla. Ambas secciones incluyen un nivel de margas y arcillas de color rojo oscuro de unos 2 m de espesor que en Alamedilla corresponde sin duda al hipertermal del límite Paleoceno-Eoceno (ej., Arenillas y Molina, 1996, 2000; Alegret *et al.*, 2009, 2010). Datos preliminares de Gor, basados sólo en la muestra 16, apuntan en la misma dirección.

Unidad F (15-20 m de espesor): formada por una alternancia irregular de calizas, calizas margosas y margas, en general de color gris, pero con pasadas de margas rosadas. La mala conservación de los foraminíferos de la muestra 19, la única tomada en Gor en esta unidad, no permite su determinación. Por ello, la unidad F se ha asignado a las biozonas E3 y E4 (Ypresiense inferior) en base a las dataciones de Arenillas y Molina (1996) en Alamedilla.

Unidad G: compuesta por una alternancia irregular de calizas y margas rojas, con raras intercalaciones de calciturbiditas. En Alamedilla tiene 70 m de espesor mientras que en Gor, alcanza casi 50 m en el bloque de muro de la falla que duplica la sucesión (base no aflorada) y unos 40 m en el de techo (parte superior eliminada por la erosión pre-Plioceno, Figs. 1 y 2). En Alamedilla, Gonzalvo y Molina (1998) concluyeron que comprende las biozonas E5, E6 y E7a, atribución que confirman nuestras muestras 12 a 16 (Fig. 2). La edad de la parte inferior de la unidad en Gor es similar (E5), de acuerdo con los datos de la muestra 20. Sin embargo, las muestras 3 y 4 recogidas en el bloque de muro incluyen las especies *A. praetopilensis*, *M. gorrondatensis*, *Guembeltrioides nuttalli* y *Globigerinateka micra*, indicativas de la biozona E7b, del Luteciense inferior. Es claro que la unidad G ha preservado depósitos más jóvenes en Gor que en Alamedilla (Fig. 2).

Unidad H: potente unidad (>200 m) sólo conservada en Alamedilla, donde descansa abruptamente sobre la unidad G (Figs. 1 y 2). Está formada predominantemente por margas de color verde claro, con intercalaciones esporádicas de calciturbiditas. La presencia de *Hantkenina dumbleji*, *M. lehneri* y *A. topilensis* en la muestra 17

prueban su pertenencia a la biozona E8, como ya apuntaron Gonzalvo y Molina (1998), y demuestran un hiato entre las unidades G y H (Fig. 2).

Conclusiones

La sección de Río Gor es mucho más potente y tiene mayor continuidad estratigráfica que la estratotípica de Alamedilla, y es por ello más apropiada como sección de referencia para el Paleógeno inferior Subbético. Además, las bases de los pisos Selandiense y Thanetiense, y varios de los hipertermales del Paleoceno, únicamente podrían ser localizados en Gor, dado que el intervalo en que ocurrieron dichos eventos corresponde en Alamedilla al hiato entre las unidades B y E (Fig. 2). Del mismo modo, la base del Luteciense podría estar preservada, al menos, en el bloque de muro de Gor, mientras que en Alamedilla se localiza en el hiato entre las unidades G y H (Fig. 2). Situar las bases de los pisos Selandiense y Luteciense requerirá muestreos detallados en segmentos concretos de la sucesión, tanto para foraminíferos como para nanoplancton calcáreo, microfósiles que constituyen el principal criterio para localizarlos (Schmitz *et al.*, 2011; Molina *et al.*, 2011). Para los hipertermales serán necesarios, además, análisis isotópicos.

La comparación entre las dos secciones estudiadas pone finalmente de manifiesto que las unidades calciclásticas C y D de Gor, no representan un cambio de facies lateral de ninguna unidad litoestratigráfica de Ala-

medilla (Fig. 2). Sin embargo, antes de evaluar las implicaciones de dicha observación será necesario analizar otras secciones de predominio hemipelágico para determinar si la casi ausencia de depósitos de edad Daniense en Alamedilla es un fenómeno local o generalizado en el ámbito Subbético.

Agradecimientos

Contribución al proyecto CLG2011-23770, del MINECO. Las sugerencias de los revisores E. Molina, J. M. Soria y, especialmente, F. J. Rodríguez-Tovar mejoraron la versión original de este trabajo.

Referencias

- Alegret, L., Ortiz, S. y Molina, E. (2009). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 279, 186-200.
- Alegret, L., Ortiz, S., Arenillas, I. y Molina, E. (2010). *Geological Society of America Bulletin*, 122, 1616-1624.
- Arenillas, I. y Molina, E. (1996). *Revista Española de Micropaleontología*, 28, 75-96.
- Arenillas, I. y Molina, E. (2000). *Revista Española de Micropaleontología*, 32, 283-300.
- Bernaola, G., Baceta, J. I., Orue-Etxebarria, X., Alegret, L., Martín-Rubio, M., Arostegui, J. y Dinarès-Turell, J. (2007). *Geological Society of America Bulletin*, 119, 785-795.
- Comas, M.C. (1978). *Sobre la Geología de los Montes Orientales: Sedimentación y evolución paleogeográfica desde el Jurásico hasta el Mioceno inferior (zona Subbética, Andalucía)*. Tesis Doctoral, Univ. de Bilbao, 323 p.
- Díaz de Neira, J.A., Enrile, A. y López Olmedo, F. (1988). *Mapa Geológico de España 1:50.000, hoja 970 (Huelma)*. IGTE.
- Dinarès-Turell, J., Baceta, J. I., Pujalte, V., Orue-Etxebarria, X. y Bernaola, G. (2002). *Terra Nova*, 14, 371-378.
- Gonzalvo, C. y Molina, E. (1988). *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Monatshefte*, 671-603.
- Molina, E. *et al.* (18 autores) (2011). *Episodes*, 34 (2), 86-107.
- Molina, J.M., Vera, J.A., y Aguado, R. (2006): En: *Geological Society of America Special Paper*, 416, 189-202.
- Ortiz, S., Payros, A., Alegret, L., Orue-Etxebarria, X., Apellaniz, E., y Molina, E. (2011). *Berichte der Geologischen Bundesanstalt*, 85, 121.
- Roldán García, F.J., Lupiani Moreno, E., Villalobos Megía, M., Hidalgo Ruiz, J. y Soria Mingorance, J. (2009). *Mapa Geológico de España 1:50.000, hoja 971 (Cuevas del Campo) y Memoria*. IGME. 65 p.
- Schmitz, B., Asaro, F., Molina, E., Monechi, S., Von Salis, K. y Speijer, R. (1997). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 133, 49-69.
- Schmitz, B., Pujalte, V. y Nuñez-Betelu, K. (2001). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 165, 299-320.
- Schmitz, B. *et al.* (27 autores) (2011). *Episodes*, 34, 220-243.
- Vera, J. A., García-Hernández, M., López-Garrido, A., Comas, C., Ruiz-Ortiz, P.A., y Martín-Algarra, A. (1982). En: *El Cretácico de España*. Universidad Complutense de Madrid, 515-632.
- Vera J. A. y Molina, J. M. (1999). *Estudios Geológicos*, 55, 45-66.
- Wade B. S., Pearson P. N., Berggren W. A. y Pälike, H. (2011). *Earth-Science Reviews*, 104, 111-142.