

# Estudio bioestratigráfico con foraminíferos planctónicos del Santoniense-Campaniense en la sección de Deba-Zumaia (Gipuzkoa): Nueva biozonación con heterohelícidos

*Biostratigraphic study with planktic foraminifera of the Santonian-Campanian in the Deba-Zumaia section (Gipuzkoa): New biozonation with heterohelícids*

Vicente Gilabert<sup>1</sup>, José Antonio Arz<sup>1</sup>, Ignacio Arenillas<sup>1</sup> y Asier Hilario<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Ciencias de la Tierra (Área de Paleontología), Universidad de Zaragoza. C/ Pedro Cerbuna 12, 50009 Zaragoza, España. vicengeo@gmail.com, josearz@unizar.es, ias@unizar.es

<sup>2</sup> Geoparkea, Ifar Kalea 4, 20820 Deba, Gipuzkoa, España. flysch@gipuzkoa.eus

## ABSTRACT

A biostratigraphic study with Santonian and Campanian planktic foraminifera was carried out in the turbiditic facies of the coastline between Deba and Zumaia (Gipuzkoa), which comprises the Itziar and Aguinaga formations. Due to the low abundance of planktic foraminifera, particularly in globotruncanids, the biostratigraphic study was based on species belonging to the group of heterohelícids. We have identified 7 biozones, one of which (*Sigalia rugocostata* Zone) has been defined in this work. The position of the Santonian/Campanian boundary has been recognized for the first time in the Basque Coast Geopark through the use of this new biozonation with heterohelícids.

**Key-words:** Santonian, Campanian, heterohelícids, flysch.

## RESUMEN

Se ha realizado un estudio bioestratigráfico con foraminíferos planctónicos del Santoniense y Campaniense en las facies turbidíticas del tramo litoral entre Deba y Zumaia (Gipuzkoa), el cual comprende las formaciones Itziar y Aguinaga. Debido a la escasez de foraminíferos planctónicos del grupo de globotruncánidos, el estudio bioestratigráfico se ha basado en especies pertenecientes al grupo de los heterohelícidos. Se han identificado 7 biozonas, una de las cuales (*Sigalia rugocostata*) ha sido definida en este trabajo. Esta nueva biozonación ha permitido reconocer por primera vez la posición del límite Santoniense/Campaniense en el Geoparque de la Costa Vasca.

**Palabras clave:** Santoniense, Campaniense, heterohelícidos, flysch.

*Geogaceta*, 60 (2016), 71-74  
ISSN (versión impresa): 0213-683X  
ISSN (Internet): 2173-6545

Recepción: 2 de marzo de 2016  
Revisión: 20 de abril de 2016  
Aceptación: 20 de Mayo de 2016

## Introducción

En los acantilados del Geoparque de la Costa Vasca aflora una sección estratigráfica compuesta por más de 5 km de rocas en facies marinas, cuya edad abarca desde el Albiense hasta el Ypresiense. Su contenido micropaleontológico y tasa de sedimentación son destacables durante la mayor parte del intervalo, permitiendo estudiar la distribución estratigráfica de las especies de foraminíferos planctónicos de una manera prácticamente continua. Estos acantilados constituyen una importante sección de referencia internacional para el estudio de los límites Cretácico/Paleógeno y Paleoceno/Eoceno, además de contener los *Global Stra-*

*totype boundary Section and Point* de los pisos Selandiense y del Thanetiense. Sobre la geología del Geoparque de la Costa Vasca se han publicado centenares de artículos científicos, al menos 23 tesis doctorales, 15 guías de campo y numerosos artículos de divulgación (datos recopilados en Baceta *et al.*, 2010), aunque lo cierto es que la gran mayoría de estos estudios se han centrado en un sector relativamente pequeño que abarca el intervalo más moderno de edad Maastrichtiense-Eoceno inferior.

En este trabajo se pretende llevar a cabo por primera vez un estudio bioestratigráfico con foraminíferos planctónicos del Santoniense y Campaniense que aflora en los acantilados entre Deba y Zumaia. Con ello

esperamos enriquecer el conocimiento geológico que se tiene de estos materiales, favoreciendo su puesta en valor en el discurso divulgativo de un Geoparque que atrae más de 50.000 visitantes al año.

## Contexto geológico y geográfico

El Geoparque de la Costa Vasca pertenece al Arco Vasco, la zona de mayor complejidad estructural de la cuenca Vasco-Cantábrica. Es una unidad ligada a las complejas relaciones cinemáticas de la placa Ibérica y Europea, así como a la apertura del Atlántico Norte y de la Bahía de Bizkaia. Fruto de estas interacciones a lo largo de los periodos *sin-rift* y *post-rift* que se dieron a

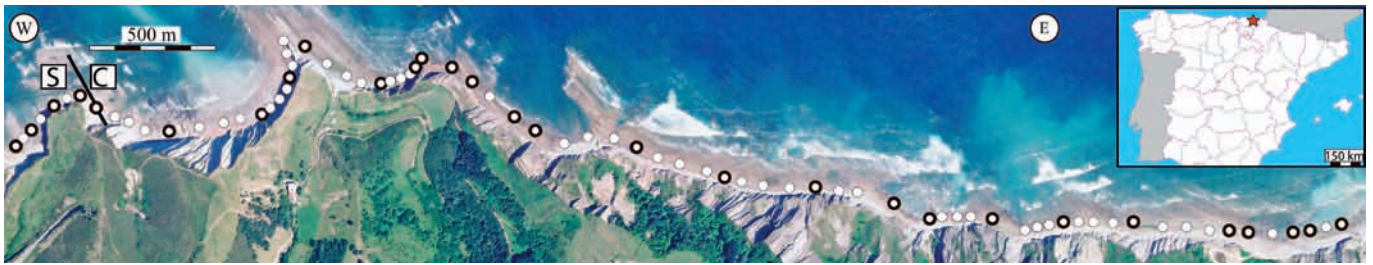


Fig. 1.- Localización geográfica de la sección estudiada entre las ensenadas de Mendata (izqda.) y Aitzuri (dcha.). Los círculos corresponden a las muestras recogidas y los círculos más oscuros son las muestras estudiadas para este trabajo. Las siglas que las identifican son de izquierda a derecha: Me-1, Me-3, Me-5, Me-7, Me-9, Sk1, Sk-5, Sk-9, Sk-13, Sk-17, Sk-21, Sk-25, Sk-26, Zu-1, Zu-2, Zu-4, Zu-5, Zu-9, Zu-13, Zu-17, Zu-20, Zu-21, Zu-25, Zu-29, Zu-33, Zu-37, Zu-38, Zu-40, Zu-41, Zu-43. Las siglas S y C corresponden a Santoniense y Campaniense. Ver figura en color en la Web.

Fig. 1.- Geographical location of the studied section between Mendata (left) and Aitzuri (right) inlets. Circles correspond to the collected samples. The dark circles are the studied samples in this work. From left to right the samples are named as: Me-1, Me-3, Me-5, Me-7, Me-9, Sk1, Sk-5, Sk-9, Sk-13, Sk-17, Sk-21, Sk-25, Sk-26, Zu-1, Zu-2, Zu-4, Zu-5, Zu-9, Zu-13, Zu-17, Zu-20, Zu-21, Zu-25, Zu-25, Zu-29, Zu-33, Zu-37, Zu-38, Zu-40, Zu-41, Zu-43. The letters S and C mean Santonian and Campanian. See colour figure on the Web.

lo largo del periodo Cretácico se generaron subcuencas tipo *pull-apart*, cuya evolución junto con los movimientos de las placas favoreció la acumulación de potentes depósitos tipo flysch en zonas profundas (Malod y Mauffret, 1990). El afloramiento estudiado engloba los acantilados que van desde la rasa mareal de la ensenada de Mendata hasta la playa de cantos de Pikote Azpia en la ensenada de Aitzuri (Fig. 1).

Se ha analizado desde el punto de vista micropaleontológico un tramo de 1785 m perteneciente a las formaciones Itziar (flysch calcáreo) y Aguinaga (flysch arenoso), que fueron definidas formalmente por Mathey (1982). En esta serie los estratos buzan una media de 50° hacia el NE con una dirección aproximada NW-SE, que se mantiene de manera más o menos homogénea.

De la Fm. Itziar se han estudiado los últimos 375 m, que están compuestos por una alternancia rítmica de calizas, calizas margosas y margas con intercalaciones de finos niveles turbidíticos de composición silicilástica y/o carbonatada. Las turbiditas arenosas dominan hacia la mitad superior de la unidad y marcan un claro cambio de color en la serie. Teniendo en cuenta la biocronología con foraminíferos planctónicos de Gradstein *et al.* (2012), se ha calculado una tasa de sedimentación promedio para esta unidad litoestratigráfica de unos 5 cm/ka. Baceta *et al.* (2010) proponen para esta formación una edad comprendida entre 96 y 83 Ma.

De la Fm. Aguinaga se han estudiado los primeros 1410 m, formados por una alternancia muy homogénea y potente de areniscas y margas en facies flysch. Las turbiditas arenosas llegan a superar el metro de potencia y son especialmente abun-

dantes en el tercio inferior de esta formación. Aplicando la biocronología de Gradstein *et al.* (2012), la tasa de sedimentación promedio de la Fm. Aguinaga es de unos 15 cm/ka. Según Baceta *et al.* (2010), la edad de esta formación comprende desde 83 a 68 Ma.

### Contenido micropaleontológico

Las muestras recogidas se trataron mediante la técnica del levigado, siguiendo el método de Lirer (2000) para rocas fuertemente carbonatadas, y que emplea ácido acético diluido al 80%. Se llevó a cabo una valoración inicial del contenido y grado de preservación de los foraminíferos planctónicos y se seleccionaron 30 muestras para el estudio bioestratigráfico. Casi todas presentan un contenido bajo en foraminíferos y una preservación de sus conchas bastante deficiente, como se observa en los ejemplares ilustrados en la figura 2. En el intervalo estudiado se han identificado 36 especies de foraminíferos planctónicos, destacando la abundancia de especies de la Familia Heterohelicidae Cushman, 1927, y la baja diversidad y escasez de especies de la Familia Globotruncanidae Brotzen, 1942, grupo en los que se basa la escala bioestratigráfica estándar del Cretácico Superior.

### Bioestratigrafía

Ante la ausencia de importantes especies-índice como *Dicarinella asymetrica*, la biozonación propuesta en este trabajo se basa en el análisis de las distribuciones estratigráficas de heterohelícidos pertenecientes a los géneros *Sigalia*, *Ventilabrella*, *Heterohelix*, *Laeviheterohelix*, *Pseudoguembelina* y

*Pseudotextularia*, cuyo interés bioestratigráfico fue señalado previamente por Nederbragt (1991).

Las hipótesis bioestratigráficas se han apoyado con la información auxiliar que aporta el reconocimiento a lo largo de la serie de determinadas especies de los géneros *Globotruncana*, *Globigerinelloides*, *Globotruncanita*, *Marginotruncana*, *Radotruncana*, *Costellagerina*, *Hedbergella*, *Whiteinella* y *Archaeoglobigerina*, alguno de cuyos datos de primer registro (DPRs) y de último registro (DURs) están calibrados con precisión (Gradstein *et al.*, 2012). A continuación se describen las siete biozonas en las que, de base a techo, se ha dividido la serie estudiada (Fig. 3).

1. Zona de *Sigalia carpatica* (parte): Biozona de extensión total, desde el DPR hasta el DUR de la especie homónima. Definida por Salaj y Samuel (1966). Edad: Coniaciense superior-Santoniense inferior. Potencia: 60 m. Se propone una edad de unos 86 Ma (Santoniense temprano) para la base del perfil, teniendo en cuenta la coexistencia de *S. carpatica* y *Globotruncana bulloides* (cuyos DPRs se identifican en el Coniaciense más alto según Lamolda *et al.*, 2007), junto con *Whiteinella archaeocretacea*, *W. baltica* y *Heterohelix papula* (cuyos DURs acontecen en la parte basal del Santoniense inferior según Pérez-Rodríguez, 2013).
2. Zona de *Sigalia rugocostata*: Biozona de intervalo, desde el DUR de *S. carpatica* hasta el DUR de *H. sphenoides*. Definida en este estudio. Edad: Santoniense medio hasta el Santoniense terminal. Potencia: 75 m. Debido a la ausencia en esta zona de la cuenca Vasco-Cantábrica de la especie *D. asymet-*

rica, cuyo DUR es usado como marcador estándar del límite Santoniense/Campaniense, se ha optado por utilizar el DUR de *Heterohelix sphenoides*, un biohorizonte que es citado frecuentemente en materiales del techo del Santoniense (Gale *et al.*, 2008) o Campaniense basal (Nederbragt, 1991) en niveles estratigráficamente muy próximos.

3. Zona de *Ventilabrella eggeri*: Biozona de intervalo desde el DUR de *H. sphenoides* hasta el DUR de *V. eggeri*. Definida por Nederbragt (1991) y modificada en este trabajo. Edad: Campaniense inferior. Potencia: 360 m. Esta biozona presenta ciertas ventajas frente a la biozona estándar del Campaniense inferior (Zona de *Globotruncana elevata*), ya que el DUR de *V. eggeri* es menos diacrónico que el DPR de *Globotruncana ventricosa*, que marca el techo de la Zona de *G. elevata* (Robaszynski *et al.*, 1984) esta misma biozona en Petrizzo *et al.* (2011) se extiende hasta el Campaniense medio y su techo lo define el DPR de *Contusotruncana plummerae*. En ambos casos, para el intervalo definido se consigue aumentar la resolución para este intervalo temporal.

4. Zona de *Heterohelix carinata*: Biozona de intervalo comprendida entre el DUR de *V. eggeri* y el DUR de *H. carinata*. Definida por Pérez-Rodríguez (2013). Edad: Parte alta Campaniense inferior - parte baja del Campaniense medio. Potencia: 270 m. El DUR de *H. carinata* es considerado un biohorizonte potencialmente útil en correlaciones globales porque se produce en edades equivalentes de acuerdo a los resultados obtenidos por Nederbragt (1991), Petrizzo *et al.* (2011) y Pérez-Rodríguez (2013) en secciones del Océano Pacífico, Tetis y Tanzania.

5. Zona de *Pseudoguembelina costulata*: Biozona de intervalo comprendida entre el DUR de *H. carinata* y el DPR de *Heterohelix glabrans*. Definida por Nederbragt (1991) y modificada en este trabajo. Edad: desde la parte alta del Campaniense medio hasta la parte baja del Campaniense superior. Potencia: 330 m.

6. Zona de *Heterohelix glabrans*: Biozona de intervalo entre el DPR de *H. glabrans* y DPR de *Pseudotextularia elegans*. Definida por Arz (1996). Edad: parte baja del Campaniense superior. Potencia: 510 m. Arz

(1996) justifica el interés de esta biozona por la sincronía del DPR de *H. glabrans* y por tratarse de una especie fácilmente distinguible del resto de heterohelícidos.

7. Zona de *Pseudotextularia elegans* (parte): Biozona de intervalo comprendida entre el DPR de *P. elegans* y el DPR de *Gublerina acuta*. Definida por Nederbragt (1991) y redefinida por Arz (1996). Edad: parte baja del Campaniense superior. Potencia: 180 m. No se ha podido determinar el límite superior de esta biozona, aunque las asociaciones de foraminíferos planctónicos de la muestra Zu-43 indican una edad en torno a los 75,7 Ma. Esta datación se ha obtenido teniendo en cuenta los siguientes biohorizontes identificados y previamente calibrados: (1) el DPR de *Laeviheterohelix dentata* ocurre en la parte media-superior de la Zona de *R. calcarata* según Nederbragt (1991) y Pérez-Rodríguez (2013), y (2) el DUR de *Laeviheterohelix pulchra* coincide aproximadamente con el techo de la Zona de *R. calcarata* (Nederbragt, 1991).

## Conclusiones

El estudio bioestratigráfico con foraminíferos planctónicos heterohelícidos de las formaciones Itziar y Aguinaga del tramo litoral comprendido entre Deba y Zumaia ha permitido identificar siete biozonas, con una duración media estimada de 1,5 Ma.

En el Santoniense se han reconocido las Zonas de *Sigalia carpatica* y *Sigalia rugocostata*. El límite Santoniense/Campaniense se ha situado coincidiendo con el dato de último registro de *Heterohelix sphenoides*, en la cota de 135 m, dentro de la ensenada de Sakoneta. Se han dividido los materiales del Campaniense en cinco biozonas: Zonas de *Ventilabrella eggeri*, *Heterohelix carinata*, *Pseudoguembelina costulata*, *Heterohelix glabrans* y *Pseudotextularia elegans*.

## Agradecimientos

Los autores agradecen las revisiones de Estibaliz Apellaniz, Irene Pérez y el editor de Geogaceta Carlos L. Liesa que han mejorado este artículo, así como la colaboración del Geoparque de la Costa Vasca. Esta investigación ha sido subvencionada por los proyectos CGL2015-64422-P del Ministerio de Economía y Competitividad (cofinanciado por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional), UZ-2015-CIE-02 de la Universi-

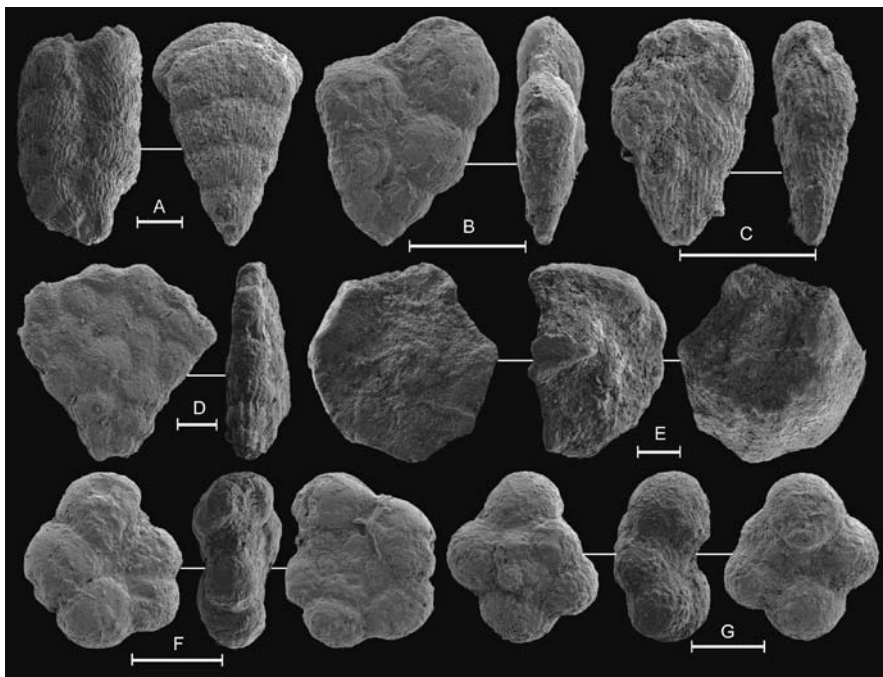


Fig. 2.- A) *Pseudotextularia elegans*, muestra Zu-4. B) *Laeviheterohelix glabrans*, muestra Zu-20. C) *Pseudoguembelina costulata*, muestra Zu-40. D) *Ventilabrella eggeri*, muestra Me-1. E) *Radotruncana calcarata*, muestra Zu-43. F) *Whiteinella archaeocretacea*, muestra Me-1. G) *Costellagerina bulbosa*, muestra Me-3. Barras de escala = 100 micras.

Fig. 2.- A) *Pseudotextularia elegans*, sample Zu-4. B) *Laeviheterohelix glabrans*, sample Zu-20. C) *Pseudoguembelina costulata*, sample Zu-40. D) *Ventilabrella eggeri*, sample Me-1. E) *Radotruncana calcarata*, sample Zu-43. F) *Whiteinella archaeocretacea*, sample Me-1. G) *Costellagerina bulbosa*, sample Me-3. Scale bars = 100 microns.

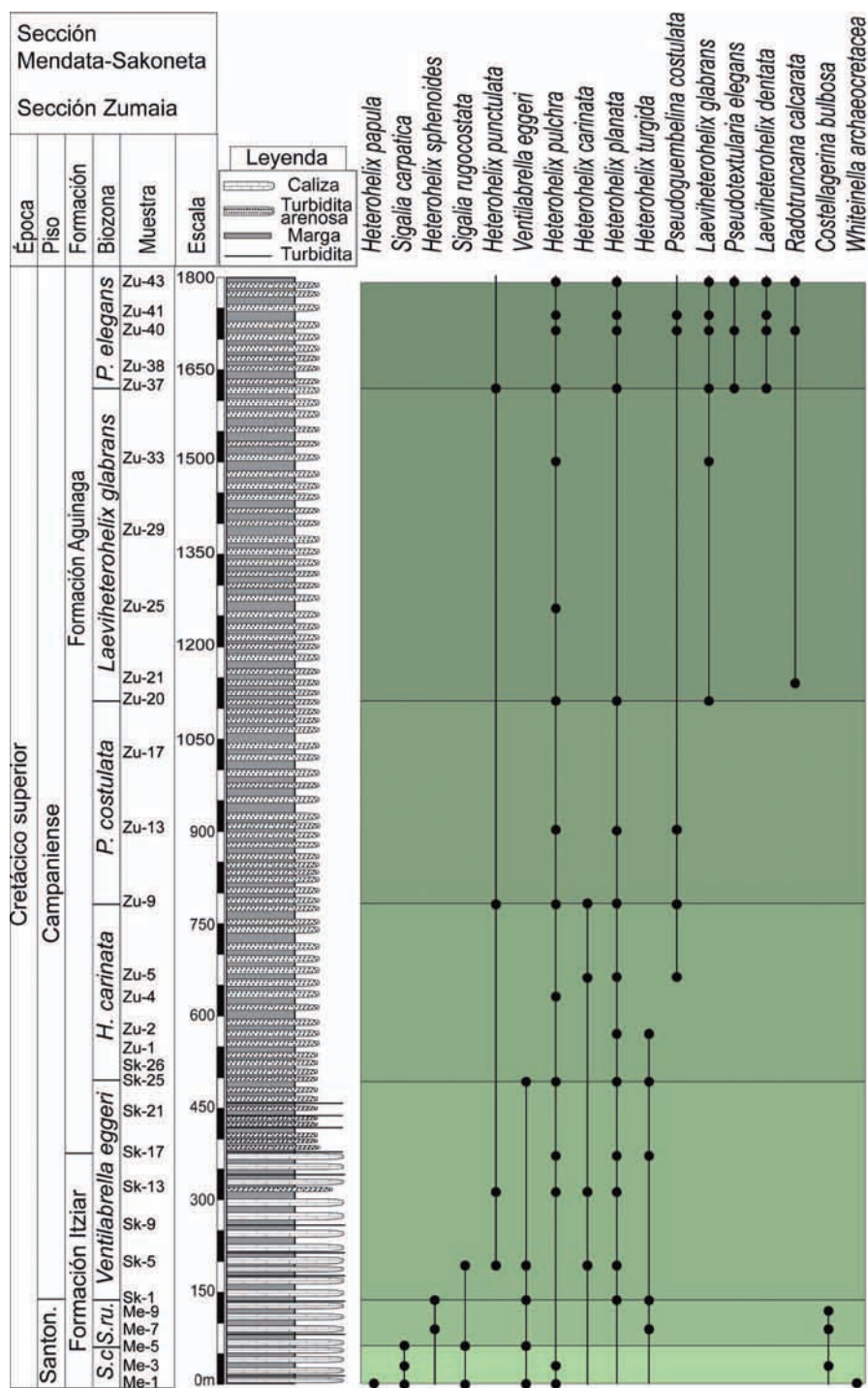


Fig. 3.- Distribución estratigráfica de especies seleccionadas por su interés bioestratigráfico. Las divisiones de la escala equivalen a 50 metros. S.c.—*Sigalia carpatica*, S.ru.—*Sigalia rugocostata*. Ver figura color en la Web.  
 Fig. 3.- Stratigraphic range of species selected for their biostratigraphic interest. The divisions of the scale equal to 50 meters. S.c.—*Sigalia carpatica*, S.ru.—*Sigalia rugocostata*. See colour figure on the Web.

dad de Zaragoza y por el Departamento de Educación y Ciencia de la Comunidad Autónoma de Aragón y el Fondo Social Europeo (Grupo E05).

**Referencias**

Arz, J.A. (1996). *Los foraminíferos planctónicos del Campaniense y Maastrichtiense: bioestratigrafía, cronoestratigrafía y eventos paleoecológicos*. Tesis Doctoral, Univ. de Zaragoza, 419 p.

Baceta, J.I., Orue-Etxebarria, X. y Apellaniz, E. (2010). *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra* 18, 269-283.

Gale, A.S., Hancock, J.M., Kennedy, W.J., Petrizzo, M.R., Lees, J.A., Walaszczyk, I. y Wray, D.S. (2008). *Cretaceous Research* 29, 131-167.

Gradstein, F.M., Ogg, J.G., Schmitz, M.D. y Ogg, G.M. (2012). *The Geologic Time Scale 2012*. Elsevier, Amsterdam, 1176 p.

Lamolda, M.A., Peryt, D. y Ion, J. (2007). *Cretaceous Research* 28, 18-29.

Lirer, F. (2000). *Micropaleontology* 46, 365-369.

Malod, J.A. y Mauffret, A. (1990). *Tectonophysics* 184, 261-278.

Mathey, B. (1982). En: *El Cretácico de España* (A. García, Ed.). Universidad Complutense de Madrid, Madrid, 111-135.

Nederbragt, A.J. (1991). *Micropaleontology* 37, 329-372.

Pérez-Rodríguez, I. (2013). *Bioestratigrafía y evolución ambiental del Coniaciense Superior al Maastrichtiense con foraminíferos planctónicos*. Tesis doctoral, Univ. de Zaragoza, 350 p.

Petrizzo, M.R., Falzoni, F. y Silva, I.P. (2011). *Cretaceous Research* 32, 387-405.

Robaszynski, F., Caron, M., González-Donoso, J.M., Wonders, A.A.H. y el Grupo de Trabajo Europeo de Foraminíferos Planctónicos. (1984). *Revue de Micropaléontologie* 26, 145-305.

Salaj, J. y Samuel, O. (1966). *Foraminifera der Westkrpataen-Kreide*. Geologicky Ustav Dionyza Stura, Bratislava, 219 p.