

**ESTUDIO COMPARATIVO DEL MAASTRICHTIENSE DE ZUMAYA (PIRINEOS)  
Y AGOST (BETICAS) BASADO EN EL ANALISIS CUANTITATIVO DE LOS  
FORAMINIFEROS PLANCTONICOS.****José A. ARZ, José I. CANUDO y Eustoquio MOLINA.**

Departamento de Ciencias de la Tierra. Universidad de Zaragoza. E-50009.

**ABSTRACT**

The uppermost Cretaceous planktic foraminiferal assemblages from the Zumaya section (Pyrenees) and Agost section (Betic Cordillera) are studied quantitatively. A minor change at the boundary between the middle and upper Maastrichtian and a major faunal turnover at the Cretaceous/Tertiary boundary have been found. A slight increase in Heterohellicids and a correlative decrease in Globotruncanids are evidenced in both sections, but in general, the different morphological groups are well diversified and stable up to the massive extinction of the uppermost Maastrichtian. Nevertheless, the deep dweller and index species *Abathomphalus mayaroensis* has not been found in the top of the Maastrichtian at Zumaya section, which is probably due to regressive and eustatic reasons.

**Key words:** Planktic Foraminifera, Evolution, Cretaceous, Maastrichtian, Biostratigraphy, Chronostratigraphy.

**Introducción**

El Maastrichtense y más concretamente el límite Cretácico/Terciario ha sido objeto de numerosos estudios interdisciplinarios, especialmente desde que Alvarez et al. (1980) enunciaron su conocida teoría sobre las consecuencias del impacto de un gran meteorito. Mucho se ha escrito sobre la extinción de los dinosaurios, pero son los foraminíferos planctónicos los que mejor permiten poner de manifiesto la coincidencia con la extinción masiva de final del Cretácico. En este sentido, resulta de gran utilidad el análisis cuantitativo de los foraminíferos planctónicos de los cortes de Zumaya y Agost, los cuales son mundialmente conocidos por su interés para el estudio de los eventos asociados al límite Cretácico/Terciario.

Los foraminíferos planctónicos de estos cortes han sido estudiados anteriormente. Así, el límite Cretácico/Terciario en Zumaya ha sido estudiado por Smit y ten Kate (1982) y Lamolda (1985, 88 y 90) y en Agost por Groot et al. (1989), Smit (1990) y Canudo et al. (1991). Sin embargo, faltaba un estudio cuantitativo que abarcarse desde el Maastrichtense medio (Arz, 1992) para mejor evidenciar la evolución de las asociaciones, y un estudio comparativo para poner de manifiesto si existen diferencias de tipo latitudinal o de otro tipo.

**Material y metodología**

El corte de Zumaya se encuentra en un escarpe costero situado en Punta Aitzgorri, al oeste del pueblo de Zumaya, en la provincia de Guipuzcoa. Geológicamente pertenece a la parte más septentrional del sinclinal Vasco-cantábrico (Pirineos). El corte de Agost se encuentra en las proximidades de una granja en el lado oeste de la carretera de Agost a Castalla, kilómetro 12,5, al

norte del pueblo de Agost, en la provincia de Alicante. Geológicamente, pertenece a una unidad intermedia entre las zonas Prebética y Subbética (Cordilleras Béticas). En Agost se han muestreado 13,5 metros de margas y margocalizas de color gris claro, que corresponden en Zumaya a 174 metros de margas, margocalizas y calcarenitas de color gris oscuro. En ambos se han tomado un número equivalente de muestras, pero la conservación muy deficiente de algunas muestras de Zumaya no ha permitido su estudio cuantitativo.

Las muestras se prepararon en el laboratorio mediante la técnica del levigado, usando tamices de 63 y 100 micras. El estudio cuantitativo se ha realizado en la fracción mayor de 100 micras, obteniendo una muestra representativa de 300-400 ejemplares mediante un microcuarteador Otto modificado. El resto de la muestra fue revisada para buscar las especies raras y la fracción de 63 micras para las especies de pequeño tamaño.

### Bioestratigrafía

Los foraminíferos planctónicos permiten reconocer en el corte de Agost las Biozonas de "*Gansserina*" *gansseri* y "*Abathomphalus*" *mayaroensis* según la zonación de Bolli (1957). Sin embargo, en el corte de Zumaya la Biozona de *Abathomphalus mayaroensis* no se puede reconocer en los últimos 2,30 metros, ya que falta esta especie, por lo que se ha utilizado la biozonación de Keller (1988) modificada. Ahora bien, creemos que estos 2,30 metros finales del Cretácico se pueden atribuir a la Cronozona de *Abathomphalus mayaroensis*, ya que el nanoplancton calcáreo indica que estos metros pertenecen a las Biozonas de *M. murus* y *M. prinsii*, las cuales por correlación se sabe que pertenecen al Maastrichtense final (Percival y Fischer, 1977; Lamolda, 1988; Gorostidi y Lamolda, 1989; Flores, Gorostidi y Lamolda, 1990). Asimismo, ésto ocurre en otros cortes de la cuenca Vasco-cantábrica tales como Osinaga (Canudo y Molina, 1992) y Sopelana (Lamolda et al., 1983; Mary et al., 1991). Sin embargo, en Agost y Caravaca (Canudo et al., 1991) *Abathomphalus* se extingue en coincidencia con el nivel rojo con evidencias de impacto, al contrario de lo que ocurre en cortes de latitudes más bajas tales como El Kef (Keller, 1988) y Brazos River (Keller, 1989), los cuales tuvieron un medio de depósito poco profundo. Si además tenemos en cuenta que en el Pirineo se ha puesto de manifiesto un descenso del nivel del mar (Pujalte et al., 1989) y una regresión (De Ruig et al., 1991) que se acentúa hacia el límite Cretácico/Terciario; podemos afirmar que la ausencia de *Abathomphalus mayaroensis*, que es una de las formas de hábitat de mayor profundidad, como se sabe por los isótopos de oxígeno (Barrera y Huber, 1990; Huber, 1991) se debería más a un control eustático que latitudinal.

### Evolución de las asociaciones

El análisis cuantitativo se ha realizado separando las distintas especies, pero por razones de espacio en esta nota solo se ilustran los porcentajes según los grupos morfológicos más significativos (Figura 1).

A nivel de grandes grupos las diferencias más significativas se observan en los Globotruncánidos (*Globotruncana*, *Globotruncanita*, *Contusotruncana*, *Gansserina* y *Abathomphalus*) que descienden ligeramente a lo largo del Maastrichtense. Este descenso es total para el género *Abathomphalus* en el corte de Zumaya, ya que *Abathomphalus mayaroensis* y *Abathomphalus intermedius* no aparecen en los tres últimos metros del Maastrichtense. Estas dos especies son raras en Agost pero se encuentran hasta el límite Cretácico/Terciario.

Por el contrario, los Heterohelícidos simples (*Spiroplecta*, *Striatella*, *Pseudotextularia*, *Pseudoguembelina* y *Gublerina*) aumentan ligeramente durante el

Maastrichtense en ambos cortes. Es interesante que también en ambos cortes presentan su mínima abundancia en el límite Maastrichtense medio/superior. Los Heterohelícidos complejos (*Planoglobulina*, *Racemiguembelina* y *Ventilabrella*) son poco abundantes y mantienen un patrón similar de distribución.

El género *Globigerinelloides* mantiene unos porcentajes similares en ambos cortes, pero en el Maastrichtense terminal tiende a disminuir en Zumaya y a aumentar en Agost. El género *Hedbergella* es poco frecuente y muestra una tendencia similar. El género *Globotruncanella* es más abundante en Zumaya, mientras que los géneros *Rugoglobigerina* y *Plummerita* son más abundantes en Agost.

Las asociaciones de foraminíferos planctónicos de los cortes de Agost y Zumaya muestran una evolución similar durante el Maastrichtense medio y superior, como pone de manifiesto el análisis cuantitativo. En este sentido, se observa que las asociaciones se mantienen muy estables, y los foraminíferos planctónicos están muy diversificados, durante el Maastrichtense, en ambos cortes. Así, en el corte de Zumaya se han identificado 41 especies en la Biozona de *G. gansseri* y 58 especies en la Biozona de *A. mayaroensis*, y en el corte de Agost se han reconocido 50 especies en la Biozona de *G. gansseri* y 54 especies en la Biozona de *A. mayaroensis*.

La única crisis que se observa antes de la gran extinción del límite Cretácico/Terciario se produce en el límite Maastrichtense medio/superior; es decir, entre las Biozonas de *Gansserina gansseri* y *Abathomphalus mayaroensis*. Así junto a *Gansserina gansseri* desaparece *G. linneiana* y aparecen *A. mayaroensis* y *T. scotti*, lo cual coincide a nivel cuantitativo con una disminución en los porcentajes de los Heterohelícidos simples. Esta crisis relativamente pequeña en los foraminíferos planctónicos se corresponde con una crisis en los Inoceramus y en los Ammonites (Ward, 1988) y un cambio en los isótopos de oxígeno y carbono de las conchas de los foraminíferos (Barrera y Huber, 1990).

La mayor crisis en la historia de los foraminíferos planctónicos tuvo lugar en el límite Cretácico/Terciario. La gran extinción y posterior diversificación ha sido objeto de numerosos estudios y se ha discutido mucho acerca del número de especies que sobrevivieron. Para ciertos autores solo sobrevivió *Guembelitra cretacea*, mientras que para otros serían una decena de especies las que lograrían pasar al Terciario y se extinguen en la base del Paleoceno. En el corte de Agost (Canudo et al., 1991) se observan más de una veintena de especies típicas del Cretáceo en los primeros cinco centímetros de la base del Paleoceno (Biozona de *Guembelitra cretacea*); sin embargo, criterios de tipo tafonómico y de correlación con otros cortes nos permiten afirmar que la mitad de ellas serían reelaboradas. Asimismo, en el corte de Agost hemos observado que ciertas especies que en los últimos centímetros del Maastrichtense son muy raras (*G. pettersi*, *G. rosetta*, *G. conica*, *G. pschadae*, *G. cuvillieri*, *R. milamensis* y *S. americana*) cuando se realiza una búsqueda intensiva también se encuentran, lo que por correlación con otros cortes permite asegurar que se extinguen en coincidencia con el nivel rojo con evidencias de impacto. El corte de Zumaya no permite hacer estas precisiones debido a su litología poco propicia para la conservación de los foraminíferos planctónicos. Sin embargo, hemos realizado un muestreo detallado del límite Cretácico/Terciario que nos ha permitido encontrar el nivel con las evidencias de impacto, pero no hemos podido identificar la Biozona de *Guembelitra cretacea* por lo que es posible que exista un pequeño hiato en la base del Paleoceno. Sin embargo, hemos observado que algunas pequeñas formas típicas del Cretácico se encuentran en la Biozona de *Parvularugoglobigerina eugubina*.

## Conclusiones

Las asociaciones de foraminíferos planctónicos de los cortes de Agost y Zumaya muestran una gran estabilidad y diversificación, excepto en el límite Maastrichtiense medio/superior, donde existe una pequeña crisis y en el límite Cretácico/Terciario, donde se observa la mayor crisis de la historia de los foraminíferos planctónicos. La disminución de Globotruncánidos y el aumento de Heterohelícidos durante el Maastrichtiense superior, puede interpretarse como un efecto a largo plazo debido a causas de tipo eustático. La gran extinción del límite Cretácico/Terciario coincide milimétricamente con el nivel en el que se han encontrado evidencias de impacto de un gran meteorito (anomalía de Iridio, microtectitas, cuarzos de choque, espinelas de níquel, etc) que parece ser la causa de dicha extinción, a la cual solo sobrevivirían una decena de especies de foraminíferos planctónicos.

## Agradecimientos

A la Dirección General de Investigación Científica y Técnica (DGICYT) por la financiación del proyecto PB88-0389-C02-01. Asimismo, este trabajo se ha realizado en el marco del Proyecto nº 262 (Tethyan Cretaceous Correlation) del PICG.

## Referencias

- Alvarez, L.W., Alvarez, W., Asaro, F. y Michel, H.V. (1980): *Science*, 208: 1095-1108.
- Arz, J.A. (1992): *Tesis de Licenciatura. Univ. Zaragoza*. (inédito).
- Barrera, E. y Huber, B.T. (1990): *Proc. Ocean Drill. Program, Sci. Results*, 113: 813-828.
- Bolli, H.M. (1957): *U.S. Nat. Mus. Bull.*, 215: 61-68.
- Canudo, J.I. y Molina, E. (1992): *Actas Simp. III Cong. Geol. Esp.* (en prensa).
- Canudo, J.I., Keller, G. y Molina, E. (1991): *Marine Micropaleontology*, 17: 319-341.
- De Ruig, M.J., Smit, J., Geel, T. y Kooi, H. (1991): *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 103: 1504-1512.
- Flores, J.A., Gorostidi, A. y Lamolda, M.J. (1990): *Com. Reunión de Tafonomía y Fosilización*, 145-150.
- Gorostidi, A. y Lamolda, M.A. (1989): *INA Newsletter*, 11, 63-64.
- Groot, J.J., de Jonge, R.B.G., Langereis, C.G., ten Kate, W.G.H.G. y Smit, J. (1989): *Earth Planet. Sci. Lett.*, 94: 385-397.
- Huber, B. (1991): *In: Thomson et al., eds. Geological Evolution of Antarctica*, 609-615.
- Keller, G. (1988): *Marine Micropaleontology*, 13: 239-263.
- Keller, G. (1989): *Paleoceanography*, 4(3): 287-332.
- Lamolda, M.A. (1985): *Gwatt Conference Rare Events in Geology. Switzerland*.
- Lamolda, M.A. (1988): *Revista Española de Paleontología*, nº extr.: 152-155.
- Lamolda, M.A. (1990): *En: Walliser ed., Global Bio Events, Extinction Events in Earth History. Springer*, 8: 393-399.
- Lamolda, M.A., Orue-Etxebarria, X. y Proto Decima, F. (1983): *Zitteliana*, 10: 663-670.
- Mary C., Moreau, M.G., Orue-Etxebarria, X. Apellaniz, E. y Courtillot, V. (1991): *Earth and Planetary Science Letters*, 106: 133-150.
- Percival, S.F. y Fisher, A.G. (1977): *Evol. Theory*, 3: 1-35.
- Pujalte, V., Robles, S., Zapata, M., Orue-Etxebarria, X. y Garcia-Portero, J. (1989): *Guía exc. XII Cong. Esp. Sedim.* 47-88.
- Smit, J. (1990): *Geologie en Mijnbouw* 69: 187-204.
- Smit, J. y ten Kate, W.G.H.Z. (1982): *Cretaceous Research*, 3: 307-332.
- Ward, P. (1988): *Revista Española de Paleontología*, Núm. ext., 119-127.

Figura 1: Abundancia relativa de los principales grupos morfológicos de foraminíferos planctónicos en el Maastrichtiense medio y superior de los cortes de Agost y Zumaya

