

Bioestratigrafía con foraminíferos planctónicos y eventos paleoceanográficos del tránsito Daniense/Selandiense en el corte de Zumaya (Guipúzcoa)

I. Arenillas y E. Molina

Departamento de Ciencias de la Tierra (Paleontología). Universidad de Zaragoza. 50009 Zaragoza

PALABRAS CLAVE: Foraminíferos, Paleoceno, Cronoestratigrafía, Zumaya, Guipúzcoa, España.

INTRODUCCIÓN

El Paleoceno está limitado por dos importantes eventos de escala mundial: el límite Cretácico/Terciario, donde se produce una de las mayores extinciones en masa de la historia del planeta, y el límite Paleoceno/Eoceno, donde se produce la mayor extinción en masa de foraminíferos bentónicos de los últimos 100 millones de años. Estos dos límites han sido ampliamente estudiados por numerosos especialistas y el estado de conocimiento está bastante avanzado. Sin embargo, el intervalo de tiempo que representa el Paleoceno es actualmente poco conocido, por lo que la posición de los diferentes límites entre pisos no está aún precisada.

Este periodo es oficialmente subdividido por la Subcomisión Internacional de Estratigrafía del Paleógeno en tres pisos: Daniense, Selandiense y Thanetiense (Jenkins & Luterbacher, 1992), aunque esta subdivisión no está del todo aceptada (Aubry, 1994). Dos importantes caídas del nivel del mar han sido identificadas durante el periodo de tiempo del Paleoceno (Haq *et al.*, 1987). Las discontinuidades estratigráficas de las bases de los estratotipos del Selandiense y el Thanetiense pueden ser un reflejo de estos cambios eustáticos, los cuales han sido registrados en numerosos cortes de medios nerítico y batial superior (Schmitz, 1994; Speijer, 1994). Sin embargo, la insuficiente resolución bioestratigráfica impide presentar, por el momento, conclusiones definitivas sobre la importancia y situación exacta de estos eventos. Dentro de la biozonación con foraminíferos planctónicos, el límite Daniense/Selandiense (D/S) suele situarse de forma arbitraria en la base de la Biozona P3a o Biozona de *Morozovella angulata*, mientras que el límite Selandiense/Thanetiense, se sitúa ligeramente por encima de la base de la Bio-

zona P4 o Biozona de *Planorotalites pseudomenardii* (Berggren, 1994).

Si excluimos los eventos del límite Cretácico/Terciario y Paleoceno/Eoceno, en el registro isotópico del Paleoceno destaca fundamentalmente el incremento de $\delta^{13}\text{C}$ en la parte media de la Biozona P3b (parte superior del Selandiense), subida que se extiende hasta el final del Paleoceno (Boersma *et al.*, 1979; Boersma & Premoli Silva, 1983; Shackleton *et al.*, 1985 a,b; Miller *et al.*, 1987; Stott *et al.*, 1990; Charisi & Schmitz, 1994, 1995). Este cambio isotópico, detectado a escala mundial, se asocia normalmente a un aumento de la productividad de los océanos y alcanza valores máximos desde la base del Thanetiense. En la base del Selandiense no ha sido documentado hasta el momento ningún cambio espectacular, tan solo reseñar el descenso de $\delta^{13}\text{C}$ en el límite P3a/P3b (Miller *et al.*, 1987; Charisi & Schmitz, 1994, 1995), coincidiendo con una subida del nivel del mar (Haq *et al.*, 1987; Speijer, 1994).

El objetivo de este trabajo es realizar un estudio cuantitativo y bioestratigráfico mediante foraminíferos planctónicos del tránsito Daniense/Selandiense en el corte de Zumaya, con la finalidad de buscar un evento relevante donde eventualmente se pueda situar el estratotipo del límite Daniense/Selandiense.

MATERIAL Y MÉTODOS

El conocido corte de Zumaya (Guipúzcoa) representa uno de los perfiles con mayor potencia (170 metros) y continuidad del Paleoceno en todo el mundo (Molina, 1994). El tránsito D/S se encuentra situado entre el metro 45 y el metro 55 por encima del límite Cretácico/Terciario (Hillebrandt, 1965; Arenillas & Molina, 1995). El Daniense tiene una po-

tencia aproximada de 50 metros y consiste en calizas con intercalación de margas calcáreas. La parte inferior del Selandiense está constituido por margas grises, destacando un intervalo de margas rojas en su base.

Se ha realizado un muestreo en intervalos métricos de la sección estudiada y las muestras han sido lavadas posteriormente mediante el método del levigado. La conservación de las muestras en las calizas del Daniense es deficiente, por lo que existen pequeños intervalos donde no se han podido disponer de datos fiables para el análisis cuantitativo, el cual está basado en una fracción representativa de 300 o más ejemplares. La conservación de la mayor parte de las muestras es aceptable, destacando las margas de la parte inferior del Selandiense, aunque existe un pequeño intervalo de disolución parcial en la base del intervalo rojo.

BIOESTRATIGRAFÍA

Se propone una nueva biozonación con foraminíferos planctónicos del tránsito Daniense/Selandiense, la cual es una modificación más detallada de las biozonaciones más corrientemente utilizadas (Bolli, 1966; Toumarkine & Luterbacher, 1985; Berggren & Miller, 1988). Se han identificado cuatro biozonas: Biozona de *Acarinina trinidadensis*, Biozona de *Acarinina uncinata*, Biozona de *Morozovella angulata* y Biozona de *Morozovella crosswicksensis*. El límite inferior de estas biozonas corresponde a la Primera Aparición (P.A.) de las especies homónimas.

En este trabajo se propone la nueva Biozona de *Morozovella crosswicksensis*, porque la P.A. de la especie homónima coincide con el evento sedimentario, bioestratigráfico y cuantitativo-estratigráfico más importante del tránsito D/S. El límite superior de esta biozona se ha hecho corresponder con la P.A. de *Igorina albeari*, que representa el límite superior de la Biozona P3b (*I. albeari*-*Gl. pseudomenardii* IRSZ) de Berggren (1994).

EVOLUCIÓN DE LAS ASOCIACIONES DE FORAMINÍFEROS PLANCTÓNICOS

Durante el tránsito Daniense/Selandiense se produce el relevo faunístico de las formas típicas del Daniense, siendo sustituidas de una forma gradual por las del Selandiense y Thanetiense (Fig. 1). Nuevos géneros como *Mo-*

rozovella y *Planorotalites* sustituyen en abundancia a los géneros *Acarinina* y *Globanomalina* del Daniense superior. El género *Acarinina* queda reducido a formas de pequeño tamaño tales como *Acarinina praeaequa*.

La P.A. de *Morozovella* es el evento evolutivo más destacable del tránsito D/S y podría ser utilizado para situar el límite D/S (Berggren, 1994). Sin embargo, es aconsejable que, a la hora de definir la posición de un límite, se escoja un evento destacable y correlacionable a nivel mundial. En el corte de Zumaya se distinguen varios eventos importantes, entre los que destaca el de la base de la Biozona de *Morozovella crosswicksensis*. Si el evento se confirma en otros cortes, puede ser utilizado como un buen horizonte para situar el límite D/S.

El índice Planctónicos/Bentónicos (índice P/B) aumenta progresivamente a lo largo del corte estudiado (Fig. 1). En las Biozonas de *Acarinina trinidadensis* y *Acarinina uncinata*, al igual que en el resto del Daniense inferior, el porcentaje de foraminíferos planctónicos es de alrededor del 75%, aumentando hasta el 92% en la Biozona de *Morozovella angulata*. Por último, a partir de la Biozona de *Morozovella crosswicksensis* y durante el resto del Selandiense, el porcentaje de foraminíferos planctónicos aumenta a un 98-99%. Por tanto, durante el tránsito Daniense/Selandiense se observa una profundización progresiva del medio, existiendo un fuerte aumento del nivel del mar en la base de la Biozona de *Morozovella crosswicksensis*, hecho que se manifiesta mediante un cambio litológico brusco (de calizas blancas pasamos a margas rojas).

El índice Cálido/Frío (índice C/F) permite distinguir importantes alternancias entre géneros de altas y bajas latitudes a lo largo del tránsito D/S (Fig. 1). Durante el tránsito D/S se alcanzan los mayores porcentajes de géneros de bajas latitudes de todo el Paleoceno de Zumaya, fundamentalmente desde la parte superior de la Biozona de *Acarinina uncinata* hasta el techo de la Biozona de *Morozovella angulata*. En este intervalo destacan tres descensos fuertes del índice C/F, indicando probablemente un descenso relativo de la temperatura en la cuenca de Zumaya. Estos tres eventos ocurren en los metros 40 (base de la Biozona de *Morozovella angulata*), 45 y 51 (base de la Biozona de *Morozovella crosswicksensis*). El último descenso ocurre de una forma progresiva, alcanzando el valor máximo alrededor del metro 60 y manteniéndose

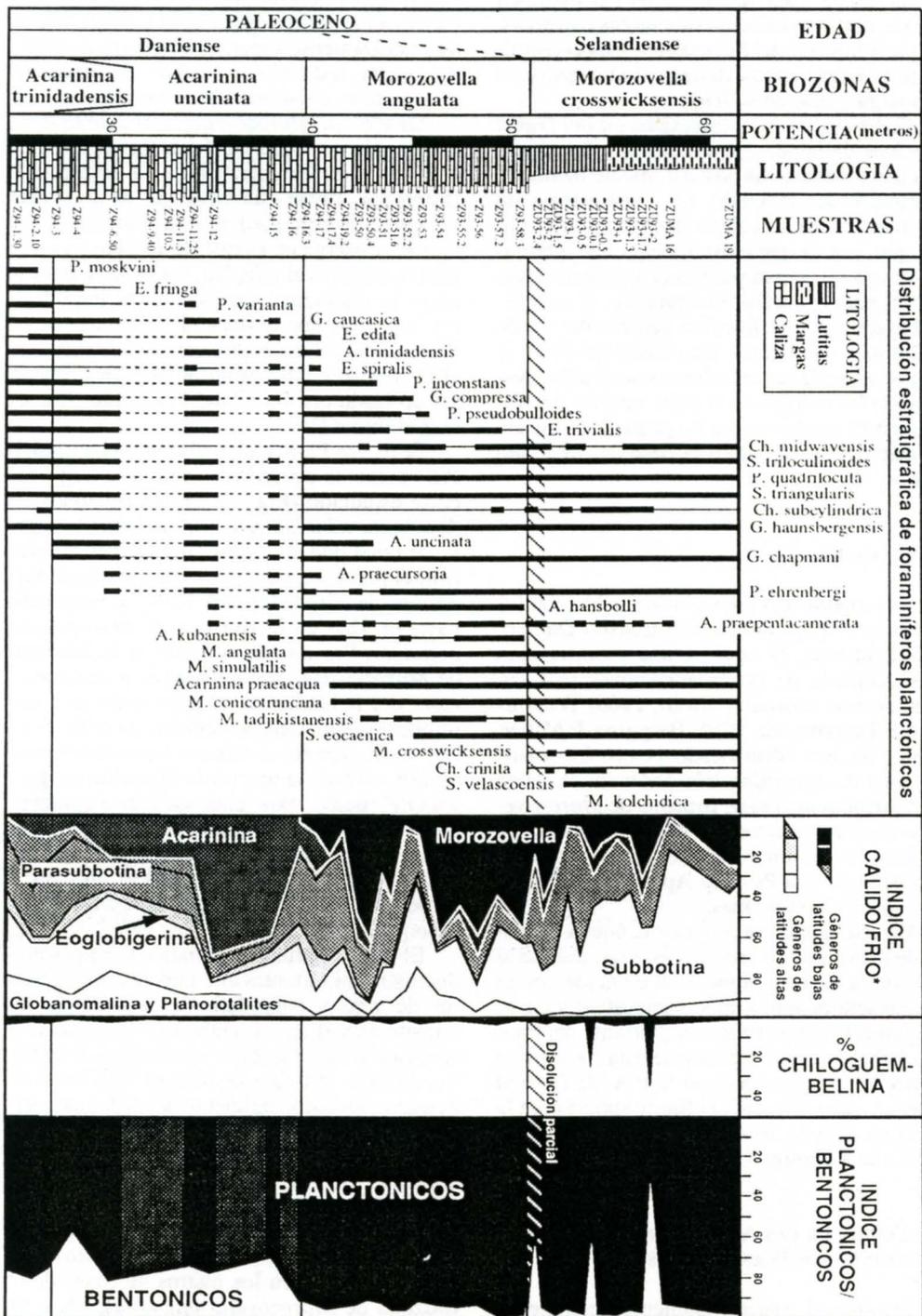


Fig. 1.-Distribución estratigráfica y análisis cuantitativo de los foraminíferos planctónicos del tránsito Daniense/Selandiense en el corte de Zumaya.
 * En el índice C/F se ha descontado el porcentaje de *Chiloguembelina*. En el género *Parasubbotina* se ha distinguido entre las especies de bajas y altas latitudes.

bajo hasta el final del Selandiense (Arenillas y Molina, 1995; Molina *et al.*, en prensa).

En la Biozona de *Morozovella crosswickensis* se han identificado dos "picos" en el porcentaje de *Chiloguembelina*, en los metros 54 y 57, dentro del último evento de disminución del índice C/F (Fig. 1). Estas anomalías están relacionadas con dos descensos bruscos del índice P/B, los cuales parecen indicar mínimos en la productividad superficial, dentro, probablemente, de un contexto general de baja productividad. Se ha encontrado un tercer descenso del índice P/B coincidiendo con el nivel de disolución parcial de la base del nivel rojo. Estos descensos pueden ser explicados por el evento transgresivo de la base del Selandiense, presentando una fenomenología muy similar a la del evento del límite Paleoceno/Eoceno (Molina *et al.*, 1994). Sin embargo, al contrario de lo que ocurre en el tránsito Paleoceno/Eoceno, durante este intervalo de tiempo se produce una bajada relativa, probablemente local, de la temperatura, hecho evidenciado por la disminución del índice C/F. Por otro lado, el aumento del porcentaje de *Chiloguembelina* suele estar relacionado, durante el Eoceno, con una expansión del nivel de oxigenación mínima y, en consecuencia, con un aumento de la productividad (Boersma & Premoli Silva, 1988, 1989). Sin embargo, este hecho no es aplicable al evento de la base de la Biozona de *Morozovella crosswickensis*, ya que un aumento de productividad requiere normalmente una caída del nivel del mar o bien una fuerte subida de la temperatura (Caron & Homewood, 1982/83). Por tanto, el género *Chiloguembelina* puede presentarse, durante este intervalo, como un género oportunista sin estar todavía adaptado a condiciones de oxigenación mínima.

En conclusión, en la base de la Biozona de *Morozovella crosswickensis* se ha identificado una subida brusca del nivel del mar, asociado a un cambio litológico, un descenso brusco del porcentaje de géneros de bajas latitudes y varios picos del porcentaje de *Chiloguembelina* y del índice P/B. El conjunto de todos estos fenómenos parece indicar una fuerte transgresión, un descenso de la productividad y un descenso local de la temperatura. Este evento puede correlacionarse con la subida brusca del nivel del mar, tras una regresión generalizada, detectado a nivel mundial en la base del Selandiense (Haq *et al.*, 1987; Speijer, 1994), y podría utilizarse como límite Daniense/Selandiense.

AGRADECIMIENTOS

I.A. disfruta de una beca de la Diputación General de Aragón (n.º ref. BCB3692). Este trabajo se ha realizado dentro del proyecto DGICYT PB94-0566.

BIBLIOGRAFÍA

- Arenillas, I. & Molina, E. 1995. Análisis cuantitativo de los foraminíferos planctónicos del Paleoceno en Zumaya: implicaciones paleoambientales y eventos paleoceanográficos. *Geogaceta*, 17: 23-26.
- Aubry, M. P. 1994. The Thanetian Stage in NW Europe and its significance in terms of global events. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar*, 116(1): 43-44.
- Berggren, W. 1994. In defense of the Selandian Age/Stage. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar*, 116(1): 44-46.
- Berggren, W. & Miller, K. G. 1988. Paleogene tropical planktonic foraminiferal biostratigraphy and magnetostratigraphy. *Micropaleontology*, 34(4): 362-380.
- Boersma, A. & Premoli Silva, I. 1983. Paleocene planktonic foraminiferal biogeography and the paleoceanography of the Atlantic Ocean. *Micropaleontology*, 29(4): 355-381.
- 1988. Boundary conditions of Atlantic Eocene oxygen minimum zones. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 93(4): 479-506
- 1989. Atlantic Paleogene biserial heterohelicids and oxygen minimum. *Paleoceanography*, 4: 271-286
- Boersma, A.; Shackleton, N. J.; Hall, M. & Given, Q. 1979. Carbon and oxygen isotope-records at DSDP Site 384 (North Atlantic) and some Paleocene paleotemperatures and carbon isotope variations in the Atlantic Ocean. *Initial Reports of D.S.D.P.*, 43: 695-717
- Bolli, H. M. 1966. Zonation of Cretaceous to Pliocene marine sediments based on Planktonic foraminifera. *Boletín informativo de la Asociación Venezolana de Geología Minera y Petrolera*, 9(1): 1-34.
- Caron, M. & Homewood, P. 1982/83. Evolution of early planktic foraminifers. *Marine Micropaleontology*, 7: 453-462
- Charisi, S. & Schmitz, B. 1994. Stable isotope ($\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{18}\text{O}$) records across the Paleocene section at Gebel Oweina, Egypt. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar*, 116(1): 48-49
- Charisi, S. & Schmitz, B. 1995. Stable ($\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{18}\text{O}$) and strontium (87Sr/86Sr) isotopes through the Paleocene at Gebel Oweina, eastern Tethyan region. *Paleogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 116: 103-129.
- Haq, B. L.; Hardenbol, J. & Vail, P. R. 1987. Chronology of fluctuating Sea Levels since the Triassic. *Science*, 235: 1156-1167.
- Hillebrandt, A. von 1965. Foraminiferen-Stratigraphie im Alttertiär von Zumaya (Prov. Guipuzcoa, NW Spanien) und ein Vergleich mit anderen Tethys-Gebieten. *Bayerische Akademie der Wissenschaften, Math. Nat. Abh.*, 123: 1-67.
- Jenkins, D. G. & Luterbacher, H. 1992. Paleogene stages and their boundaries (Introductory remarks). *Neues Jahrbuch für Geologie and Paläontologie, Abh.*, 186 (1-2): 1-5.
- Miller, K. G.; Janecek, T. R.; Katz, M. E. & Keil, D. J. 1987. Abyssal circulation and benthic foraminiferal changes near the Paleocene/Eocene boundary. *Paleoceanography*, 2(6): 741-761.

- Molina, E. 1994. Paleocene sections in Spain: chronostratigraphical problems and possibilities. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar*, 116(1): 58-60.
- Molina, E.; Canudo, J. I.; Martínez-Ruiz, F. & Ortiz, N. 1994. Integrated stratigraphy across the Paleocene/Eocene boundary at Caravaca, southern Spain. *Eclogae geologicae Helvetiae*, 77(1): 47-61.
- Molina, E.; Arenillas, I.; Arz, J. A.; Canudo, J. I.; González, C.; Ortiz, N. & Pardo, A. (en prensa). Síntesis bioestratigráfica y eventos paleoceno-gráficos del Cretácico (Maastrichtiense) al Mioceno (Langhiense) basada en foraminíferos. *Revista Española de Paleontología*, n.º ext.
- Schmitz, B. 1994. The Paleocene Epoch - Stratigraphy, global change and events. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar*, 116(1): 39-41.
- Shackleton, N. J.; Corfield, R. M. & Hall, M. A. 1985a. Stable isotope data and the ontogeny of Paleocene planktonic foraminifera. *Journal of Foraminiferal Research*, 15: 321-336.
- Shackleton, N. J.; Hall, M. A. & Bleil, U. 1985b. Carbon isotope stratigraphy Site 577. *Initial Reports of D.S.D.P.*, 86: 503-511.
- Speijer, R.P. 1994. Paleocene sea-level fluctuations recorded in benthic foraminiferal assemblages from Gebel Oweina (Esna, Egypt): local, regional or global patterns?. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar*, 116(1): 63-65
- Stott, L. D.; Kennet, J. P.; Shackleton, N. J. & Corfield, R. M. 1990. The evolution of antarctic surface waters during the Paleogene: Inferences from the Stable isotopic composition of planktonic foraminifers, ODP Leg 113. *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*, 113: 849-863.
- Toumarkine, M. & Luterbacher, H. 1985. Paleocene and Eocene planktic foraminifera. In *Plankton Stratigraphy*, Bolli, H.M., Saunders, J.B., Perch-Nielsen, K. Eds., Cambridge University Press: 88-153.