

BIOESTRATIGRAFIA DEL ALBENSE MEDIO-TURONENSE
MEDIO DEL PENIBETICO (CORDILLERAS BETICAS)
BASADA EN FORAMINIFEROS PLANCTONICOS

POR

J. M. GONZÁLEZ DONOSO *, D. LINARES *, M. REBOLLO *
y F. SERRANO *

RESUMEN

Se establece una biozonación, basada en foraminíferos planctónicos, para los materiales del Albense medio-Turonense medio del Penibético y su correlación con la escala cronoestratigráfica. De más antiguo a más moderno, se distinguen las siguientes biozonas: b. de *Ticinella primula*, b. de *Biticinella breggiensis*, b. de *Rotalipora (Pseudothalmaninella) ticinensis*, b. de *Planomalina praebuxtorfi*, b. de *Planomalina buxtorfi*, b. de *Rotalipora (Thalmaninella) gandolfii*, b. de *Rotalipora (Thalmaninella) globotruncanoides*, b. de *Rotalipora (Thalmaninella) reicheli*, b. de *Rotalipora cushmani* y b. de *Helvetoglobotruncana helvetica*; entre las dos últimas biozonas puede existir un intervalo, no reconocido por ahora.

ABSTRACT

A biozonal scheme is established based on planktonic foraminifera for the materials of the Middle Albian-Middle Turonian of the Penibetic and its correlation with the chronostratigraphic scale. From the oldest to the most modern the following biozones can be distinguished: *Ticinella primula* b., *Biticinella breggiensis* b., *Rotalipora (Pseudothalmaninella) ticinensis* b., *Planomalina praebuxtorfi* b., *Planomalina buxtorfi* b., *Rotalipora (Thalmaninella) gandolfii* b., *Rotali-*

* Departamento de Geología. Facultad de Ciencias. Universidad de Málaga.

pora (*Thalmaninella*) *globotruncanoides* b., *Rotalipora* (*Thalmaninella*) *reicheli* b., *Rotalipora* (*Rotalipora*) *cushmani* b., and *Helvetoglobotruncana helvetica* b. It is possible that between the last two biozones there may exist an interval not yet recognised.

INTRODUCCION

El objeto de esta nota es el establecimiento de una biozonación, por medio de foraminíferos planctónicos, de los materiales del intervalo Albense medio-Turonense medio que forman parte de las series penibéticas de las Cordilleras Béticas y su correlación con la escala cronoestratigráfica.

Dado que las características sedimentológicas y estratigráficas de estos materiales, así como la evolución paleogeográfica del dominio durante el Cretácico, son expuestas, detalladamente, en sendos artículos (GONZALEZ DONOSO *et al.*, *in litt.*, y COMPANYY *et al.*, *in litt.*) no vamos a referirnos a ellas de nuevo. La localización exacta de los cortes estudiados se reseña en el primero de los artículos citados.

BIOESTRATIGRAFIA

La escasez de ammonites y otros grupos de invertebrados en los materiales cretácicos del Penibético, en especial a partir del Berriense, hace imprescindible la utilización de micro y nannofósiles para la datación de los mismos.

En el caso de los materiales aptenses o más recientes, los foraminíferos planctónicos son, sin duda, los fósiles más adecuados, dada su abundancia, presencia constante y evolución rápida. Además, la amplia distribución geográfica de estos organismos asegura la correlación de las biozonaciones basadas en ellos, con las establecidas en otras regiones del Tethys u otros dominios.

Las unidades bioestratigráficas que a continuación se exponen son biozonas de intervalo y biozonas de extensión total. Para definir las se han escogido, en la medida de lo posible, biohorizontes de primera aparición (B. P. A.) o de última aparición (B. U. A.) de especies abundantes, fácilmente reconocibles, frecuentemente citadas en la literatura y utilizadas previamente con fines bioestratigráficos en otras regiones, para así facilitar la correlación. Ciertamente, no hay criterios que permitan asegurar la estricta isocronía de estos biohorizontes—o de cualquier otro de no importa qué taxon— a la escala global, pero tampoco hay argumentos, al menos por ahora, para tachar a

ninguno de ellos de heterocrónico, dado que la sucesión de tales biohorizontes es en general la misma.

Las determinaciones específicas se han realizado atendiendo a criterios estrictamente tipológicos, por considerar que ello es lo más simple y adecuado para un trabajo de índole bioestratigráfica como el que a continuación se desarrolla, basado sobre organismos que suelen ser abundantísimos en cualquier muestra del intervalo de su extensión total.

En estas circunstancias, la indicación de, por ejemplo, «aparición de *R. (P.) ticinensis* en una serie» se refiere al nivel más bajo de la misma que contiene individuos con la morfología de *R. (P.) ticinensis*, sin que sea necesario que predominen sobre los de su «especie» ancestral o, ni siquiera, que alcancen una determinada frecuencia.

Hay que tener en cuenta también que, con este enfoque tipológico, muchas de las aparentemente consideradas especies, no lo son en realidad. Así, por ejemplo, la indicación de que en una muestra coexisten *R. (T.) appennica*, *R. (T.) gandolfii*, *R. (T.) globotruncanoides* y *R. (T.) greenhornensis*, no significa que en esa muestra existan cuatro especies biológicas; de hecho, en este caso concreto, sólo hay una especie biológica, en cuyo espectro de variación morfológica se pueden distinguir cuatro morfotipos que han aparecido sucesivamente a lo largo del tiempo, como consecuencia de la variación temporal de una línea evolutiva. En un trabajo posterior y más amplio, que dedicaremos a la evolución de los foraminíferos planctónicos del intervalo aquí estudiado, a partir de los datos cosechados en los materiales del Penibético, abordaremos el problema de la división en cronoespecies de las distintas líneas evolutivas discernibles, para sustituir el enfoque tipológico previo —y necesario— ahora adoptado.

BIOZONA DE TICINELLA PRIMULA

Denominación formal: Biozona de intervalo de *T. primula* (B.P.A.)/*B. breggiensis* (B. P. A.).

Caracterización: Intervalo comprendido entre la primera aparición de *Ticinella primula* Luterbacher y la de *Biticinella breggiensis* (Gandolfi). Además del indicador zonal, están presentes *Biticinella* sp. cf. *B. breggiensis* (Gandolfi) (formas con menos cámaras que las típicas) *Ticinella roberti* (Gandolfi) (formas de pequeño tamaño) *Ticinella raynaudi* Sigal (s. l.) *Hedbergella delrioensis* (Carsey) *H. planispira* (Tappan) y *H. simplex* (Morrow).

Observaciones: Esta biozona es estrictamente correlacionable con las MCi-25 de Sigal (1977) y CI-14 de Longoria (1977 b) y, aproximadamente, con la de *H. rischi* de Moullade (1974).

En el Penibético, sólo ha sido localizada en los Canutos de Manilva, corte 17 c, e incompleta, pues los primeros niveles muestreables en dicho corte contienen ya el indicador zonal.

BIOZONA DE BITICINELLA BREGGIENSIS

Denominación formal: Biozona de intervalo de *B. breggiensis* (B. P. A.)/*R. (P.) ticinensis* (B. P. A.).

Caracterización: Intervalo comprendido entre la primera aparición de *Biticinella breggiensis* (Gandolfi) y la de *Rotalipora (Pseudothalmaninella) ticinensis* (Gandolfi). En esta biozona, además del indicador zonal, están presentes las especies de la biozona anterior. Durante ella aparecen *Ticinella roberti* (Gandolfi) típicas y *Ticinella praeticinensis* Sigal (aparentemente, de manera simultánea, aunque cabe esperar que ambos biohorizontes, aunque próximos, no sean del todo coincidentes) y, algo después, *Rotalipora (Pseudothalmaninella) subticinensis* (Gandolfi). Señalemos, por último, la existencia en esta zona de unas formas —actualmente en vía de estudio— con aspecto de *Praeglobotruncana* y que, aparentemente, no pertenecen a ninguna especie descrita de foraminíferos planctónicos.

Observaciones: La biozona de *B. breggiensis* equivale, estrictamente, a la subzona de *T. praeticinensis* de Moullade (1974), a la biozona CI-15 de Longoria (1977 b, según el texto, p. 10; no según la Fig. 4) y a la parte inferior de la MCi-26 de Sigal (1977); su parte superior corresponde a la inferior de la de *R. subticinensis*-*R. ticinensis* de Robaszynski y Caron (1979) y Rebollo (1980) y, aproximadamente, a la de *P. subticinensis* de Wonders (1980).

Los biohorizontes de aparición de *T. praeticinensis* y *R. (P.) subticinensis* podrían utilizarse para su eventual división en tres subzonas, dos de las cuales serían subfilozonas.

Varios de los cortes estudiados contienen esta biozona, pero sólo puede afirmarse que está completa en el corte de Los Canutos de Manilva, previamente citado.

BIOZONA DE ROTALIPORA (PSEUDOTHALMANNINELLA) TICINENSIS

Denominación formal: Biozona de intervalo de *R. (T.) ticinensis* (BPA)/*P. praebuxtorfi* (BPA).

Caracterización: Intervalo comprendido entre la primera aparición de *Rotalipora (Pseudothalmaninella) ticinensis* (Gandolfi) y la

de *Planomalina praebuxtorfi* Wonders. Durante esta biozona no se localiza ningún biohorizonte de interés, salvo quizás, hacia su cima. algunos de los que se consideran en la próxima biozona.

Observaciones: Esta biozona es correlacionable, pero no estrictamente, a la homónima de Wonders (1980), dado que este autor utilizó criterios estadísticos y no tipológicos para marcar el biohorizonte de aparición del indicador zonal; corresponde también a la mayor parte (salvo la cima) de la subzona de *R. ticinensis* de Moullade (1974) a parte de la MCI-26 de Sigal (1977) y a parte de la de *R. subticinensis-R. ticinensis* de Robaszynski y Caron (1979) y Rebollo (1980). La correlación con las de Longoria es problemática, pues presentan contradicciones internas. Así, en un trabajo de 1977 (b) se indica en el texto (p. 10) que el límite superior de la biozona CI-15 es el biohorizonte de aparición de *T. ticinensis*, mientras que en la figura 4 (p. 8) el límite entre las biozonas CI-15 y CS-1a está más alto y se sitúa en el nivel de aparición de *P. buxtorfi*; en otro trabajo de 1977 (a) se indica una biozona CI-16, que no se define, pero que quizás corresponda a la CS-1a del trabajo citado en primer lugar y una CS-1, que podría corresponder a la CS-1b, cuyo límite inferior es el biohorizonte de aparición de *T. evoluta* (Sigal) (un morfotipo de *R. (T.) appenninica* (Renz). En resumen, nuestra biozona de *R. (P.) ticinensis* puede corresponder, tanto a la parte alta (sin llegar a la cima) de la zona CI-15 (si se atiende a la fig. 4, 1977 b) como a la parte baja de la zona CS-1 (en función del texto, p. 10, 1977 b) como a una parte, no precisada, de la CI-15 y/o CI-16 (según el trabajo 1977 a).

La biozona de *R. (P.) ticinensis* está bien representada en el Penibético.

BIOZONA DE PLANOMALINA PRAEBUXTORFI

Denominación formal: Biozona de extensión total de *P. praebuxtorfi*.

Caracterización: Se asignan a esta biozona, presumiblemente de extensión temporal muy corta, los materiales que contienen el indicador zonal, *Planomalina praebuxtorfi* Wonders. Durante ella, o en la cima de la biozona anterior, se sitúan los biohorizontes de aparición de *Rotalipora (Thalmaninella) praebalernaensis* Sigal, *R. (T.) appenninica* (Renz) y «*Hedbergella*» *libyca* Barr, sin que se pueda precisar más, pues las muestras más altas que hemos recogido de la biozona anterior (incluidas las que presentan *Globigerinelloides caseyi* (Bolli, Loeblich y Tappan) con caracteres que

TABLA 1

Tabla 1

TORCAL(2d)	CJO. DEL BOQUERON	LOS CANUTOS(17c)	LOS CANUTOS(17e)	MEDIO	TURONENSE	H.helvetica
TEDA	CUEVA DE LA PILETA(14a)	CJO. DEL CASTILLO	GRAZALEMA(21c)	INFERIOR	S E	Intervalo no reconocido
				SUPERIOR	C E N O M A N E N S E	R. (R.) cushmani
				MEDIO		R. (T.) reicheli
				INFERIOR		R. (T.) globotruncanoides
				VRACONSENSE		R. (T.) gandolfii
						P.buxtorfi
						P.praebuxtorfi
				SUPERIOR	A L B E N S E	R. (P.) ticinensis
				MEDIO		B.breggiensis
						T.primula

PTO. DEL VIENTO

T. primula

B. breggiensis

R. (P.) ticinensis

P. praebuxtorfi

P. buxtorfi

anuncian *P. praebuxtorfi*) no las contienen, mientras que están presentes en todas las que provienen de la zona que ahora nos ocupa. *Ticinella raynaudi* Sigal (s. l.) y *T. primula* Luterbacher probablemente desaparecen también en esta biozona, aunque tal extinción no es segura, puesto que en términos más altos vuelven a aparecer formas de morfología similar a grandes rasgos. Por otra parte, el biohorizonte de aparición de *P. buxtorfi* (Gandolfi) es muy próximo al de *P. praebuxtorfi*; en las primeras muestras que contienen la segunda especie, se observan escasos individuos, pero típicos, de *P. buxtorfi*. En fin, los biohorizontes de extinción de *Rotalipora* (*Pseudothalmanninella*) *subticinensis* (Gandolfi) y *R. (Thalmanninella) praebalernaensis* Sigal, también se localizan en esta biozona.

Observaciones: Por razones análogas a las expuestas previamente, esta biozona no es estrictamente equivalente a la homónima de Wonders (1980). En cuanto a otras biozonaciones, se situaría a caballo del límite entre las de *T. breggiensis* (subzona de *R. ticinensis*) y *P. buxtorfi* de Moullade (1974); *R. subticinensis* - *R. ticinensis* y *R. appenninica* de Robaszynski y Caron (1979), *R. subticinensis* - *R. ticinensis* y *P. buxtorfi* de Rebollo (1980) y hacia la parte alta (no terminal) de la MCI-26 de Sigal (1977).

Pese a su pequeña extensión, esta biozona ha sido reconocida en varios cortes del Penibético.

BIOZONA DE PLANOMALINA BUXTORFI

Denominación formal: Biozona de intervalo de *P. praebuxtorfi* (BUA)/*P. buxtorfi* (BUA).

Caracterización: Intervalo comprendido entre la última aparición de *Planomalina praebuxtorfi* Wonders y la de *Planomalina buxtorfi* (Gandolfi). Durante ella se localizan los biohorizontes de extinción de *Biticinella breggiensis* Gandolfi, de aparición de *Praeglobotruncana delrioensis* (Plummer) y, posteriormente, el de desaparición de *Rotalipora (Pseudothalmanninella) ticinensis*; los de aparición de *Praeglobotruncana stephani* (Gandolfi) y *Rotalipora (Thalmanninella) gandolfii* Luterbacher y Premoli-Silva, también parecen situarse en esta biozona, pero en posición difícil de precisar, dado que evolucionan muy gradualmente a partir de sus ancestrales (*P. delrioensis* y *R. (T.) appenninica*, respectivamente).

Observaciones: La biozona de *P. buxtorfi* corresponde a la mayor parte de las homónimas de Moullade (1974) y Rebollo (1980) a la parte inferior (salvo la extrema base) de la de *R. appenninica*

de Robaszynsky y Caron (1979) al conjunto cima de la MCi 26, MCi 27 y base de la MCs-1 de Sigal (1977) y al conjunto *P. ticinensis*-*P. buxtorfi* (en su mayor parte) y *T. appenninica*-*P. buxtorfi* de Wonders (1980); en la biozonación de Longoria (1977 b, según la Fig. 4) ocuparía la parte inferior de la CS-1 (intervalo *a* y base del *b*).

Los biohorizontes de extinción de *B. breggiensis* (Gandolfi) y *R. (P.) ticinensis* podrían utilizarse para diferenciar tres subzonas, fáciles de reconocer, o incluso para separar esta biozona en tres independientes.

BIOZONA DE ROTALIPORA (THALMANNINELLA) GANDOLFII

Denominación formal: Biozona de intervalo de *P. buxtorfi* (BUA)/*R. (T.) globotruncanoides* (BPA).

Caracterización: Intervalo con el indicador zonal, *Rotalipora (Thalmaninella) gandolfii* Luterbacher y Premoli-Silva, comprendido entre la última aparición de *Planomalina buxtorfi* (Gandolfi) y la primera aparición de *Rotalipora (Thalmaninella) globotruncanoides* Sigal. El límite superior de esta biozona es difícil de precisar a veces, pues la aparición de los caracteres que permiten distinguir el morfotipo *R. (T.) globotruncanoides*, dentro de las poblaciones de *R. (T.) appenninica*-*R. (T.) gandolfii*, tiene lugar de una manera gradual y heterocrónica. Durante esta biozona sólo hemos localizado un biohorizonte característico, el de desaparición de «*Hedbergella*» *libyca* Barr.

Observaciones: La biozona de *R. (T.) gandolfii* es correlacionable con la de *T. appenninica* de Wonders (1980), con la parte superior de la de *R. appenninica* de Robaszynski y Caron (1979), con parte de la de *R. brotzeni* de Rebollo (1980) y con parte de la CS-1 de Longoria (1977 a). Por otra parte, esta biozona no está representada en el esquema zonal de Sigal (1977) pues, según este autor, *P. buxtorfi* se extingue después de la aparición de *R. globotruncanoides*.

BIOZONA DE ROTALIPORA (THALMANNINELLA) GLOBOTRUNCANOIDES

Denominación formal: Biozona de intervalo de *R. (T.) globotruncanoides* (BPA)/*R. (T.) reicheli* (BPA).

Caracterización: Intervalo comprendido entre la primera aparición de *Rotalipora (Thalmaninella) globotruncanoides* Sigal y la de

R. (T.) reicheli Mornod. Durante él, se localiza un biohorizonte característico, el de aparición de *Rotalipora (Rotalipora) montsalvensis* Mornod y comienzan a observarse escasos ejemplares asimilables a *Praeglobotruncana gibba* Klaus, *P. aumalensis* (Sigal), *Dicarinella algeriana* Caron, *Whiteinella baltica* Douglas y Rankin, *W. kingi* (Trujillo) (= *W. brittonensis* (Loeblich y Tappan)) y *Rotalipora (Thalmaninella) greenhornensis* (Morrow).

Observaciones: Esta biozona es aproximadamente correlacionable con la de *R. brotzeni* de Robaszynski y Caron (1979) y equivale a la parte inferior de la MCs-1 de Sigal (1977), al conjunto parte superior de la CS-1 y parte inferior de la CS-2 de Longoria (1977 a) y a la parte inferior de la biozona de *T. globotruncanoides* de Wonders (1980).

El biohorizonte de aparición de *R. (R.) montsalvensis* puede utilizarse para diferenciar dos subzonas dentro de este intervalo (o bien, dos biozonas independientes).

BIOZONA DE ROTALIPORA (THALMANNINELLA) REICHELI

Denominación formal: Biozona de intervalo de *R. (T.) reicheli* (BPA)/*R. (R.) cushmani* (BPA).

Caracterización: Intervalo comprendido entre la primera aparición de *Rotalipora (Thalmaninella) reicheli* Mornod y la de *Rotalipora (Rotalipora) cushmani* (Morrow). Durante esta biozona comienzan a ser muy abundantes los individuos atribuibles al morfotipo *R. (T.) greenhornensis* (Morrow), siguen abundando los de *R. (T.) globotruncanoides* Sigal y *R. (R.) montsalvensis* Mornod, mientras que comienzan a escasear los atribuibles a *R. (T.) gandolfii* Luterbacher y Premoli-Silva y prácticamente desaparecen los asignables a *R. (T.) appenninica* (Renz).

Observaciones: La biozona de *R. (T.) reicheli* se correlaciona con la parte superior de las de *T. globotruncanoides* de Wonders (1980), MCs-1 de Sigal (1977) y CS-2 de Longoria (1977 a). La correlación con la biozona de *R. reicheli* de Robaszynski y Caron (1979) es más problemática, pues el límite con la biozona superior (*R. cushmani*), según la tabla 2, p. 31, coincide con la desaparición de *R. reicheli* y las apariciones, simultáneas, de *R. greenhornensis* y *R. cushmani*, mientras que en nuestros materiales las dos últimas especies coexisten con *R. (T.) reicheli*.

BIOZONA DE ROTALIPORA (RODALIPORA) CUSHMANI

Denominación formal: Biozona de extensión total de *R. (R.) cushmani*.

Caracterización: Se asignan a esta biozona los materiales que contienen el indicador zonal, *Rotalipora (Rotalipora) cushmani* (Morrow). Esta biozona, presumiblemente, tiene una extensión temporal considerable, pero es difícil dividirla de una manera adecuada, en función de que los materiales del Penibético que pertenecen a ella son fundamentalmente calcáreos y silíceos, lo que impide su muestreo detallado, y a que, quizás, tampoco existan en ella biohorizontes muy significativos. Así, *R. (T.) deecke* (Franke), especie que aparece hacia su parte superior, no está presente en todos los cortes; *R. (R.) montsalvensis* Mornod, desaparece también en niveles similares, pero es difícil fijar exactamente su biohorizonte de extinción, pues en las poblaciones de *R. (R.) cushmani* (incluso en las más altas) pueden aparecer individuos con caracteres primitivos. Otro tanto ocurre con *R. (T.) gandolfii* Luterbacher y Premoli-Silva y *R. (T.) globotruncanoides* Sigal respecto a *R. (T.) greenhornensis* (Morrow). *Whiteinella baltica* Douglas y Rankin, *W. kingi* (Trujillo), *Praeglobotruncana aumalensis* (Sigal) y *Dicarinella algeriana* (Caron) comienzan a ser frecuentes en la parte alta de la biozona de *R. (R.) cushmani*, pero heterocrónicamente y no en todos los cortes. En fin, como única posibilidad de subdividirla, se podría utilizar el biohorizonte de extinción de *R. (T.) reicheli* Mornod, pero este evento tiene lugar muy poco después de que aparezca *R. (R.) cushmani* (Morrow), por lo que la extensión del intervalo en que coexistan las dos especies, es, presumiblemente, demasiado corta. En resumen, preferimos, al menos de momento, no dividir formalmente este intervalo, ni siquiera en subzonas.

Observaciones: La biozona de *R. (R.) cushmani* es equivalente a la homónima de Wonders (1980), a la CS-3 y base de la CS-4 de Longoria (1977 a), a la MCs-2 de Sigal (1977, enmendada posteriormente; ver Wonders, 1980, p. 47) y, con la salvedad expuesta en la biozona anterior, con la de *P. cushmani* de Robaszynski y Caron (1979).

INTERVALO NO RECONOCIDO

Actualmente, parece bien establecido (Robaszynski y Caron, 1979; Wonders, 1980, por sólo citar trabajos recientes) la existencia de un pequeño intervalo entre la desaparición de *Rotalipora (Rota-*

lipora) cushmani (Morrow) (y de las demás *Rotalipora*, s. l.) y la aparición de *Helvetoglobotruncana helvetica* (Bolli). En los cortes estudiados del Penibético, la naturaleza predominantemente calcárea y silíceo de los materiales en que podría localizarse dicho intervalo, ha impedido, hasta el momento, la obtención de muestras levigables que puedan corresponder al mismo... Por ahora, y hasta que realicemos un muestreo exhaustivo de alguna serie menos calcárea, preferimos no pronunciarnos sobre la existencia o no de este intervalo en el Penibético.

BIOZONA DE HELVETOGLOBOTRUNCANA HELVETICA

Denominación formal: Biozona de extensión total de *H. helvetica*.

Caracterización: Se asignan a esta biozona los materiales que contienen el indicador zonal, *Helvetoglobotruncana helvetica* (Bolli). Permanecen, en ella, algunas de las especies presentes en la de *R. (R.) cushmani*: *Praeglobotruncana stephani* (Gandolfi) *P. gibba* Klaus, *P. aumalensis* (Sigal), *Dicarinella algeriana* (Caron) *Whiteinella baltica* Douglas y Rankin y *W. kingi* (Trujillo). Se encuentran, desde las primeras muestras atribuibles a esta zona (por lo que no podemos precisar, de momento, si aparecen antes o después del BPA de *H. helvetica*), *Whiteinella archaeocretacea* Pessagno, *W. aprica* (Loeblich y Tappan), *Helvetoglobotruncana praehelvetica* (Trujillo), *Praeglobotruncana oraviensis* Scheibnerova, *Dicarinella elata* Lamolda, *D. imbricata* (Mornod), *D. schneegansi* (Sigal), *Marginotruncana sigali* (Reichel) y *M. renzi* (Gandolfi). Aparecen en esta biozona *Marginotruncana paraconcavata* Porthault y el género *Falsotruncana* Caron. En la parte superior de la biozona, las *Praeglobotruncana* y *Dicarinella*, muy abundantes en la parte inferior, decrecen en frecuencia, al tiempo que aumenta, de manera ostensible, la de las *Marginotruncana*; este fenómeno se puede utilizar, informalmente y de una forma aproximada, para separar, en los cortes del Penibético, dos intervalos dentro de la biozona de *H. helvetica*.

Observaciones: Esta biozona se correlaciona con las homónimas de Robaszynski y Caron (1979), Wonders (1980), MCs-3 de Sigal (1977) y con el conjunto CS-4 (parte)-CS-5 (parte) de Longoria (1977 a).

Los materiales del Cretácico del Penibético situados por encima de la desaparición de *H. helvetica* (Bolli) pertenecen a las biozonas de *D. schneegansi* y siguientes definidas por Linares (1977).

CRONOESTRATIGRAFIA

La división en pisos del Cretácico en general, y del intervalo aquí estudiado, en particular, presenta una serie de problemas que no es cuestión de analizar ahora exhaustivamente. Recordemos, por ejemplo, que los estratotipos de los distintos pisos no se suceden de manera rigurosa, existiendo entre ellos lagunas o, en algún caso, solapamientos; además, el contenido faunístico de muchos de tales estratotipos es escaso y/o poco característico.

Por otra parte, los especialistas en ammonites han llegado, paulatinamente, a un cierto consenso —no unánime, por supuesto— en cuanto a situar los límites de los pisos (y subpisos) en una escala bioestratigráfica basada en tales organismos.

Pero no son frecuentes las secciones de materiales del intervalo aquí estudiado, con ammonites suficientemente abundantes como para establecer una buena bioestratigrafía, e incluso hay regiones, como las Cordilleras Béticas y otros muchos dominios del Tethys, en las que los ammonites faltan casi por completo.

Los foraminíferos planctónicos son mucho más abundantes en este intervalo y presentan una distribución geográfica más amplia; además, permiten establecer biozonaciones, tan detalladas como pueden serlo las de ammonites, y reconocibles a la escala mundial.

Por razones de tipo histórico, hasta el momento se ha tratado de establecer la correlación entre las unidades bioestratigráficas, basadas en foraminíferos planctónicos, y los límites cronoestratigráficos establecidos por los especialistas en ammonites. Pero, en muchos casos, tal correlación es poco precisa, por ser escasas las secciones en que abundan ambos tipos de organismos.

Cabe esperar que en un futuro, quizá no muy lejano, se llegue a la solución de definir los límites entre pisos del intervalo Albense-Maastrichtense, por medio de foraminíferos planctónicos, sin el condicionamiento de los límites preestablecidos por medio de ammonites. De esta forma, los pisos de este intervalo podrían reconocerse de manera inequívoca, a escala global y en más regiones que en la actualidad.

Pero, de momento, hay que conformarse con la correlación aproximada que actualmente se puede establecer, y esperar que, en las regiones propicias, se intensifiquen los estudios comparativos de foraminíferos y ammonites.

Según MOULLADE (1974) y SIGAL (1977) la aparición de *T. pri-mula* tiene lugar un poco por encima del límite entre las biozonas de *D. mamillatum* y *H. dentatus* (límite Albense inferior/Albense medio) y la de *B. breggiensis* se sitúa en el límite entre las de *H. den-*

tatus y *M. inflatum* (límite Albense medio/Albense superior). La aparición de *P. buxtorfi* se sitúa en el límite entre las biozonas de *M. inflatum* y *S. dispar*, según SIGAL (1977) y ROBASZYNSKI y CARON (1979) o un poco después, según MOULLADE (1974). De acuerdo con todo esto, la biozona de *T. primula* cubre casi todo el Albense medio y las de *B. breggiensis* y *R. (P.) ticinensis* el Albense superior; el límite Albense/Vraconense se sitúa dentro de la biozona de *P. praebuxtorfi*.

Según SIGAL (1977) *R. brotzeni* y *R. globotruncanoides* aparecen en el límite entre las biozonas de *S. dispar* y *M. mantelli* (límite Vraconense/Cenomanense) mientras que ROBASZYNSKI y CARON (1979) sitúan la aparición de *R. brotzeni* (*R. globotruncanoides*, en parte) un poco antes de dicho límite. Así pues, el Vraconense incluye parte de la biozona de *P. praebuxtorfi*, las de *P. buxtorfi* y *R. (T.) gandolfii* y, quizás, la parte basal de la de *R. (T.) globotruncanoides*.

Según SIGAL (1977) la aparición de *R. (R.) cushmani* es ligeramente anterior al límite entre las biozonas de *M. mantelli* y *A. rhotomagense* (límite Cenomanense inferior/Cenomanense medio) mientras que según ROBASZYNSKI y CARON (1979) es ligeramente posterior a dicho límite. A falta de datos concluyentes, situaremos dicho límite, de una forma imprecisa, en las inmediaciones del biohorizonte de aparición de *R. (R.) cushmani*. Los materiales con *R. (T.) reicheli* [esto es, la zona homónima y la base de la *R. (R.) cushmani*] representarían el tránsito entre el Cenomanense inferior y el medio.

Existen problemas en cuanto a la posición del límite Cenomanense/Turonense pero, en cualquier caso, no debe situarse por debajo de la desaparición de *Rotalipora s. l.* ni por encima de la aparición de *H. helvetica* (Bolli), es decir, en el dominio del «intervalo no reconocido» del Penibético. Independientemente de los argumentos históricos, o de otro tipo, que se quieran esgrimir, parece lógico hacer coincidir los límites de pisos, siempre que ello sea posible, con rupturas faunísticas importantes. En este sentido, es adecuada la propuesta de algunos autores (v. g.: WONDERS, 1980) de hacer coincidir, estrictamente, el límite Cenomanense/Turonense con el biohorizonte de extinción de las *Rotalipora s. l.*

La extinción de *H. helvetica* (Bolli) se sitúa, según SIGAL (1977), coincidiendo con el límite entre las biozonas de *R. ornatisimum* y *R. deveriae* (límite Turonense medio/Turonense superior) o un poco antes, según ROBASZYNSKI y CARON (1979). Los materiales de la biozona de *H. helvetica* se pueden atribuir, por tanto, al Turonense inferior no basal y medio (salvo, quizá, su cima).

LÁMINA 1

1. *Ticinella primula* LUTERBACHER, ejemplar PB-43, muestra GD-528 bis, corte 17 c.
 2. *Biticinella breggiensis* (GANDOLFI), ejemplar PB-52, muestra GD-531 c, corte 17 c.
 3. *Rotalipora (Pseudothalmanninella) ticinensis* (GANDOLFI), ejemplar RC-19, muestra T-73, corte 6.
 4. *Planomalina praebuxtorfi* WONDERS, ejemplar PB-61, muestra GD-533 b, corte 17 c.
- Todos $\times 100$.

LAMINA I

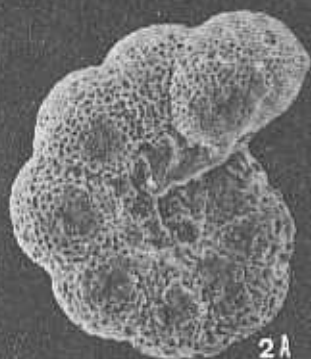
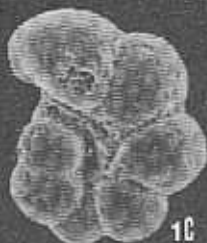


LÁMINA 2

1. *Planomalina buxtorfi* (GANDOLFI), ejemplar RC-47, muestra T-77, corte 6.
2. *Rotalipora (Thalmaninella) gandolfii* LUTERBACHER y PREMOLI-SILVA, ejemplar PV-33, muestra CPV-20 B, corte 11.
3. *Rotalipora (Thalmaninella) globotruncanoides* SIGAL, ejemplar RC-61, muestra N-14, corte 2 b.
Todos $\times 100$.

LAMINA II

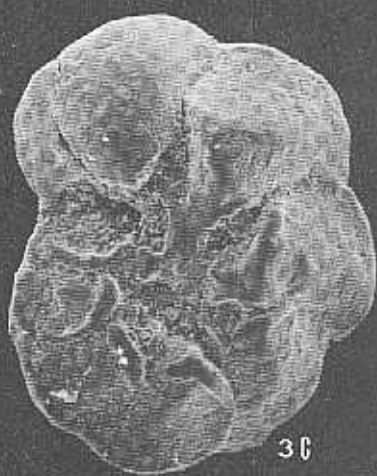
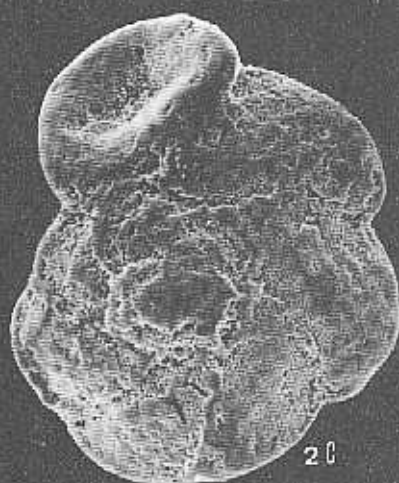
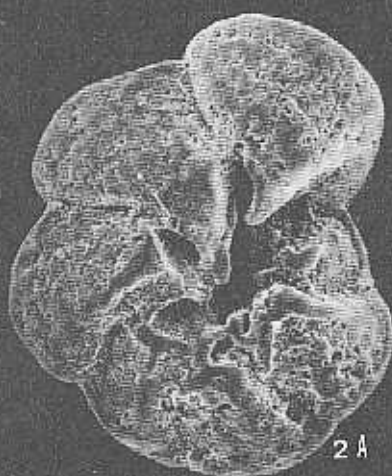
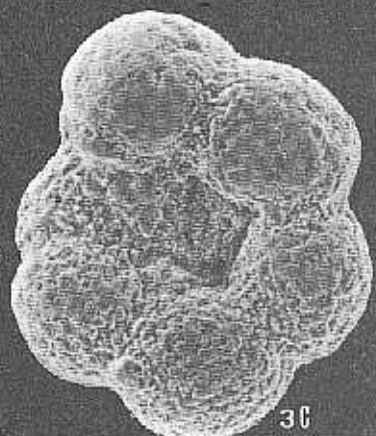
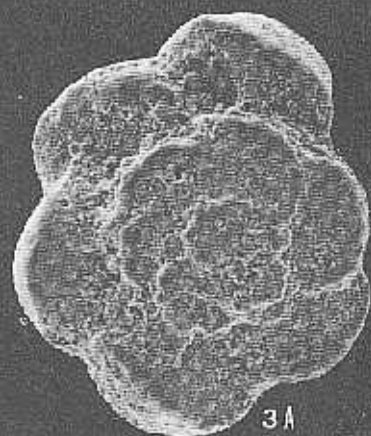
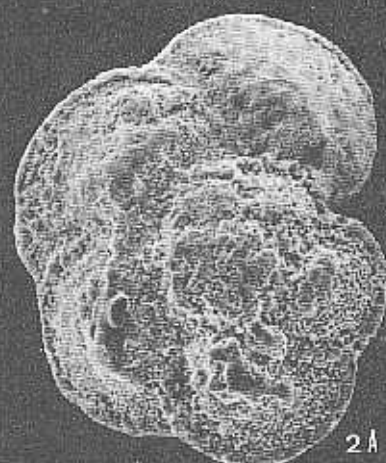
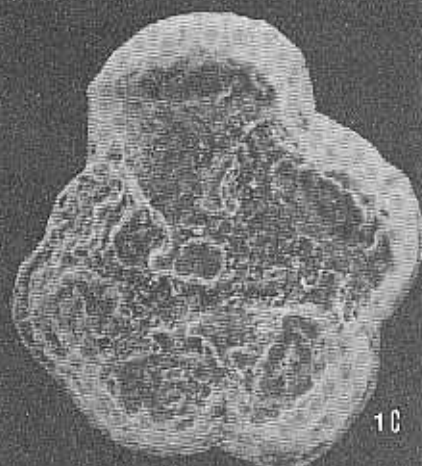
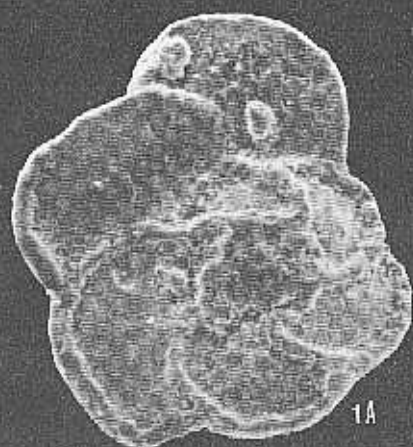


LÁMINA 3

1. *Rotalipora (Thalmaninella) reicheli* MORNOD, ejemplar PB-81, muestra CCA-80, corte 17 e.
 2. *Rotalipora (Rotalipora) cushmani* (MORROW), ejemplar PB-36, muestra CPV-22, corte 11.
 3. *Helvetoglobotruncana helvetica* (BOLLI), ejemplar PB-28 bis, muestra GD-547, corte 17 c.
- Todos × 100.

LAMINA III



BIBLIOGRAFIA

- COMPANY, M.; GONZÁLEZ-DONOSO, J. M.; LINARES, D.; MARTÍN-ALGARRA, A.; REBOLLO, M.; SERRANO, F.; TAVERA, J. M., y VERA, J. A. (In litt): Diques Neptúnicos en el Cretácico del Penibético: aspectos genéticos y etapas de relleno. *Cuad. Geol. Ibérica*.
- GONZÁLEZ-DONOSO, J. M.; LINARES, D.; MARTÍN-ALGARRA, A.; REBOLLO, M.; SERRANO, F., y VERA, J. A. (In litt.): Discontinuidades estratigráficas durante el Cretácico en el Penibético (Cordilleras Béticas). *Estudios Geológicos*.
- LINARES, D. (1977): Foraminíferos planctónicos del Cretácico superior de las Cordilleras Béticas (Sector Central). Tesis Doctoral, Univ. Granada, *Publ. Dpto. Geología Univ. Málaga*, pp. 1-410.
- LONGORIA, J. F. (1977 a): Bioestratigrafía del Cretácico superior basada en foraminíferos planctónicos. *Univ. Nat. Auton. México. Inst. Geología*, vol. 1/1, pp. 10-22.
- (1977 b): Bioestratigrafía del Cretácico Inferior basada en microfósiles planctónicos. *Bol. Soc. Geol. Mexicana*, vol. 38/1, pp. 2-17.
- MOULLADE, M. (1974): Zones de Foraminifères du Crétacé inférieur méso-géen. *C. R. Acad. Sc. Paris*, vol. 278, pp. 1813-1816.
- REBOLLO, M. (1980): Estudio micropaleontológico del Albense superior-Cenomanense inferior en el sector Ronda-Antequera (Málaga). *Tesis de licenciatura*, Univ. Granada, pp. 1-147 (inédita).
- ROBASZYNSKI, F., y CARON, M. (1979) (coord.): Atlas de Foraminifères planctoniques du Crétacé moyen (Mer Boréale et Téthys). *Cahiers Micropal*, 1979-1, pp. 1-185; 1979-2, pp. 1-181.
- SIGAL, J. (1977): Essai de zonation du Crétacé méditerranéen a l'aide des foraminifères planctoniques. *Geologie Méditerranéenne*, vol. 4/2, pp. 99-108.
- WONDERS, A. A. H. (1980): Middle and late Cretaceous planktonic foraminifera of the western Mediterranean area. *Utrecht Micropaleontological Bulletins*, vol. 24, pp. 1-158.
-