

Bioestratigrafía con foraminíferos planctónicos del Paleógeno del Pirineo

Por

José I. Canudo y Eustoquio Molina, Zaragoza

Con 8 figuras en el texto

CANUDO, J. I. & MOLINA, E. (1992): Bioestratigrafía con foraminíferos planctónicos del Paleógeno del Pirineo. — N. Jb. Geol. Paläont. Abh.: 186: 97-135; Stuttgart.

Abstract: Almost all species used in the so-called standard planktonic foraminiferal zonations are present in the Paleocene of the southern Pyrenees, but from the Paleocene-Eocene boundary onward, many of the low latitude index species are absent or very scarce. Therefore, a regional succession of biozones is proposed for this interval. The biozones are correlated with the standard stages of the Paleogene and with the Ilerdian, a stage which is very useful in the Tethyan area (see also "Conclusions", p. 131).

Zusammenfassung: Im Paleocaen der Südpyräen kommen fast alle Arten planktonischer Foraminiferen vor, auf welchen die „Standard“-Zonierungen mit ihrem weltweiten Gültigkeitsanspruch beruhen. Von der Paleocaen/Eocaen-Grenze an fehlen zahlreiche Arten aus den tropischen und subtropischen Breiten oder sind nur sehr spärlich vertreten. Daher wird für das Eocaen eine regionale Biozonierung vorgeschlagen. Die einzelnen Biozonen werden mit den offiziellen Stufen des Paleogens korreliert. Die Stellung des Ilerdiens wird diskutiert, da diese Stufe im gesamten Bereich der Tethys sehr nützlich ist.

Resumen: El estudio micropaleontológico de dieciséis perfiles estratigráficos ha permitido proponer una escala bioestratigráfica basada en foraminíferos planctónicos, válida principalmente para el Paleógeno marino (Paleoceno-Eoceno superior) del Pirineo meridional. Dicha escala tiene un carácter especialmente regional y su correlación a nivel mundial depende de la paleobiogeografía particular en cada época. Durante el Paleoceno en el Pirineo se desarrollaron casi todas las especies utilizadas en las biozonaciones pretendidamente estándar. En consecuencia, se han podido distinguir las siguientes biozonas: *Guembelitra cretacea*, *Parvularugoglobigerina eugubina*, *Subbotina pseudobulboides*, *Acarinina trinidadensis*, *Acarinina uncinata*, *Morozovella angulata*, *Igorina pusilla* y *Planorotalites pseudomenardi*. A partir del tránsito Paleoceno/Eoceno, muchas de las especies índice de bajas latitudes están ausentes o son escasas, por lo que se han distinguido las siguientes biozonas: *Morozovella aequa*, *Pseudohastigerina wilcoxensis*, *Morozovella aragonensis*, *Morozovella caucasica*, *Subbotina frontosa*, *Truncorotaloides praetopilensis*, *Aragonella dumblei*, *Igorina broedermanni-Globigeropsis index*, *Guembelitroides higginsii*, *Truncorotaloides robri*, *Dentoglobigerina eocaena*, *Porticulasphaera semiinvoluta*, *Globigeropsis index* y *Globigerina officinalis*. Finalmente, se establece la correlación con el Ilerdiense y con los pisos estándar internacionales que actualmente acepta la Subcomisión Internacional de Estratigrafía del Paleógeno.

Introducción

Los foraminíferos planctónicos son los microfósiles más utilizados en la bioestratigrafía del Cretácico — Terciario y es uno de los mejores grupos para establecer correlaciones a larga distancia. Su abundancia, rápida evolución y amplia distribución en los materiales marinos, permite biozonaciones fácilmente identificables y correlacionables entre los distintas cuencas. Por esta razón en las últimas décadas ha proliferado la definición de escalas bioestratigráficas, muchas de las cuales son pretendidamente estándar. Sin embargo, la ausencia de ciertos taxones-índice imposibilita con bastante frecuencia el reconocimiento de estas biozonaciones en algunas cuencas, en especial si están alejadas de las áreas donde fueron definidas. Por lo tanto, los Foraminíferos planctónicos son muy útiles pero no son la panacea en bioestratigrafía (DE RENZI & MARQUEZ, 1984; GONZALEZ-DONOSO et al., 1986), ya que su distribución está controlada por diversos factores (temperatura, salinidad etc.), y su expansión por ciertas barreras; todo lo cual, genera frecuentes problemas de heterocronismo a nivel mundial, que se constatan por correlación magnetostratigráfica (WEAVER & BERGSTEIN, 1991). Estos problemas tienen fácil solución a escala regional con la definición de biozonaciones aplicables a cuencas concretas. En consecuencia, se propone una escala bioestratigráfica para el Paleógeno marino (Paleoceno-Eoceno superior) del Pirineo y se correlaciona con las escalas pretendidamente estándar y con otras parciales utilizadas en el Pirineo.

En los materiales del Paleógeno del Pirineo suelen ser escasas o faltan las especies de bajas latitudes que han sido utilizadas como taxones-índice en las biozonaciones más conocidas: BOLLI 1957, 1966; BLOW, 1979; TOUMARKINE & LUTERBACHER, 1985; BERGGREN & MILLER, 1988. Para evitar este problema se han descrito algunas biozonaciones en el Pirineo, tales como la de HILLEBRANDT (1965) para el Paleoceno-Eoceno inferior, la de MARTINEZ-DIAZ (1971) para el Eoceno y la de ORUE-ETXEBARRIA (1983-84) para el Paleoceno-Eoceno medio. Además de estos trabajos bioestratigráficos se han publicado otros que estudian diversos aspectos de los foraminíferos planctónicos de Paleógeno marino de la cuenca pirenaica, cuyas referencias pueden encontrarse en CANUDO (en prensa).

Situación, material y técnicas

Los sedimentos marinos del Paleógeno afloran en una amplia extensión del Pirineo meridional (Fig. 1). Se pueden diferenciar tres grandes áreas de afloramiento, en dos de las cuales se ha realizado este estudio: Área Surpirenaica Central y Vizcaina. Se han levantado 16 perfiles en cinco diferentes regiones: A: Pirineo Navarro (Perfiles de Anoz y Osinaga), B: Área de Tremp-Campo (Perfiles de Tremp y Campo), C: Sierras Exteriores (Perfiles de Arguis, Boltaña y La Peña), D: Región de Jaca (Perfiles de Yebra de Basa, Jaca, Berdún, Iriso, Artieda, Domeño y Biezcas) y E: Costa Vizcaina (Perfiles de Sopelana y Zumaya).

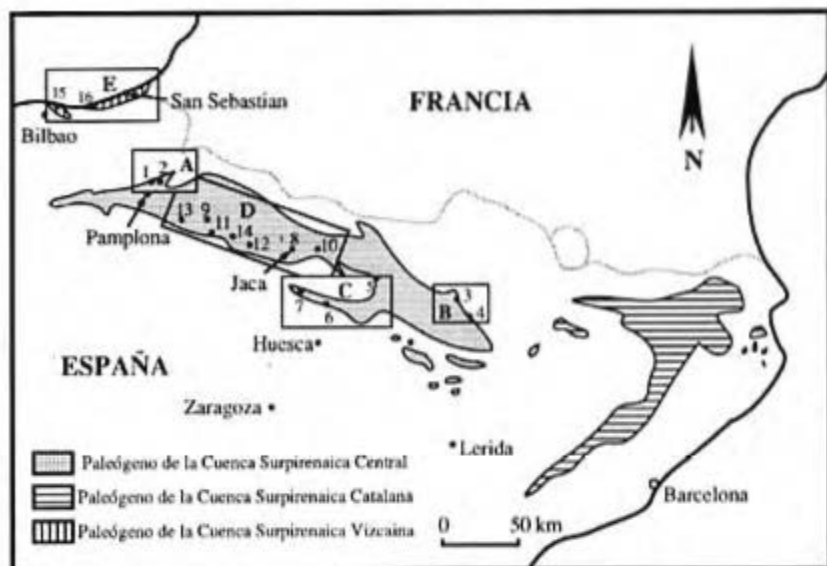


Fig. 1. Situación de los afloramientos del Paleógeno marino del Prepirineo meridional. Perfiles estudiados: A (Pirineo navarro): 1: Osinaga, 2: Anoz. B (Área de Tremp-Campo): 3: Campo, 4: Tremp. C (Área de las Sierras Exteriores): 5: Boltaña, 6: Arguis, 7: La Peña. D (Área de Jaca-Pamplona): 8: Jaca, 9: Domeño, 10: Yebra de Basa, 11: Biezcas, 12: Berdún, 13: Iriso, 14: Artieda. E. (Área de la Costa Vasca): 15: Sopelana, 16: Zumaya.

Fig. 1. Location of the marine Paleogene outcrops in the meridional Prepyrenees. Studied sections: A (Pyrenees of Navarra): 1: Osinaga, 2: Anoz. B (Area of Tremp-Campo): 3: Campo, 4: Tremp. C (Area of the Sierras Exteriores): 5: Boltaña, 6: Arguis, 7: La Peña. D (Area of Jaca-Pamplona): 8: Jaca, 9: Domeño, 10: Yebra de Basa, 11: Biezcas, 12: Berdún, 13: Iriso, 14: Artieda. E. (Area of Costa Vasca): 15: Sopelana, 16: Zumaya.

La litología es variable, reflejando los diferentes medios sedimentarios en que se depositó el Paleógeno del Pirineo. Los foraminíferos planctónicos estudiados proceden de las margas y arcillas intercaladas con niveles detríticos (facies "flysch"), de las margas intercaladas con calizas, (generalmente de plataforma externa), o bien de la típica facies de margas grises o "azuladas", las cuales están ampliamente desarrolladas durante el Eoceno en el Pirineo. Las unidades litoestratigráficas utilizadas para el Área de Jaca y Sierras Exteriores son las de PUIGDEFABREGAS (1975), para el área de Tremp-Campo las de SAMSO et al. (1989) y para el Área Surpirenaica Vizcaina las de ORUE-ETXEBARRIA (1983-84).

Se han recogido más de 300 muestras que se han disgregado en el laboratorio con agua oxigenada al 10%. Posteriormente se han levigado, recogiendo los residuos correspondientes a la luz de malla de 63 μm y 150 μm , con excepción de las muestras del límite Cretácico-Paleógeno, en las cuales se ha recogido también el de 32 μm .

El estudio se ha realizado cuantitativamente para las muestras bien conservadas sobre la fracción mayor de 150 μm , excepto en el tránsito Paleoceno-Eoceno que la fracción utilizada ha sido la de 103 μm , y en la base del Paleoceno, la de 63 μm . La fracción fina se ha revisado en todas las muestras para identificar las especies de menor tamaño. Ahora bien, aunque el análisis cuantitativo ha sido tenido en cuenta para la resolución de muchos problemas, debido a la naturaleza de este trabajo los porcentajes no han sido expresados en los gráficos, ni se ha discutido la taxonomía de los foraminíferos planctónicos, ya que todo esto se encuentra en CANUDO (en prensa).

Bioestratigrafía

Tipos de Biozonas utilizadas

Los límites de las biozonas utilizadas en este trabajo están situados en las primeras (P.A.) o últimas apariciones (U.A.) de las especies. Además se considera toda la asociación de las muestras y de esta manera se intentan minimizar los problemas debidos a la heterocronía de los límites. Sin embargo, es imposible evitar totalmente los problemas de heterocronismo, estos son generalmente menores que en otros grupos de fósiles no planctónicos, pero incluso aquellos biohorizontes que se creían más isocronos están siendo cuestionados al correlacionarse los "datum planes" con las escalas magnetoestratigráficas (WEAVER & BERGSTEIN, 1991). En consecuencia, las biozonaciones regionales son necesarias, ya que las pretendidamente estándar presentan problemas de reconocimiento cuando se utilizan lejos del área en que fueron definidas.

Siempre que se ha podido se han utilizado las biozonas definidas anteriormente, con el fin de no saturar la bibliografía con nuevos nombres. En algún caso se han variado los límites, bien por la ausencia o por la escasez de algunos taxones índice. Esto es debido a que las biozonaciones más utilizadas (BOLL 1957, BLOW 1979, BERGGREN & MILLER 1988) están descritas en regiones de latitudes bajas. Sin embargo, la mayor parte de los materiales marinos del Paleógeno del Pirineo se depositaron en aguas de latitudes medias.

Cuando ha sido posible, se han utilizado las P.A. que estaban en relación con cambios en una línea evolutiva. Por ejemplo, se ha utilizado la P.A. de *Morozovella aragonensis* para situar el límite inferior de la Biozona de *Morozovella aragonensis*, ya que esta especie evoluciona partir de *M. lensiformis* (TOUMARKINE & LUTERBACHER 1985) por un aumento del número de cámaras en la última vuelta de espira. En ocasiones, el utilizar las U.A. puede causar problemas debidos a la reelaboración, pero hay que recordar que cuando se ha fijado un límite con un taxón-índice (biohorizonte), se ha hecho en función de varios cortes tanto en el Pirineo como en otras regiones próximas, de manera que la situación de este biohorizonte pueda ser correlacionable. Además, las U.A. son muy útiles para los estudios bioestratigráficos de muestras de sondeos.

Se ha utilizado el mismo biohorizonte para el techo de una biozona y para la base de la biozona siguiente, de esta manera se evitan problemas como los de la base del Paleoceno. En este sentido, LUTERBACHER & PREMOLI SILVA (1963) definieron la Biozona de Extensión de *Globigerina eugubina*. Posteriormente, BOLLI (1966) la mantiene y sitúa la base de la Biozona de *Globorotalia pseudobulloides* con la P.A. de *S. pseudobulloides*. Si la U.A. de *P. eugubina* y la P.A. de *S. pseudobulloides* coincidieran no habría ningún problema; sin embargo, estos dos biohorizontes no son sincrónicos (SMIT, 1982; KELLER, 1988), y por tanto, en algunas áreas no se pueden aplicar los límites de estas biozonas. Este proceder bioestratigráfico tiene otra vertiente: imposibilita la utilización de una Bioestratigrafía basada únicamente en Biozonas de Extensión Total. En el hipotético caso que se utilicen dos biozonas de este tipo seguidas una de la otra, se están utilizando

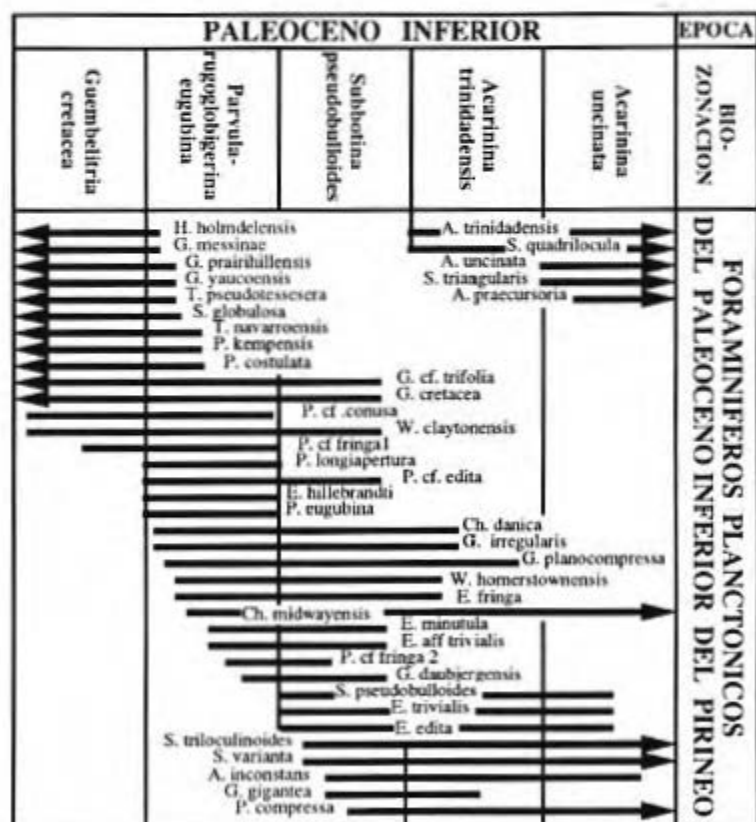
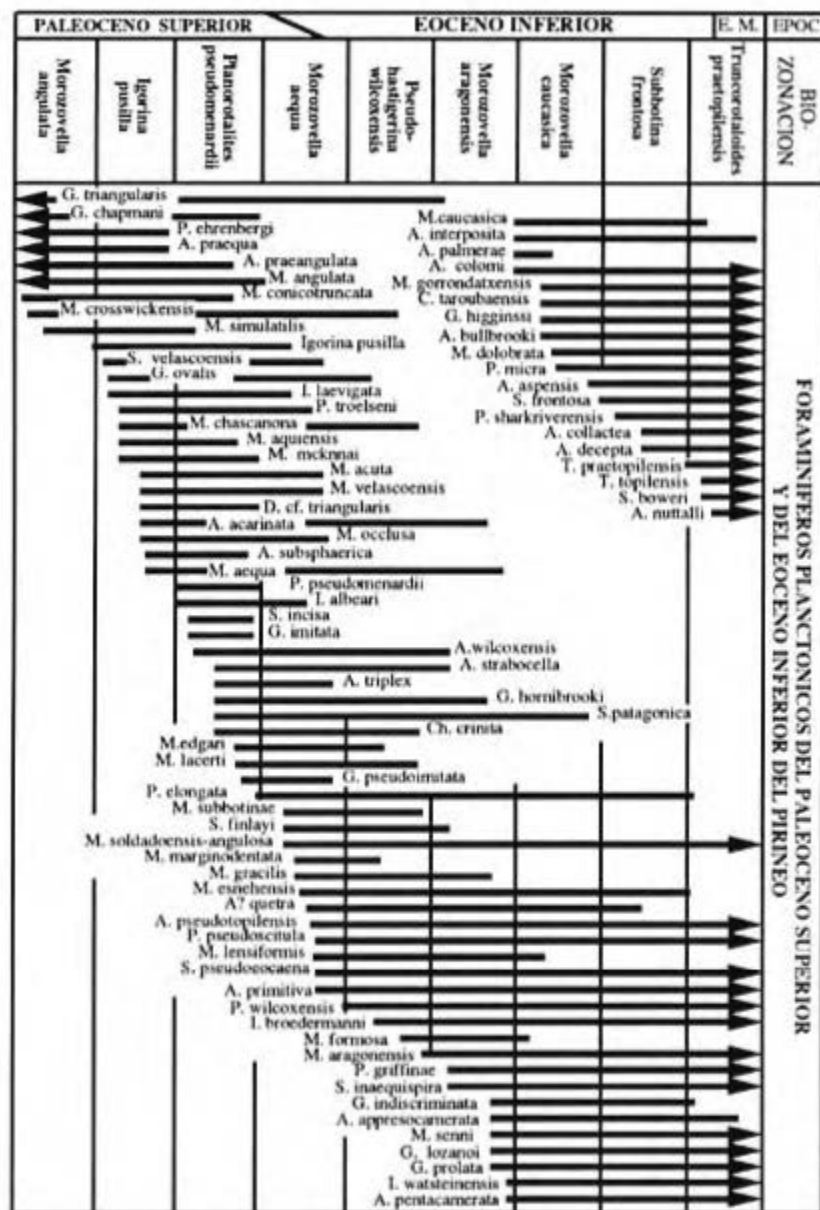


Fig. 2. Distribución de los foraminíferos planctónicos del Paleoceno inferior del Pirineo.
Fig. 2. Stratigraphical distribution of the Pyrenean Lower Paleocene planktic Foraminifera.



FORAMINIFEROS PLANTONICOS DEL PALEOCENO SUPERIOR
Y DEL EOCENO INFERIOR DEL PIRINEO

Fig. 3. Distribución de los foraminíferos planctónicos del Paleoceno superior y Eoceno inferior del Pirineo.

Fig. 3. Stratigraphical distribution of the Pyrenean late Paleocene and lower Eocene planktic Foraminifera.

implicitamente para definir el mismo límite dos biohorizontes diferentes. En la Bioestratigrafía con foraminíferos planctónicos las Biozonas de Extensión se pueden utilizar en pocos casos, y difícilmente si están seguidas dos o más. Cuando se realizan muestreos detallados, los biohorizontes que supuestamente coinciden suelen estar en diferentes niveles estratigráficos. Por esto, aunque la biozonación ideal y teórica estaría hecha a base de Biozonas de Extensión Total, de manera que la presencia de los taxones-índice indicarían la presencia de las distintas biozonas, la realidad demuestra que las Biozonas de Intervalo y Coexistencia son las más apropiadas para la bioestratigrafía con foraminíferos planctónicos (GONZALEZ DONOSO et al., 1986).

En este trabajo se han utilizado tres tipos de Biozonas: Biozona de Extensión Total ("Taxon-range-Zone"), Biozona de Coexistencia ("Concurrent-range-Zone") y Biozona de Intervalo ("Interval Zone"). En las Figs. 2 a 4 se encuentran representadas las distribuciones de los foraminíferos planctónicos del Paleógeno del Pirineo, cuyos datos se han obtenido a partir de los perfiles estudiados y han sido complementados con los datos de ORUE-ETXEBARRIA (1983-84) para los intervalos no estudiados en la Costa Vizcaina. A partir de dichas distribuciones se propone una biozonación de carácter regional y fácilmente reconocible en el Pirineo meridional.

Biozonación propuesta

Biozona de *Guembelitra cretacea*

Definición: Biozona de Intervalo comprendida entre la U.A. de *P. deformis* y la P.A. de *P. eugubina*.

Autor: SMIT (1982), modificados los taxones que marcan los límites inferior y superior.

Edad: Paleoceno inferior.

Características: Esta biozona es excepcionalmente breve pero de gran interés para el límite Cretácico-Paleógeno. Se encuentra representada en algunos perfiles de la Cuenca Surpirenaica vizcaina. Ha sido citada en el perfil de Biarritz con una potencia de 2 a 4 cms (SMIT, 1982). En el perfil de Sopelana hay 2 cms atribuidos a la arcilla del límite (ORUE-ETXEBARRIA, 1985b) entre la lámina roja que marca el límite Cretácico-Paleógeno y la P.A. de *P. eugubina*. No siempre se encuentran representados los materiales de esta biozona (ORUE-ETXEBARRIA et al., 1991, CANUDO, en prensa), por lo que podría haber un breve hiato en la base del Terciario de algunas áreas del Pirineo. En el perfil de Osinaga entre la extinción principal de los foraminíferos cretácicos y la P.A. de *P. eugubina* hay 5 cms de óxidos de hierro con numerosas concreciones. Esta inusual potencia de lámina roja podría corresponder tanto al límite Cretácico-Paleógeno como a parte del intervalo de la arcilla del límite.

Este intervalo tiene escasos foraminíferos planctónicos y con frecuencia mal conservados. La asociación está compuesta por especies cretácicas de pequeño

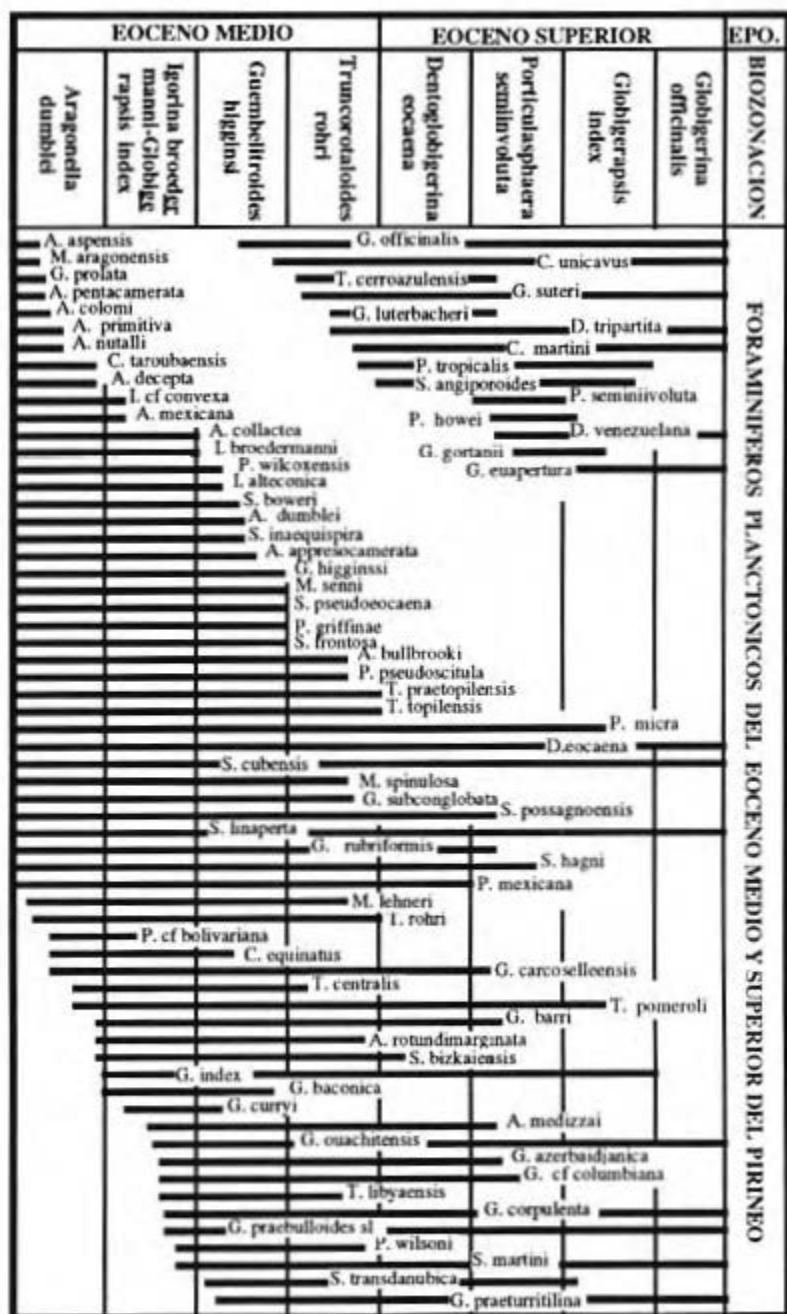


Fig. 4. Distribución de los foraminíferos planctónicos del Eoceno medio y superior del Pirineo.
Fig. 4. Stratigraphical distribution of the Pyrenean middle and late Eocene planktic Forami-
nifera.

tamaño: *Guembelitra cretacea*, *Hedbergella holmdelensis*, *Globigerinelloides messinae*, *Pseudoguembelina costulata*, *Heterobelix navarroensis*, *Striatella globulosa*, *Tesserella pseudotessera* y *Pseudoguembelina kempensis*. Tienen su aparición en esta biozona las primeras especies terciarias: *Woodringina claytonensis* y *Parvularugoglobigerina cf. conusa*.

En general se utiliza la U.A. de *Abatomphalus mayaroensis* como biohorizonte más moderno de la última biozona del Cretácico; sin embargo, en algunos cortes de los Pirineos (LAMOLDA et al., 1983) y en el estratotipo de El Kef (KELLER, 1988) esta U.A. se encuentra por debajo del límite Cretácico-Paleógeno. Si se utiliza este biohorizonte quedaría sin caracterizar la parte más moderna del Cretácico. Por esta razón, hemos utilizado la U.A. de *P. deformis* como límite inferior de esta biozona. Este biohorizonte también coincide con el límite Cretácico-Paleógeno (CANUDO et al., 1991).

Comparación con otras biozonaciones: Originalmente SMIT (1982) define el límite superior en la P.A. de *Globigerina minutula* (= *Globastica*? cf. *conusa* de este trabajo), ya que consideraba que esta era la primera especie que aparecía por encima del límite Cretácico-Paleógeno. Sin embargo, la P.A. de *G?* cf. *conusa* no coincide con ningún cambio en las asociaciones de foraminíferos planctónicos, a diferencia de la P.A. de *P. eugubina* y *P. longiapertura* que coinciden con la desaparición y/o disminución drástica del porcentaje de los foraminíferos "cretácicos".

La posición de la Biozona de *Rugoglobigerina hexacamerata* (M. 18) de BLOW (1979) es incierta. Este autor considera que es la más moderna del Cretácico superior y la relaciona con la Biozona de *Globigerina eugubina* del Paleoceno inferior de los Apeninos (LUTERBACHER & PREMOLI SILVA, 1964). Sin embargo, BLOW (1979) define esta biozona como "persistent occurrence of *Rugoglobigerina* spp in horizons younger than the horizons of extinction of *Globotruncana aegyptiaca* and *Pseudotextularia deformis*". En consecuencia, al utilizar la U.A. de *P. deformis* para marcar el límite Cretácico-Paleógeno, la Biozona M 18 debe situarse por encima de dicho límite.

Biozona de *Parvularugoglobigerina eugubina*

Definición: Biozona de Intervalo comprendido entre la P.A. de *Parvularugoglobigerina eugubina* y la P.A. de *Subbotina pseudobulloides*.

Autor: LUTERBACHER & PREMOLI SILVA (1964), modificada PREMOLI SILVA & BOLI (1973).

Edad: Paleoceno inferior.

Características: La Biozona de *Parvularugoglobigerina eugubina* se encuentra bien representada en la Costa Vizcaína. En Zumaya tiene una potencia de 15 a 20 cms (PERCIVAL & FISCHER, 1977), en Sopelana tiene entre 26 y 30 cms (LAMOLDA et al, 1983; ORUE-ETXEBARRIA, 1985), en el perfil de Monte Urko tiene

unos 35 cms (ORUE-ETXEBARRIA et al., 1991). En la Cuenca Surpirenaica Central tiene una potencia similar (30 cms en Osinaga).

Generalmente los foraminíferos planctónicos están aceptablemente bien conservados. La reelaboración de foraminíferos cretácicos no suele superar el 5 % en de la fracción superior a 63 μ m (perfil de Sopelana), aunque por encima de 150 μ m se suelen encontrar ejemplares de *Globotruncana* y los Heterohelícidos con signos de reelaboración.

En esta biozona abundan los ejemplares de *Parvularugoglobigerina longiapertura*, *Parvularugoglobigerina eugubina*, *Chiloguembelina midwayensis* Woodringina claytonensis, *Woodringina hornerstownensis*. Otras especies que suelen estar presentes son: *Chiloguembelina morsei*, *Chiloguembelitra danica*, *Guembelitra cretacea*, y *Eoglobigerina minutula*.

Comparación con otras biozonaciones: LUTEBACHER & PREMOLI SILVA (1964) definieron la Biozona de extensión *Globigerina eugubina* para caracterizar los niveles situados entre las calizas típicas del Maastrichtiense alto con *Abathomphalus*, *Globotruncana*, *Rugoglobigerina*, *Trinitella*, *Racemiguembelina*, *Pseudotextularia* y *Lepidorbitoides*, y las calizas con la microfauna típica del Daniense con *S. pseudobulloides* y *G. daubjergensis*. Posteriormente esta biozona ha sido utilizada con diferentes límites. Así, SMIT (1982) sitúa el límite inferior en la P.A. de *G. minutula* (= *Gl.?* cf. *conusa* de este trabajo); STAINFORTH et al. (1975) lo sitúan en la P.A. de *G. daubjergensis*; KELLER (1988) en la proliferación de *Eoglobigerina* spp; PREMOLI SILVA & BOLLI (1973) en la P.A. de *S. pseudobulloides*. Otros autores cambian los dos límites, así BERGGREN & MILLER (1988) utilizan para situar el límite inferior la U.A. de *Rugoglobigerina*, *Globotruncana*, *Globotruncanella* y los taxones planctónicos cretácicos asociados, y como límite superior la P.A. de *S. pseudobulloides*.

La caracterización de *P. eugubina* está abierta a diferentes interpretaciones debido a la mala conservación del holotipo. En este trabajo se ha considerado diferente de *P. longiapertura* debido a diferencias morfológicas y a que tienen la P.A. en diferentes niveles estratigráficos, lo cual se ha constatado en las Cordilleras Béticas (CANUDO et al., 1991). Sin embargo, *P. eugubina* se ha considerado tradicionalmente como sinónimo de *P. longiapertura* (HERM et al, 1981, SMIT, 1982; KELLER, 1988; LOEBLICH & TAPPAN, 1988, etc), por lo que la Biozona de *Parvularugoglobigerina longiapertura* es aproximadamente el mismo intervalo que suele utilizarse para caracterizar la Biozona de *Parvularugoglobigerina eugubina* en el Pirineo.

Otro criterio utilizado para situar el límite inferior es la extinción de *Rugoglobigerina*, *Globotruncana*, *Globotruncanella* y taxones planctónicos cretácicos asociados (BERGGREN & MILLER 1988). Sin embargo, este biohorizonte parece poco adecuado ya que entre el límite Cretácico-Paleógeno y la P.A. de *P. eugubina* hay un intervalo que se encuentra en los perfiles completos del límite (SMIT, 1982; KELLER 1988, CANUDO et al., 1991) y que ha sido denominado Biozona de *Guembelitra cretacea*.

Biozona de *Subbotina pseudobulloides*

Definición: Biozona de Intervalo comprendida entre la P.A. de *Subbotina pseudobulloides* y la P.A. de *Acarinina trinidadensis*.

Autor: BOLLI (1966).

Edad: Paleoceno inferior.

Características: Esta biozona está representada en el Pirineo navarro y en la Costa vizcaina. La potencia varía de 4 a 7 metros en Sopelana y Zumaya (HILLEBRANDT, 1966; ORUE-ETXEBARRIA, 1983-84) y 10 metros en Osinaga. Litológicamente está representada por una alternancia de calizas y margas en estratos de menos de 50 cm. En Osinaga son abundantes las estructuras "slump" y las brechas intraformacionales. Esta litología es frecuente en la Costa Vizcaina y el Pirineo navarro y suele denominarse "calizas del Danes" (APELLANIZ et al., 1984).

La asociación típica de esta biozona es: *Subbotina triloculinoides*, *Eoglobigerina edita*, *Chiloguembelina midwayensis*, *Subbotina pseudobulloides*, *Woodringina hornerstownensis*, *Woodringina claytonensis*, *Subbotina varianta*, *Eoglobigerina minutula*, y *Globastica daubjergensis*.

La Biozona de *Globigerina* (*Eoglobigerina*) *edita* de ORUE-ETXEBARRIA (1983-84) y *Globigerina edita* de HILLEBRANDT (1965) corresponden aproximadamente con la Biozona de *Subbotina pseudobulloides* sin embargo, el límite inferior es P.A. de *Eoglobigerina edita*, que coincidiría con la P.A. de *S. pseudobulloides* en el perfil de Sopelana (ORUE-ETXEBARRIA, 1983-84).

Coincidiendo con la P.A. de *S. pseudobulloides* hay otras P.A., tanto en el perfil de Sopelana (ORUE-ETXEBARRIA, 1983-84) como en el de Osinaga. Esta aparición masiva y simultánea de nuevas especies no se encuentra en los perfiles clásicos del límite Cretácico-Paleógeno, como en Agost y Caravaca (CANUDO et al., 1991), ni en El Kef y Brazos River (KELLER, 1988). Por tanto, podría haber un hiato que afecta a la base de la Biozona de *Subbotina pseudobulloides*, al menos, en algunas áreas de la Cuenca Surpirenaica.

Comparación con otras biozonaciones (Fig. 5): La especie *S. pseudobulloides* ha sido utilizada con diferentes conceptos, lo que dificulta la correlación del límite inferior de esta biozona entre diferentes cuencas. En este trabajo se ha restringido esta especie a los especímenes con 4 o 5 cámaras, pared suavemente reticulada y tamaño superior a 150 μ m, los cuales son los primeros en encontrarse en la fracción por encima de 150 μ m.

Biozona de *Acarinina trinidadensis*

Definición: Biozona de intervalo comprendido entre la P.A. de *Acarinina trinidadensis* y la P.A. de *Acarinina uncinata*.

Autor: BOLLI (1957a).

Edad: Paleoceno inferior.

Características: Esta biozona se encuentra en la Costa Vizcaina y en el Pirineo navarro. En los perfiles de Osinaga, Zumaya y Sopelana la litología son

EPO.	EDAD	BIOZONACION	BIOHORIZON.	
PALEOCENO	SUPERIOR	PRIABO- NIENSE	Globigerina officinalis	
			Globigerapsis index	▼ <i>G. index</i>
			Porticulasphaera semiinvoluta	▼ <i>P. semiinvoluta</i>
			Dentoglobigerina eocaena	
	MEDIO	BARTO- NIENSE	Truncorotaloides rohri	▼ <i>T. rohri</i>
			Guembelitroides higginsi	▼ <i>G. higginsi</i>
		LUTECIENSE	Igorina broedermanni-Globigerapsis index	▼ <i>I. broedermanni</i>
				▼ <i>G. index</i>
			Aragonella dumblei	▲ <i>A. dumblei</i>
			Truncorotaloides praetopilensis	▲ <i>T. praetopilensis</i>
	INFERIOR	YPRESIENSE	Subbotina frontosa	▲ <i>S. frontosa</i>
			Morozovella caucasica	▲ <i>M. caucasica</i>
			Morozovella aragonensis	▲ <i>M. aragonensis</i>
			Pseudohastigerina wilcoxensis	▲ <i>P. wilcoxensis</i>
		ILER- DIENSE	Morozovella aequa	
	SUPERIOR	THANE- TIENSE	Planorotalites pseudomenardii	▼ <i>P. pseudomenardii</i>
		SELAN- DIENSE	Igorina pusilla	▲ <i>I. pusilla</i>
			Morozovella angulata	▲ <i>M. angulata</i>
	INFERIOR	DANIENSE	Acarinina uncinata	▲ <i>A. uncinata</i>
Acarinina trinidadensis			▲ <i>A. trinidadensis</i>	
Subbotina pseudobulloides			▲ <i>S. pseudobulloides</i>	
Parvularugoglobigerina eugubina			▲ <i>P. eugubina</i>	
Guembelitria cretacea				
CRETACICO SUPERIOR (MAASTRICHTIENSE)			▼ <i>P. deformis</i>	
▼ U. A. en el Paleógeno del Pirineo ▲ P. A. en el Paleógeno del Pirineo				

Fig. 5. Biozonación propuesta para el Paleógeno del Pirineo. Biohorizontes utilizados y correlación con la escala cronoestratigráfica.

Fig. 5. Pyrenean Paleogene proposed biozonation. Correlation with the chronostratigraphic scale and biohorizons used.

calizas beiges y rosadas con intercalaciones de margas. En el perfil de Osinaga son más abundantes las estructuras "slump" y las brechas intraformacionales. La potencia de la Biozona de *Acarinina trinidadensis* en estos perfiles oscila sobre los 10 metros.

La asociación de esta biozona suele estar formada por *Subbotina pseudobulloides*, *Eoglobigerina trivialis*, *Acarinina trinidadensis*, *Subbotina triloculinoides*, *Woodringina claytonensis*, *Woodringina hornerstownensis*, *Globastica gigantea*, *Planorotalites compressa* y *Acarinina inconstans*.

Comparación con otras biozonaciones: BERGGREN (1969) y BLOW (1979) utilizan la P.A. de *P. compressa*, al considerar que es una especie cosmopolita y que prácticamente tiene la P.A. a la vez que *Acarinina trinidadensis*. Posteriormente, BERGGREN et al., 1985 y BERGGREN y MILLER, 1988 han mantenido que estas dos P.A. son isocronas. Sin embargo, TOUMARKINE & LUTERBACHER (1985) consideran que la P.A. de *P. compressa* es anterior a la P.A. de *A. trinidadensis* y por tanto el límite inferior de la Biozona P1c de BERGGREN & MILLER (1989) no coincidiría con el límite inferior de la Biozona de *Acarinina trinidadensis*. En nuestra biozonación se ha preferido el biohorizonte de *A. trinidadensis* ya que es el más utilizado a nivel mundial.

Biozona de *Acarinina uncinata*

Definición: Biozona de Intervalo comprendido entre la P.A. de *Acarinina uncinata* y la P.A. de *Morozovella angulata*.

Autor: BOLLI (1957a), modificada por BOLLI (1966).

Edad: Paleoceno inferior.

Características: La Biozona de *Acarinina uncinata* se encuentra representada en el Pirineo navarro y en la Costa vizcaína. En el Perfil de Sopelana y Osinaga tiene 5 metros, aunque podría faltar la parte superior (ORUE-ETXEBARRIA et al., 1984). En Zumaya tiene 20 metros, pero hay que tener en cuenta que HILLEBRANDT (1965) utiliza diferentes biohorizontes. La base no la sitúa en la P.A. de *A. uncinata*, ya que este biohorizonte se encuentra en la parte media de la Biozona de *Acarinina inconstans uncinata* de HILLEBRANDT (1965).

Litológicamente, en Sopelana y Zumaya esta biozona está representada por una alternancia calizas y margas (ORUE-ETXEBARRIA et al., 1984; HILLEBRANDT, 1965) que forman parte de las Calizas rosas del Danes. En Osinaga esta compuesta de estratos decimétricos de calizas beiges con pequeñas intercalaciones margosas, en la parte alta son arcillas con gran cantidad de nódulos ferruginosos. Esta última facies podría haberse depositado debajo del nivel de compensación de la calcita.

Las asociaciones de los foraminíferos planctónicos suelen estar compuestas de *Acarinina inconstans*, *Acarinina trinidadensis*, *Acarinina uncinata*, *Globanomalina compressa*, *Eoglobigerina fringa*, *Eoglobigerina trivialis*, *Chiloguembelina midwayensis*, *Eoglobigerina edita*, *Subbotina triloculinoides*, y *Subbotina pseudobulloides*.

Comparación con otras biozonaciones: La base de la Biozona de *Acarinina uncinata* corresponde con la base de la Biozona de *Morozovella uncinata* (TOUMARKINE & LUTERBACHER, 1985) y la Biozona de *Morozovella uncinata* — *Igorina spiralis* (P.2) de BEGGREN & MILLER (1988). La correlación con la biozonación de BLOW (1979) es más complicada, ya que este autor utiliza para el límite inferior la P.A. de *A. praecursoria*, ya que considera que es un sinónimo anterior de *A. uncinata*. Sin embargo, estas dos especies no son sinónimas (TOUMARKINE & LUTERBACHER, 1985). En el Paleógeno del Pirineo la P.A. de *A. uncinata* es anterior a la P.A. de *A. praecursoria* por esa razón se ha situado el límite inferior de la P.A. de BLOW (1979) ligeramente por encima del límite inferior de la Biozona de *Acarinina uncinata*.

Biozona de *Morozovella angulata*

Definición: Biozona de Intervalo comprendido entre la P.A. de *Morozovella angulata* y la P.A. de *Igorina pusilla*.

Autor: BOLLI (1966).

Edad: Paleoceno superior.

Características: La Biozona de *Morozovella angulata* se encuentra representada en la Costa Vizcaina y en el Pirineo Navarro (HILLEBRANDT, 1965). Su potencia oscila entre 20 y 25 metros en los perfiles de Zumaya y Osinaga, faltando en Sopelana (ORUE-ETXEBARRIA et al., 1984). Litológicamente esta biozona representa un cambio de las calizas micriticas y margas de Paleoceno inferior a las margas y calizas margosas del Paleoceno superior.

La asociación de foraminíferos planctónicos representa un importante cambio respecto a la Biozona de *Globorotalia uncinata*, ya que tienen la P.A. *Morozovella*, *Planorotalites* y *Acarinina*. Si bien este último género parece que tiene la P.A. en la parte más alta de la Biozona de *Globorotalia uncinata* (BLOW, 1979). La asociación suele estar compuesta por *Morozovella angulata*, *Morozovella conico-truncata*, *Morozovella kolchidica* (en la parte alta), *Subbotina triangularis*, *Subbotina quadrilocula*, *Morozovella crosswickensis*, *Morozovella simulatilis* (en la parte alta) y *Acarinina praeangulata*.

Comparación con otras biozonaciones: ALIMARINA (1963) fue el primer autor en utilizar la Biozona de *Acarinina angulata*. Posteriormente HILLEBRANDT (1965) redefine su Biozona C como *Globorotalia angulata* y la correlaciona con la mitad inferior de la Biozona de *Globorotalia pusilla pusilla* de BOLLI (1957a) y con la Biozona de *Acarinina angulata* de ALIMARINA (1963). En este trabajo se han utilizado los mismos biohorizontes que BOLLI (1966), que corresponderían a la parte superior de la Biozona de *Globorotalia uncinata* de BOLLI (1957a) y a la parte inferior de la Biozona de *Globorotalia angulata* de HILLEBRANDT (1965).

Biozona de *Igorina pusilla*

Definición: Biozona de Intervalo comprendida entre la P.A. de *Igorina pusilla* y la P.A. de *Planorotalites pseudomenardii*.

Autor: BOLLI (1957b).

Edad: Paleoceno superior.

Características: La Biozona de *Igorina pusilla* esta representada en la Costa Vizcaina y en el Pirineo navarro. La potencia varía desde 4 m en Sopelana (ORUE-ETXEBARRIA et al., 1984); a 30 m en Zumaya, aunque hay que tener en cuenta que HILLEBRANDT (1965) utiliza diferentes biohorizontes. En el perfil de Osinaga tiene de 15 a 20 m. Litológicamente esta biozona esta representada con pequeños niveles decimétricos de calizas y margas: por ejemplo, en Osinaga son margas gris-amarillentas y margas grises verdosas con abundantes nódulos de hierro.

En esta biozona son relativamente abundantes *Chiloguembelina midwayensis*, *Planorotalites troelsenii*, *Planorotalites ebrenbergi*, *Morozovella kolchidica*, *Morozovella angulata*, *Morozovella conicotruncata*, *Subbotina triangularis*, *Igorina pusilla*, *Morozovella crosswickensis* y *Muricoglobigerina mckannai* (en la parte superior).

Comparación con otras biozonaciones: La Biozona de *Igorina pusilla* se corresponde exactamente con la Biozona de *Planorotalites pusilla* de TOUMARKINE & LUTERBACHER (1985) y la Biozona de *Morozovella angulata* — *Igorina pusilla* (P3b) de BERGGREN & MILLER (1988). Sin embargo, BLOW (1979) prefiere incluir este intervalo dentro de la Biozona de *Globorotalia* (*Morozovella*) *angulata angulata*, ya que considera que *I. pusilla* tiene la P.A. anterior a la P.A. de *M. angulata*. Sin embargo, esta diferencia en la distribución de *I. pusilla* es el resultado del desarrollo de diferentes "conceptos" de especie de BLOW (1979) y BOLLI (1957). El primer autor incluye en *Globorotalia* (*Turborotalia*) *pusilla* especímenes que posiblemente pertenezcan a *Globanomalina* y por tanto con la pared lisa. Sin embargo, BOLLI (1957, 1966), HILLEBRANDT (1965) al utilizar la P.A. de *I. pusilla* se refieren a una especie con la pared muricada (figuraciones de STAINFORTH et al., 1975, TOUMARKINE & LUTERBACHER, 1985). Esta especie con la pared muricada estaría muy cercana a *A. convexa* de BLOW (1979). En este trabajo se ha preferido utilizar la Biozona de *Igorina pusilla*, ya que la P.A. de *I. pusilla* se encuentra entre la P.A. de *M. angulata* y la P.A. de *P. pseudomenardii* tal y como se ha reconocido en numerosas áreas.

La Biozona de *Igorina pusilla* caracteriza el mismo intervalo que la Biozona de *Planorotalites pusilla pusilla* de ORUE-ETXEBARRIA et al. (1984). Sin embargo, es diferente de la Biozona de *Globorotalia pusilla* de HILLEBRANDT (1965) ya que este autor no situa el límite inferior en la P.A. de *I. pusilla*, sino que lo hace en un nivel muy cercano a la P.A. de *M. velascoensis*. Esta especie en el perfil de Osinaga se encuentra en la parte alta de la Biozona de *Igorina pusilla*, por tanto la Biozona de *Globorotalia pusilla* de HILLEBRANDT (1965) solo corresponde a la parte superior de la Biozona de *Igorina pusilla* de este trabajo.

Biozona de *Planorotalites pseudomenardii*

Definición: Biozona de extensión total de *Planorotalites pseudomenardii*.

Autor: BOLLI (1957b).

Edad: Paleoceno superior.

Características: La Biozona de *Planorotalites pseudomenardii* se encuentra representada en el Pirineo navarro y en la Costa vizcaína. En el perfil de Osinaga esta representada por 20 metros de calizas margosas y margas grises con estructuras "slump". En el perfil de Sopelana comprende unos 25 metros de calizas y margas (ORUE-ETXEBARRIA et al, 1984) y 40 metros en Zumaya (HILLEBRANDT, 1965).

Esta biozona es identificable en el Paleoceno superior del Pirineo por la presencia relativamente abundante (3-8%) de la especie índice. Las especies más abundantes son: *Subbotina triangularis*, *Subbotina velascoensis*, *Acarinina mckennai* y *Planorotalites troelseni*. Suelen ser frecuentes: *Planorotalites pseudomenardii*, *Igorina pusilla*, *Igorina laevigata*, *Morozovella velascoensis*, *Morozovella oclusa* y *Acarinina acarinata*.

Comparación con otras Biozonaciones: La Biozona de extensión *Globorotalia pseudomenardii* descrita por BOLLI (1957a) ha sido utilizada en la mayoría de las biozonaciones estándar (TOUMARKINE & LUTERBACHER, 1985; BERGGREN & MILLER, 1988).

Biozona de *Morozovella aequa*

Definición: Biozona de intervalo entre la U.A. de *Planorotalites pseudomenardii* y la P.A. de *Pseudobastigerina wilcoxensis*.

Autor: LUTERBACHER (1964) modificada.

Edad: tránsito Paleoceno-Eoceno.

Características: Esta biozona o sus equivalentes ha sido citada en la Costa vizcaína (HILLEBRANDT, 1965, ORUE-ETXEBARRIA et al., 1984), en el área de Tremp-Campo (HILLEBRANDT, 1965; LUTERBACHER, 1973; CANUDO et al., 1989, CANUDO, 1991). La potencia es variable, alcanzando 300 metros en el área de Tremp-Campo. En la costa vizcaína varía de 30 a 40 metros de margas grises con intercalaciones decimétricas de calizas con estructuras "slump" y un nivel rojo con disolución de carbonatos. En Campo la parte inferior de esta biozona es una alternancia de calizas y margas, en su parte media son areniscas y margas (facies "flysch") y termina con una serie homogénea de margas grises. Estos dos últimos términos corresponden a las Margas de Riguala de SAMSO et al. (1991).

Esta biozona tiene gran importancia ya que representa a los primeros materiales con foraminíferos planctónicos suprayacentes a los del Paleoceno en la mayor parte del Pirineo. En este intervalo son abundantes: *Morozovella subbotinae* (parte superior), *Morozovella edgari*, *Subbotina velascoensis* (parte inferior), *Subbotina triangularis*, *Subbotina patagonica*, *Acarina nitida*, *Planorotalites troelseni* y *Planorotalites elongata*. Suelen tener una representación continua y relativamente

abundante (5–15%): *Subbotina hornibrooki*, *Acarinina strabocella*, *Muricoglobigerina aquiensis*, *Acarinina acarinata*, *Morozovella aequa*, *Muricoglobigerina esnebensis*, *Igorina albeari*, *Muricoglobigerina angulosa*, *Muricoglobigerina soldadoensis* y *Acarinina wilcoxensis*. En esta biozona se produce el relevo entre los foraminíferos planctónicos típicos del Paleoceno y los del Eoceno, en concreto tienen su U.A. *Morozovella angulata*, *Morozovella acuta*, *Morozovella velascoensis*, *Morozovella occlusa*, *Igorina pusilla*, *Igorina laevigata*, *Igorina nicoli*, *Igorina albeari*, *Muricoglobigerina mckannai*, *Subbotina velascoensis* y *Planorotalites troelseni*. Tienen la P.A. los siguientes taxones: *Morozovella subbotinae*, *Morozovella gracilis*, *Morozovella marginodentata*, *Morozovella lensiformis*, *Igorina lodoensis*, *Muricoglobigerina angulosa*, *Subbotina finlayi* y *Planorotalites* aff. *pseudoscutula*.

Comparación con otras biozonaciones: La especie *M. subbotinae* ha sido utilizada comunmente para nombrar parte del tránsito Paleoceno-Eoceno; sin embargo, el intervalo que correspondería varía según los autores. Por una parte, PREMOLI SILVA & BOLLI (1973); TOUMARKINE & LUTERBACHER (1985) la utilizan para nombrar un intervalo del Eoceno inferior situado entre la U.A. de *M. edgari* y la P.A. de *M. aragonensis*. Diferencias en la interpretación taxonómica de esta especie, unido a las dificultades en diferenciar *M. subbotinae* (muricocarena bien desarrollada) de *M. lacerti* (muricocarena poco desarrollada) en material mal conservado como es el del Pirineo, impide utilizar el biohorizonte de aparición de *M. subbotinae*, como hacen BERGGREN & MILLER (1988), en nuestra biozonación.

La Biozona de *M. subbotinae* ha sido utilizada en las dos biozonaciones descritas en el Paleógeno de la Cuenca Surpirenaica Vizcaína; sin embargo, los límites varían de una a otra. Así, HILLEBRANDT (1965) utiliza la Biozona de *Globorotalia subbotinae-marginodentata* que correspondería a la parte superior de la Biozona de *M. aequa* y parte de la Biozona de *Pseudohastigerina wilcoxensis*. El resto de la Biozona de *M. aequa* se correlacionaría con la Biozona de *Globorotalia velascoensis* de HILLEBRANDT (1965).

ORUE-ETXEBARRIA et al. (1984) subdividen la Biozona de *Globorotalia* (*Morozovella*) *subbotinae* en dos subzonas, situando el límite entre ellas en la P.A. de *M. gracilis*, por lo cual la subzona *Globorotalia* (*Morozovella*) *subbotinae* correspondería a una parte de nuestra Biozona de *M. aequa*.

Biozona de *Pseudohastigerina wilcoxensis*

Definición: Biozona de Intervalo entre la P.A. de *Pseudohastigerina wilcoxensis* y la P.A. de *Morozovella aragonensis*.

Autor: BERGGREN (1971).

Edad: Eoceno inferior.

Características: La Biozona de *P. wilcoxensis* ha sido citada en el área de Campo-Tremp (CANUDO, 1991a). Se encuentra bien representada en los perfiles de Campo y Zumaya, pero en Sopelana únicamente la parte superior (ORUE-

ETXEBARRIA et al., 1984). La potencia de esta biozona varía entre los 450 metros de Zumaya y los 70–80 metros de Sopelana.

En el perfil de Campo, a grandes rasgos se pueden diferenciar tres litologías: la parte baja de esta biozona suele estar compuesta por margas grises, la parte media es un término complejo que suelen ser margas limolitas, margas calcáreas y calizas margosas con abundantes estructuras "slump" (Nivel de la Poblada de Roda) y la parte alta suelen ser margas grises homogéneas que en medios someros pasan lateralmente a areniscas en secuencias deltaicas (Formación Arenisca de Roda). En Zumaya y Sopelana son margas, areniscas y calizas.

En esta biozona son abundantes: *Subbotina triangularis*, *Subbotina patagonica*, *Morozovella subbotinae*, *Morozovella edgari*, *Muricoglobigerina soldadoensis*, *Muricoglobigerina esnebensis* (en la parte baja) y *Muricoglobigerina angulosa*. La especie *P. wilcoxensis* es abundante en la parte alta. Las especies de *Acarinina* suelen estar bien representadas (10–20%) a lo largo de toda la biozona y especialmente en la parte más alta.

Comparación con otras biozonaciones: El tránsito Paleoceno-Eoceno actualmente plantea una serie de interrogantes, ya que algunos de los biohorizontes normalmente utilizados tienen diferentes posiciones bioestratigráficas. En muchas áreas la P.A. de *P. wilcoxensis* se suele encontrar aproximadamente coincidente con la U.A. de *M. velascoensis* (BLOW, 1979; BERGGREN & MILLER, 1988; TOUMARKINE & LUTERBACHER, 1985). Sin embargo, en el Paleógeno del Pirineo no coinciden estos dos biohorizontes (HILLEBRANDT, 1965). El problema consiste en conocer cual de ellos es más isocrónico. La especie *M. velascoensis* está representada por pocos ejemplares y poco característicos en la parte alta de la Biozona de *M. aequa*, por tanto se ha utilizado la P.A. de *Pseudohastigerina* como biohorizonte más fácilmente identificable, sin embargo esta podría aparecer más tardíamente en bajas latitudes, como indican la posición de otros eventos.

La Biozona de *P. wilcoxensis* corresponde a las Biozonas *Morozovella edgari* y *Morozovella subbotinae* de TOUMARKINE & LUTERBACHER (1985) teniendo en cuenta la P.A. de *P. wilcoxensis*. En la biozonación de BLOW (1979) la Biozona de *P. wilcoxensis* correspondería a las Biozonas *Globorotalia (Morozovella) formosa* – *Globorotalia (Morozovella) lensiformis* y a la Biozona de *Globorotalia (Acarinina) wilcoxensis berggreni*, ya que la P.A. de esta especie está situada ligeramente por debajo de la P.A. de *P. wilcoxensis* (BLOW, 1979).

La P.A. de *P. wilcoxensis* es utilizada por HILLEBRANDT (1965) para el límite entre las Biozonas de *Globorotalia marginodentata* y *Globorotalia lensiformis* de HILLEBRANDT (1965). En el perfil de Sopelana, ORUE-ETXEBARRIA et al. (1984) consideran dos subzonas: *Globorotalia (Morozovella) lensiformis* y *Globorotalia (Morozovella) subbotinae*, con el límite situado en la P.A. de *M. gracilis*. Este biohorizonte está situado en el Perfil de Campo, por debajo de la P.A. de *P. wilcoxensis*, por lo cual la Biozona de *P. wilcoxensis* corresponde a la mayor parte de la Biozona de *Globorotalia (Morozovella) lensiformis*. Esta correlación plantea un problema, ya que ORUE-ETXEBARRIA et al. (1984) sitúan la P.A. de *P. wilcoxensis* ligeramente por debajo de la P.A. de *M. gracilis*.

Biozona de *Morozovella aragonensis*

Definición: Biozona de intervalo comprendido entre la P.A. de *Morozovella aragonensis* y P.A. *Morozovella caucasica*.

Autor: BERGGREN (1971).

Edad: Eoceno inferior.

Características: La Biozona de *M. aragonensis* o sus equivalentes esta presente en la costa Vizcaina, área de Tremp-Campo y el Pirineo navarro (HILLEBRANDT, 1965; ORUE-ETXEBARRIA, 1983-84, CANUDO, 1991a). La potencia varia desde 200 metros en Campo a unos 650 metros en Zumaya. Litológicamente en Campo son margas grises con macroforaminíferos, calizas nodulosas (Nivel de Eroles) y areniscas y margas de la Formación de Sant Esteve del Mall (parte inferior). En Osinaga y Sopelana son fundamentalmente facies "flysch", excepto la parte inferior formada por una alternancia de calizas y margas. En Zumaya es una alternancia de areniscas y margas.

A lo largo de esta biozona son abundantes: *Muricoglobigerina soldadoensis*, *Subbotina linaperta*, *Acarinina pseudotopilensis*, *Pseudohastigerina wilcoxensis*, *Morozovella aragonensis*, *Morozovella lensiformis*, *Igorina broedermanni* y *Globanomalina indiscriminata*.

Comparación con otras biozonaciones: *M. aragonensis* es un taxón utilizado generalmente en la Bioestratigrafía del Eoceno inferior, pero con diferentes biohorizontes. En el Paleógeno del Pirineo ha sido utilizado para caracterizar la parte media del Eoceno inferior (HILLEBRANDT, 1965; ORUE-ETXEBARRIA et al. 1984). Estos autores utilizan la P.A. de *S. inaequispira* para marcar el límite inferior de la Biozona de *Globorotalia (Morozovella) aragonensis* y la diferencian de la Biozona de *Globorotalia (Morozovella) formosa* que correspondería a la parte inferior de nuestra Biozona de *M. aragonensis*. En este trabajo no se han separado porque *S. inaequispira* es una especie taxonomicamente problemática. Hay autores que la restringen a especímenes como el holotipo (CREMADES, 1982) o consideran que tiene una amplia variabilidad (HILLEBRANDT, 1976).

BOLLI (1957a) utiliza para la base de la Biozona de *Globorotalia aragonensis* la P.A. de *C. taroubuensis* y *G. turgida*. Posteriormente BOLLI (1966) indica que este biohorizonte esta poco definido y por tanto el límite entre las Biozonas *Globorotalia aragonensis* y *Globorotalia formosa* es difícil de precisar. BLOW (1979) basandose en esta afirmación no las diferencia, sin embargo otros autores consideran distintos biohorizontes. Así el superior se suele situar en la P.A. de *A. palmerae* (HILLEBRANDT, 1965; ORUE-ETXEBARRIA et al., 1984; BERGGREN & MILLER, 1988), o en la P.A. de *S. frontosa* (TOUMARKINE & LUTERBACHER, 1985). Respecto al límite inferior, HILLEBRANDT (1965) y ORUE-ETXEBARRIA et al (1984) lo sitúan en la P.A. de *S. inaequispira*; CREMADES (1982) en la U.A. de *M. marginodentata*; TOUMARKINE & LUTERBACHER (1985) en la P.A. de *A. pentacamerata*; BERGGREN & MILLER (1988) en la U.A. de *M. formosa*.

EPOCA	Primeras y últimas apariciones en los perfiles estudiados	BIOZONACIONES					
		Este trabajo	Toumarkine & Luterbacher, 1985	Berggren & Miller, 1988	Blow 1979	Orue Etxebarria et al 1984	Hillebrandt 1965
PALEOCENO SUPERIOR	<i>M. soldadoensis</i>	<i>Planorotalites pseudomenardii</i>	<i>Planorotalites pseudomenardii</i>	P4	P.5	<i>Globorotalia (Planorotalites) pseudomenardii</i>	F
	<i>M. angulata</i>				P.4		E
	<i>P. pseudomenardii</i>						D
	<i>M. velascoensis</i>	<i>Igorina pusilla</i>	<i>Planorotalites pusilla pusilla</i>	P3b	P.3	<i>Planorotalites pusilla pusilla</i>	C
	<i>I. pusilla</i>						
	<i>M. angulata</i>	<i>Morozovella angulata</i>	<i>Morozovella angulata</i>	P3a			
PALEOCENO INFERIOR	<i>A. uncinata</i>	<i>Acarinina uncinata</i>	<i>Morozovella uncinata</i>	P 2	P. 2	<i>Globorotalia (Morozovella) uncinata</i>	B
	<i>A. trinidadensis</i>	<i>Acarinina trinidadensis</i>	<i>Morozovella trinidadensis</i>	P1c	P. 1b	<i>Globigerina (Eoglobigerina) trinidadensis</i>	A2
	<i>G. compressa</i>	<i>Subbotina pseudobulloides</i>	<i>Morozovella pseudobulloides</i>	P1b	P.1a	<i>Globigerina (Eoglobigerina) edita</i>	A1
	<i>S. triloculinoides</i>			P1a			
	<i>A. inconstans</i>						
	<i>P. eugubina</i>	<i>P. eugubina</i>	<i>Globigerina eugubina</i>	Pa	P.	<i>Eoglobigerina eugubina</i>	
	<i>S. pseudobulloides</i>						
	<i>P. eugubina</i>	<i>Guembelitra cretacea</i>			M18		

Fig. 6. Correlación de la biozonación propuesta con otras establecidas para el Paleoceno.
 Fig. 6. Correlation of the proposed biozonation with others established for the Paleocene.

La Biozona de *M. aragonensis* utilizada en este trabajo corresponde a la Biozona de *Morozovella formosa* y a la parte inferior de la Biozona de *Morozovella aragonensis* de TOUMARKINE & LUTERBACHER (1985) ya que la P.A. de *A. pentacamerata* se encuentra en el Paleógeno del Pirineo en la parte alta de la Biozona de *M. aragonensis*. La correlación con la Biozonación de BERGGREN & MILLER (1988) es complicada, ya que utilizan para el límite superior de la P.7 la U.A. de *M. formosa*. En los perfiles estudiados es una especie escasa; sin embargo ORUE-ETXEBARRIA et al. (1984) la encuentran por encima de la P.A. de *A. palmerae* (límite superior de la P.8 de BERGGREN & MILLER, 1988) por lo que la P.7 comprendería la P.8 si se utilizan para la correlación la disposición de los biohorizontes que se encuentran en el Pirineo.

Biozona de *Morozovella caucasica*

Definición: Biozona de intervalo comprendido entre la P.A. de *Morozovella caucasica* y la P.A. de *Subbotina frontosa*.

Autor: BERGGREN (1971) modificada en el límite más moderno.

Edad: Eoceno inferior.

Características: La Biozona de *M. caucasica* o sus equivalentes se reconoce en los perfiles de Osinaga, Zumaya y Sopelana. La potencia varía desde 90 metros (Osinaga) a más de 500 metros en Sopelana y Zumaya. Litológicamente en estos dos cortes es una alternancia de areniscas y margas con algunos niveles con macroforaminíferos. En Osinaga son margas grises con alguna intercalación turbidítica centimétrica.

A lo largo de esta biozona suelen ser abundantes: *Morozovella caucasica*, *Morozovella aragonensis*, *Subbotina linaperta*, *Guembelitroides lozanoi*, *Pseudobastigerina wilcoxensis*, *Subbotina triangularis*, *Acarinina pentacamerata*, *Acarinina lozanoi* e *Igorina broedermanni*. En la parte alta suele ser abundante *Acarinina bullbrookii*, *Acarinina pseudotopilensis* y *Acarinina decepta*.

En algunas secciones se encuentra *A. palmerae* (HILLEBRANDT, 1965; ORUE-ETXEBARRIA et al., 1984). La presencia de esta especie en el Paleógeno del Pirineo es importante ya que implica una influencia tropical (ORUE-ETXEBARRIA & APÉLANIZ, 1984; ORUE-ETXEBARRIA & LAMOLDA, 1985) en esta parte del Eoceno inferior. Sin embargo, la relativa abundancia de *M. caucasica*, al igual que en el Cáucaso y en el Pacífico; a diferencia de Trinidad en que esta prácticamente ausente (Blow, 1979). Unido a la relativa escasez de *A. aspenis* y *A. palmerae* en esta biozona, parece indicar que las asociaciones estarían más en relación con las de latitudes medias (Cáucaso) que con las típicamente tropicales del Caribe.

Comparación con otras biozonaciones: *M. caucasica* es una especie que ha sido utilizada como indicador zonal en el Paleógeno del Pirineo en las Biozonaciones de HILLEBRANDT (1965) y ORUE-ETXEBARRIA et al. (1984). Estos autores utilizan como límite inferior la U.A. de *A. palmerae*; sin embargo, esta especie es rara en el Paleógeno del Pirineo y es poco aconsejable utilizarla en bioestratigrafía.

Los límites de las biozonas que utilizan a *M. caucasica* como taxón-índice varían. Así, HILLEBRANDT (1965), MARTINEZ-GALLEG0 (1977) la sitúan entre la U.A. de *A. palmerae* y la P.A. de *Hantkenina* (en parte *Aragonella* de este trabajo). ORUE-ETXEBARRIA et al. (1984) la restringen al intervalo entre la P.A. de *A. bullbrookii* y la P.A. de *S. frontosa*. En este trabajo se ha incluido en la Biozona de *M. caucasica* a la Biozona de *Planorotalites palmerae* de ORUE-ETXEBARRIA et al. (1984); Estos autores utilizan la P.A. de *A. bullbrookii* para marcar el límite inferior de esta biozona; sin embargo esta especie tiene una morfología difícil de diferenciar, en material mal conservado, de otras especies de *Acarinina* con cuatro cámaras en la última vuelta de espira, como *A. decepta*, *A. praetopilensis* etc., que son abundantes en la parte alta del Eoceno inferior. Por esta razón se ha preferido utilizar la P.A. de *M. caucasica* que es una especie fácil de indentificar y abundante en el Paleógeno del Pirineo.

La correlación con las escalas de BOLLI (1957 a, 1966), TOUMARKINE & LUTERBACHER (1985) plantea el problema de la posición de *A. palmerae*. En este trabajo se ha correlacionado con la mayor parte de la Biozona de *Morozovella aragonensis* de TOUMARKINE & LUTERBACHER (1985) ya que sitúan la base en la P.A. de *A. pentacamerata*. Este biohorizonte en los perfiles de Osinaga y Campo se encuentra por debajo de la P.A. de *M. caucasica* y por encima de la P.A. de *M. aragonensis*. BERGGREN & MILLER (1988) utilizan la U.A. de *M. formosa* para situar la base de la Biozona; sin embargo en la Cuenca Surpirenaica Central esta especie es escasa. Algo parecido sucede con la P.A. de *G. lozanoi* que BLOW (1979) utiliza como límite inferior de su P.9.

Biozona de *Subbotina frontosa*

Definición: Biozona de intervalo comprendido entre la P.A. de *Subbotina frontosa* y la P.A. de *Truncorotaloides praetopilensis*.

Autor: ORUE-ETXEBARRIA (1983-84) modificada la denominación para simplificarla.

Edad: Eoceno inferior.

Características: La Biozona de *S. frontosa* esta representada en los perfiles de Anoz, Boltaña y Sospelana. La potencia varia desde 15 metros (Anoz) a 320 metros en Sospelana. Litológicamente suele estar representada por margas y margas calcáreas grises en el perfil de Boltaña y una alternancia de areniscas y margas ("flysch") en la Costa Vizcaina.

A lo largo de esta biozona son abundantes: *Subbotina frontosa*, *Subbotina linaperta*, *Acarinina apresocamerata*, *Acarinina bullbrookii* y *Acarinina decepta*. Entre el 5% y el 10% suelen estar representados: *Muricoglobigerina senni*, *Morozovella aragonensis*, *Globanomalina indiscriminata* y *Acarinina primitiva*.

Comparación con otras biozonaciones: TOUMARKINE & BOLLI (1970) describieron la Biozona de *Globorotalia cerroazulensis frontosa* para caracterizar la parte baja del Eoceno medio. Posteriormente, el límite superior ha sido situado en diferentes biohorizontes: BLOW (1979) en la P.A. de *G. kugleri*; CREMA-

DES (1982) en la P.A. de *A. aragonensis*; ORUE-ETXEBARRIA et al. (1984) en la P.A. de *T. praetopilensis*, TOUMARKINE (en TOUMARKINE & LUTERBACHER, 1985) marca el límite inferior en la P.A. de *S. frontosa* y el límite superior en la P.A. de *S. pos-sagnoensis*, por lo que sitúa esta biozona desde la parte más alta del Eoceno inferior hasta la parte baja del Eoceno medio.

En la parte más moderna del Eoceno inferior, BOLLI (1957 a 1966) describe la Biozona de extensión total de *Globorotalia palmerae*; sin embargo, entre la U.A. de *A. palmerae* y la P.A. de *A. nuttalli* hay un intervalo que queda sin caracterizar con esta biozonación. Para llenar esta falta de información se han diferenciado distintas biozonas; por ejemplo, BENJAMINI (1980) define la Biozona de *Sphaeroidinellopsis senni*; HILLEBRANDT (1965) la Biozona de *Globorotalia caucasica*; o bien se ha incluido la Biozona de *Globorotalia palmerae* dentro de otras biozonas con el intervalo más amplio, tal como hacen TOUMARKINE & LUTERBACHER (1985) en la Biozona de *Acarinina pentacamerata*.

Biozona de *Truncorotaloides praetopilensis*

Definición: Biozona de intervalo comprendido entre la P.A. de *Truncorotaloides praetopilensis* y la P.A. de *Aragonella dumblei*.

Autor: ORUE-ETXEBARRIA & APELLANIZ (1985) modificada en el límite más moderno.

Edad: Tránsito Eoceno inferior-Eoceno medio.

Características: Esta biozona se encuentra representada en Anoz, Osinaga y Sopelana. La potencia varía desde 250 metros en Anoz y Sopelana a 90 metros en Osinaga. Litológicamente en la parte inferior de esta biozona suelen ser frecuentes los materiales en facies "flysch", tanto detríticos como carbonatados, mientras que la parte superior es una alternancia de margas y calizas con abundantes macroforaminíferos, fundamentalmente *Nummulites* spp. en el perfil de Anoz.

En esta biozona son abundantes: *Catapsydrax taroubaensis*, *Acarinina decepta*, *Globigerapsis micra*, *Acarinina bullbrooki*, *Acarinina primitiva*, *Muricoglobigerina senni*, *Guembelitroides higginsii* (en la parte superior) y *Truncorotaloides praetopilensis*. En la parte inferior *Acarinina appresocamerata* y *Subbotina frontosa*. A lo largo de esta biozona tienen la P.A. dos grupos de foraminíferos planctónicos de gran importancia en la bioestratigrafía del Eoceno como son *Globigerapsis* y *Truncorotaloides*.

Comparación con otras biozonaciones: Esta biozona fue descrita por ORUE-ETXEBARRIA & APELLANIZ (1985) para caracterizar el intervalo entre la P.A. de *T. praetopilensis* y la P.A. de *A. nuttalli*. Hemos variado ligeramente el límite superior, porque *A. nuttalli* es una especie escasa y con la distribución corta en el Pirineo. Sin embargo, *A. dumblei* tiene la distribución más continua y es más abundante. En el perfil de Anoz la P.A. de *A. nuttalli* coincide con la P.A. de *A. dumblei*, sin embargo en la Cuenca Surpirenaica Vizcaina se encuentra ligeramente por debajo estratigráficamente (ORUE-ETXEBARRIA &

APELLANIZ, 1985), razón por la cual no se ha correlacionado exactamente la base de la Biozona de *Hantkenina nuttalli* con la base de la Biozona de *A. dumblei*.

La mayor parte de los autores sitúan el límite Eoceno inferior-medio en la P.A. de *A. nuttalli* (TOUMARKINE & LUTERBACHER, 1985; BERGGREN & MILLER, 1988), por esta razón se ha correlacionado la Biozona de *T. praetopilensis* con parte del Eoceno inferior, que estaría representado por la parte superior de las Biozonas *Acarinina pentacamerata* (TOUMARKINE & LUTERBACHER, 1985) y de *Subbotina inaequispira* (BERGGREN & MILLER, 1988).

Biozona de *Aragonella dumblei*

Definición: Biozona de intervalo comprendido entre la P.A. de *Aragonella dumblei* y la P.A. de *Globigerapsis index*.

Autor: Este trabajo.

Edad: Eoceno medio.

Características: Las biozonas equivalentes a la Biozona de *A. dumblei* han sido citadas en el Pirineo navarro, Área de Jaca y la Costa vizcaina (ORUE-ETXEBARRIA, 1983-84, MARTINEZ DIAZ, 1971, CANUDO, en prensa). Esta representada en facies carbonatadas en los perfiles de Anoz, Osinaga y Sopelana. En Anoz son aproximadamente 100 metros de margas grises con intercalaciones de calizas, que son más abundantes en la parte alta de la biozona. En Osinaga son también unos 100 metros de margas, margas calcareas y niveles decimétricos de calizas. En el área de Jaca esta representada en las facies "flysch" del Grupo de Hecho.

En esta biozona suelen ser abundantes: *Acarinina decepta*, *Acarinina bullbrookii*, *Acarinina primitiva*, *Guembelitroides higginsii* y *Catapsydrax taroubaensis*. Otras especies bien representadas son: *Subbotina frontosa*, *Subbotina boweri*, *Truncorotaloides praetopilensis* y *Catapsydrax echinatus*.

Comparación con otras biozonaciones: *G. subconglobata* ha sido corrientemente utilizada para nombrar algún intervalo de la parte baja del Eoceno medio. Sin embargo, el concepto de esta especie varía según los autores y hay problemas en la correlación. BOLLI (1957^b) describe la Biozona de *Globigerapsis kugleri* y sitúa los límites entre la U.A. de *H. aragonensis* (= *A. nuttalli* de este trabajo) y la U.A. de *G. aragonensis*. El límite superior no ha cambiado en las revisiones posteriores; sin embargo, el inferior ha sufrido continuos cambios. PROTO DECIMA & BOLLI (1970) consideran que el marcador zonal utilizado no es el mismo que *G. kugleri* y lo llaman *G. curryi*; nombre que es cambiado posteriormente por BOLLI (1972) al denominarla Biozona de *Globigerinatheka subconglobata subconglobata*. Por último, STAINFORTH et al. (1975) cambian el límite inferior situándolo en la P.A. de *P. mexicana*.

La Biozona de *A. dumblei* corresponde en parte a la Biozona de *Globigerinatheka subconglobata* y en parte a la Subzona de *Hantkenina nuttalli* de ORUE-ETXEBARRIA et al. (1984). Estos autores sitúan el límite inferior de la Subzona *Hantkenina nuttalli* en la P.A. de *Aragonella nuttalli*. Este biohorizonte coincide

con la P.A. de *A. dumblei* en los perfiles de Osinaga y Anoz. Como tiene la distribución más constante y es más abundante que *A. nuttalli* se ha preferido utilizar la P.A. de *A. dumblei* para marcar este límite. En la correlación con la biozonación de ORUE-ETXEBARRIA y APELLANIZ (1985) el límite inferior de la Biozona de *A. dumblei* estaría ligeramente por encima del límite superior de la Biozona de *Hantkenina nuttalli*, ya que encuentran una diferencia entre las P.A. de *A. nuttalli* y *A. dumblei*, lo cual está de acuerdo con otras distribuciones (TOUMARKINE & LUTERBACHER, 1985).

Biozona de *Igorina broedermanni* — *Globigerapsis index*

Definición: Biozona de coexistencia de *Globigerapsis index* e *Igorina broedermanni*.

Autor: Esta trabajo.

Edad: Eoceno medio.

Características: Esta biozona está representada en los perfiles de Anoz, Osinaga y Sopelana. En el Pirineo navarro varía de 100 a 150 metros de alternancia de calizas y margas. En la Costa Vasca son unos 600 metros de calizas, margas y areniscas. En el Área de Jaca son las areniscas, calizas, arcillas y margas del Grupo de Hecho.

En esta biozona son abundantes: *Globigerapsis index*, *Truncorotaloides robri*, *Dentoglobigerina eocaena* y *Globigerina praebulloides* (en la parte alta). Otras especies relativamente abundantes son *Globigerapsis subconglobata*, *Acarinina rotundimarginata*, *Acarinina spinuloinflata*, *Paragloborotalia griffinae*, *Morozovella spinulosa*, *Truncorotaloides praetopilensis*, *Truncorotaloides topilensis*, *Acarinina bullbrooki* y *Guembelitroides higginsii*.

En la parte baja de la Biozona de *Igorina broedermanni* — *Globigerapsis index* se encuentran (aunque escasas) especies típicas de áreas tropicales, tales como *M. lehneri* y *P. mexicana* que prácticamente no vuelven a encontrarse en el resto del Eoceno medio. Por tanto, este intervalo podría representar la entrada de aguas relativamente más cálidas en el Paleógeno del Pirineo.

Comparación con otras biozonaciones: El límite superior de la Biozona de *I. broedermanni* — *G. index* estaría situado por debajo de las Biozonas de *Morozovella lehneri* de BERGGREN & MILLER (1988); BOLLI (1957, 66) y TOUMARKINE & LUTERBACHER (1984), ya que la U.A. de *M. aragonensis* se encuentra en niveles estratigráficos más altos que la U.A. de *I. broedermanni* (TOUMARKINE & LUTERBACHER, 1985); sin embargo, la U.A. de *M. aragonensis* en la Cuenca Surpirenaica Central se encuentra en la base del Eoceno medio y no puede ser usado como en las biozonaciones estándar. BLOW (1979) utiliza la U.A. de *S. boweri* para el límite superior de la Biozona de *Globigerapsis kugleri* — *Subbotina frontosa boweri*. Este biohorizonte se encuentra en diferente posición en el Pirineo, por esta razón se ha correlacionado la parte alta de la Biozona de *Globigerapsis kugleri* — *Subbotina frontosa boweri* de BLOW (1979) con la parte baja de la Biozona de *G. higginsii*.

ORUE-ETXEBARRIA et al. (1984) nombran a la mayor parte de la Biozona de *I. broedermanni* — *G. index* como Biozona de *Globigerinatheka subconglobata*. En la Cuenca Surpirenaica Central la Biozona de *Globigerinatheka subconglobata* no puede ser utilizada con los límites de estos autores; ya que para el límite superior esta definido con la U.A. de *M. aragonensis* que en los perfiles de Anoz y Osinaga esta en la parte baja del Eoceno medio. El límite inferior coincide con la P.A. de *P. mexicana*. Este biohorizonte parece ser identificable en el perfil de Sopelana (ORUE-ETXEBARRIA et al., 1984b), lo cual permite situar en este nivel la base de la Biozona de *Globigerinatheka subconglobata subconglobata*. Sin embargo, *P. mexicana* es una especie que ha sido interpretada de diferentes maneras por lo que ha sido situada en diferentes niveles estratigráficos. En este trabajo se han incluido en *P. mexicana* ejemplares con la pared reticulada, pequeño tamaño y la última cámara grande. Individuos con estos caracteres son escasos y tienen la P.A. casi coincidiendo con la U.A. de *I. broedermanni* (Biozona de *Guembelitroides bigginsi*). Por tanto esta U.A. está situada por encima que en las áreas tropicales y/o la Cuenca Surpirenaica Vizcaina. Esta diferencia en la distribución, junto a la escasez de la especie es la razón para que no sea adecuada para ser utilizada como biohorizonte en el Pirineo.

Biozona de *Guembelitroides bigginsi*

Definición: Biozona de Intervalo comprendida entre la U.A. de *Igorina broedermanni* y la U.A. de *Guembelitroides bigginsi*.

Autor: Este trabajo.

Edad: Eoceno medio.

Características: La potencia de esta biozona varía desde aproximadamente 3 metros en el Perfil de Arguis, hasta 260 metros en el Perfil de Jaca. En las Sierras Exteriores esta poco representada y coincide con un nivel de condensación. En el Area de Jaca suele estar en una serie margosa con fuerte influencia turbidítica representada por niveles arenosos y/o estructuras "slump". En la parte baja las areniscas son más abundantes para aumentar la proporción de margas en los niveles más altos de la biozona. En la Costa Vizcaina unicamente esta representada en Sopelana, donde son unos 200 metros de calizas, areniscas y margas.

Son abundantes en esta biozona las especies con la pared muricada, en especial *Acarinina spinuloinflata*, *Truncorotaloides robri*, *Truncorotaloides praetopilensis* y *Truncorotaloides topilensis*. Suelen estar acompañadas de las especies "Globigeriniformes" como son *Dentoglobigerina eocaena*, *Globigerina praebulloides* y *Globigerina officinalis*. Suelen estar bien representadas otras especies como son *Subbotina frontosa*, *Acarinina medizai*, *Globigerina azerbaijanica*, *Acarinina rotundimarginata* y *Subbotina hagni*. En la parte baja de esta biozona es abundante *Globigerapsis index* y *Globigerapsis subconglobata*; sin embargo, no se encuentran en la parte alta coincidiendo con el aumento de *P. micra*, situación que se mantiene hasta la parte media de la Biozona de *T. robri*.

En el límite superior de esta biozona hay ciertas diferencias en los perfiles estudiados, así en el perfil de Arguis son simultáneas la U.A. de *M. senni*, *G. higginsi*, *S. frontosa*, *S. possagnoensis* y *S. inaequispira*. Sin embargo, en el perfil de Jaca y Domeño estas U.A. no son simultáneas, ya que solo coinciden la U.A. de *S. frontosa* y la U.A. de *G. higginsi*, por lo que al parecer en la base del Perfil de Arguis podría haber un hiato y/o un nivel de condensación.

Comparación con otras biozonaciones: La Biozona de *G. higginsi* corresponde básicamente al intervalo de la Biozona de *Morozovella lehneri* (BOLLI, 1957, 1966; TOUMARKINE & LUTERBACHER, 1985). Sin embargo, no se ha utilizado dicha denominación porque *M. lehneri* es una especie rara en el Paleógeno del Pirineo.

Los límites utilizados también han variado, ya que la U.A. de *M. aragonensis* (biohorizonte utilizado para la base de la Biozona de *Morozovella lehneri*) en la Cuenca Surpirenaica Central está situado en la base del Eoceno medio (Biozona de *T. praetopileensis*) y no en la parte media del Eoceno medio (TOUMARKINE & LUTERBACHER, 1985). En la Costa vasca, Orue-Etxebarria et al. (1984) utilizan para limitar la base de la Biozona de *Globorotalia (Morozovella) lehneri* la U.A. de *M. aragonensis* que estaría en discrepancia con lo afirmado anteriormente. Sin embargo, estos autores citan la presencia de esta especie como dudosa y discontinuamente desde la base del Eoceno medio. En este trabajo se prefiere utilizar como marcadores biozonales a especies que tengan la distribución continua, por esta razón se ha utilizado *I. broedermanni* que es abundante y tiene la U.A. cercana a la U.A. de *M. aragonensis* (STAINFORTH et al., 1975).

Biozona de *Truncorotaloides robri*

Definición: Intervalo comprendido entre la U.A. de *Guembelitroides higginsi* y la U.A. de *Truncorotaloides robri*.

Autor: BOLLI (1957b) modificada en su límite más antiguo.

Edad: Eoceno medio.

Características: Esta biozona ha sido citada en el Pirineo catalán (FERRER, 1967, CAUS, 1974), en las Sierras Exteriores (CANUDO et al., 1988) y en el Área de Jaca (CANUDO & MOLINA, 1988). Está presente en los perfiles de Jaca, Berdún, Biezcas, Iriso y Arguis. La potencia es variable, pero siempre superior a 100 metros. En la parte inferior abundan materiales detríticos, en los cuales los foraminíferos planctónicos están en pequeña proporción y mal conservados. Esta primera parte correspondería a la Arenisca de Sabinanigo en el Pirineo aragonés y al Nivel guía de Urroz Lumbier en el Pirineo navarro.

La parte superior de la biozona suele estar representada en margas grises, que en algunos perfiles (Arguis) tienen intercalaciones de margas calcáreas. El porcentaje de foraminíferos planctónicos es mayor y la conservación es mejor. En los materiales de esta biozona habría una evolución desde un medio de poca profundidad para pasar a términos depositados en medios más profundos y con menor cantidad de detríticos.

EPOCA	Primeras y ultimas apariciones en los perfiles estudiados	BIOZONACIONES					
		Este trabajo	T. & L., 1985	Berggren & Miller, 1988	Blow 1979	Orue Etxebarria et al. 1984a,b	Hillebrandt 1965
EOCENO INTERIOR	<i>S. frontosa</i> ▲	<i>Subbotina frontosa</i>	<i>Acarinina pentacamerata</i>	P9	P.10	<i>Globigerina (Eoglobigerina) frontosa</i>	M
	<i>A. bullbrooki</i> ▲	<i>Morozovella caucasica</i>	<i>Morozovella aragonensis</i>			<i>Globorotalia (Morozovella) caucasica</i>	
	<i>M. caucasica</i> ▲			P8	P.9	<i>Globorotalia (Planorotalites) palmerae</i>	L
	<i>S. inaequispira</i> ▲	<i>Morozovella aragonensis</i>	<i>Morozovella formosa</i>			P7	<i>Globorotalia (Morozovella) aragonensis</i>
	<i>M. aragonensis</i> ▲			P.8b	<i>Globorotalia (Morozovella) formosa</i>		I
	<i>M. formosa</i> ▲	<i>Pseudohastigerina wilcoxensis</i>	<i>Morozovella subbotinae</i>	P6c	P.8a	<i>Globorotalia (Morozovella) lensiformis</i>	H
	<i>M. edgari</i> ▼		<i>Morozovella edgari</i>	P6b			P.7
	<i>P. wilcoxensis</i>	<i>Morozovella aequa</i>			<i>Morozovella velascoensis</i>		
	<i>M. velascoensis</i>		P.6	<i>Globorotalia (Morozovella) subbotinae</i>			F
	<i>M. gracilis</i> ▲	P5			<i>G. (Planorotalites) pseudomenardii</i>		
	<i>M. subbotinae</i> ▲		P4				
	<i>P. pseudomenardii</i>	<i>P. pseudomenardii</i>		<i>Planorotalites pseudomenardii</i>			

Fig. 7. Correlación de la biozonación propuesta con otras establecidas para el Eoceno inferior. (T. & L.: TOUMARKINE & LUTERBACHER).

Fig. 7. Correlation of the proposed biozonation with others established for the lower Eocene. (T. & L.: TOUMARKINE & LUTERBACHER).

En esta biozona las asociaciones suelen estar compuestas por *Dentoglobigerina eocaena*, *Subbotina linaperta*, *Dentoglobigerina corpulenta*, *Globigerina officinalis*, *Globigerina praebulloides* y *Globigerina ouachitensis*. También son abundantes las especies con la pared muricada, especialmente *Acarinina spinuloinflata* y *Acarinina rotundimarginata*.

En los perfiles de Domeño y Berdún, *Pseudohastigerina* spp. es muy abundante, incluso en alguna de las muestras de la parte baja del perfil de Berdún llega a alcanzar más del 50 % de toda la asociación. Sin embargo, en otros perfiles (Jaca, Arguis) se encuentra en proporciones que no suelen superar el 5 %. Este hecho tiene interés, ya que la parte alta del Eoceno medio en el Este de Europa y Asia

suele estar marcado por un gran aumento de *P. micra* (STAINFORTH et al., 1975). La alta proporción de *Pseudohastigerina* que se encuentra en alguno de los perfiles estudiados podría estar en relación con dicho evento; o ambos ser el resultado de las mismas condiciones, como pueden ser aguas con mínimos de oxígeno. Esta afirmación podría estar, en parte, confirmada, ya que en la parte baja de esta biozona (que coincide con el gran aumento de *Pseudohastigerina*) no se encuentran los representantes de *Globigerinatheka*, *Porticulasphaera* y *Globigerapsis* que se interpretan como indicadores de aguas ricas en nutrientes y con fuerte y rápida circulación (PREMOLI SILVA & BOERSMA, 1988). El incremento de *Globigerinatheka* spp. que se produce en la parte media y alta de esta biozona podría indicar una influencia relativamente importante de la Corriente del Golfo, con lo que las especies típicamente tropicales vuelven a estar representadas en el Eoceno superior del Pirineo, mientras que habrían sido mucho más escasas en la parte media del Eoceno medio.

Comparación con otras biozonaciones: La correlación de la Biozona de *T. robri* con las biozonaciones estándar no plantea problemas. Comprende también a la Biozona de *Orbulinoides beckmanni* ya que las U.A. de *G. bigginsi* coincide con la P.A. de *Orbulinoides beckmanni* (TOUMARKINE & LUTERBACHER, 1985), por lo que se pueden correlacionar el límite inferior de la Biozona de *T. robri* con el límite inferior de la Biozona de *Orbulinoides beckmanni* de TOUMARKINE & LUTERBACHER (1985), *Globigerapsis beckmanni* de BERGGREN & MILLER (1988) y de BLOW (1979). En los perfiles estudiados no se ha encontrado *O. beckmanni*, por lo que no se ha diferenciado la biozona homónima. La Biozona de *Turborotalia cerroazulensis pomeroli* — *Turborotalia cerroazulensis cerroazulensis* de TOUMARKINE (1983) se correlaciona con la Biozona de *T. robri* de este trabajo, ya que utiliza como límite inferior la U.A. de *S. frontosa* que coincide con la U.A. de *G. bigginsi* en el Paleógeno del Pirineo.

Biozona de *Dentoglobigerina eocaena*

Definición: Intervalo comprendido entre la U.A. de *Truncorotaloides robri* y la P.A. de *Porticulasphaera semiinvoluta*.

Autor: Este trabajo.

Edad: Tránsito Eoceno medio — superior.

Características: La Biozona de *Dentoglobigerina eocaena* esta representada en facies de margas grises (Formación Margas de Pamplona) en la Cuenca de Jaca. En las Sierras Exteriores (Arguis) en este intervalo no se han encontrado foraminíferos planctónicos (CANUDO et al., 1988). La potencia varía entre 3 m en Berdun y 20 m en Artieda.

En esta biozona dominan los taxones globigeriniformes: *Dentoglobigerina*, *Subbotina*, *Globigerina*, en especial *Dentoglobigerina eocaena*, *Globigerina prae-bulloides*, *Globigerina ouachitensis* y *Subbotina linaperta*. Suelen estar representados especímenes de *Pseudohastigerina micra*, *Globigerapsis index*, *Globigerapsis*

subconglobata (en la parte baja), *Globigerapsis rubrifomis*, *Globigerina praeturrilina*, *Porticulasphaera mexicana* y *Subbotina angiporoides*.

Comparación con otras biozonaciones: Tradicionalmente se ha considerado que la U.A. de las especies con la pared muricada del Eoceno medio coincidía con la P.A. de *P. semiinvoluta* (BOLLI, 1966). Sin embargo, BERGGREN et al. (1985) apuntan que hay secuencias del océano profundo donde estos dos biohorizontes se solaparían, y por encima de la P.A. de *P. semiinvoluta* se encuentra la U.A. de *T. robri*. En los perfiles estudiados no se encuentran juntas las especies con la pared muricada y *P. semiinvoluta*, ya que esta aparece en el Pirineo más tarde que en las áreas de latitudes bajas, y por tanto, utilizando las biozonaciones estándar habría un intervalo sin zonar. Para denominar este intervalo se propone la nueva Biozona de *D. eocaena*.

Esta misma disposición de biohorizontes la encuentra HAGGAG (1990) en Egipto, denominando a este intervalo Biozona de *Globigerina pseudoampliapertura*. En este trabajo se ha preferido utilizar la denominación Biozona de *Dentoglobigerina eocaena*, ya que *Turborotalia pseudoampliapertura* no ha sido reconocida por el momento en los perfiles estudiados del Pirineo; y además, *D. eocaena* es abundante entre la U.A. de las especies muricadas típicas y la P.A. de *P. semiinvoluta* en el Pirineo.

Biozona de *Porticulasphaera semiinvoluta*

Definición: Biozona de Extensión de *Porticulasphaera semiinvoluta*.

Autor: BOLLI (1957b).

Edad: Eoceno superior.

Características: Esta biozona está bien representada en el Paleógeno del Pirineo. Ha sido citada en la Cuenca de Jaca (MARTINEZ-DIAZ, 1971; CANUDO & MOLINA, 1988) y en las Cuencas Catalanas (FERRER, 1967 & CAUS, 1974). Se encuentra incompleta en algunos perfiles de las Sierras Exteriores (CANUDO et al., 1988), pero en otros (La Peña) está completa.

La litología de esta biozona es bastante constante, ya que se trata de margas grises, que en la parte baja tienen numerosas intercalaciones detríticas turbidíticas. Debido a esto se puede diferenciar en el campo, al representar un cambio relativamente brusco respecto a las margas grises homogéneas de las Biozonas *Truncorotaloides robri* y *Dentoglobigerina eocaena* (Eoceno medio). La parte alta de la biozona son margas grises monótonas que no suelen ser diferenciables de las superiores de la Biozona de *G. index*. En el perfil de Arguis la litología es algo diferente, ya que en la parte alta de esta biozona las margas tienen mayor contenido en detríticos tamaño limo y/o arena, alternando con algunos niveles calcáreos. Esto puede deberse a que los materiales de la Biozona de *G. semiinvoluta* se depositaron en un medio más sómoro en el Perfil de Arguis que en el resto de los perfiles estudiados. La potencia suele variar entre 50 y 300 metros.

P. semiinvoluta es escasa (menor del 5%) a lo largo de la biozona, pero suele tener una distribución bastante continua. Son abundantes *Dentoglobigerina*

eocaena, *Subbotina linaperta*, *Globigerina praebulloides* y *Globigerina ouachitensis*. En la parte baja también abundan *Pseudobastigerina micra*, *Porticulasphaera tropicalis*, *Globigerapsis index*, *Acarinina medizai* y *Globorotaloides carcoselleensis*.

La presencia de *P. semiinvoluta* permite hacer correlaciones con la parte baja del Eoceno superior de las regiones tropicales. Sin embargo, otras especies características de este intervalo, como por ejemplo los de la superfamilia Hantkeninacea, o los representantes más modernos de *Turborotalia* (*T. cocaensis* y *T. cunialensis*) no se encuentran en el Paleógeno del Pirineo. Estas diferencias pueden deberse a la dinámica regresiva del Eoceno superior del Pirineo con la consiguiente disminución de profundidad, o con la baja temperatura; en parte confirmada por la escasez y lo poco característicos que son los ejemplares de *P. semiinvoluta*, la cual llegaría al Pirineo más tardíamente que en otras áreas.

Comparación con otras biozonaciones: Esta biozona ha sido generalmente utilizada para caracterizar los materiales de la base del Eoceno superior, sin embargo los límites considerados no siempre han sido los mismos. Así, TOUMARKINE & LUTERRACHER (1985) sitúan el límite inferior en la U.A. de *T. robri*, coincidiendo con la U.A. de las especies con la pared muricada del Eoceno medio. Por otra parte, ciertos autores han variado el límite superior situándolo en la P.A. de *C. inflata* (BLOW, 1979; BERGGREN & MILLER, 1988).

Biozona de *Globigerapsis index*

Definición: Biozona de intervalo entre la U.A. de *Porticulasphaera semiinvoluta* y la U.A. *Globigerapsis index*.

Autor: SAMUEL & SALAJ (1968) modificada.

Edad: Eoceno superior.

Características: Esta biozona está representada en la Cuenca de Jaca y en las Sierras Exteriores. La potencia varía desde 70 m en la Peña a 240 m en Berdún. Litológicamente suelen ser margas gris azuladas sin estratificación aparente y con esporádicos niveles centimétricos de areniscas en facies turbidíticas y de calizas margosas de pequeña potencia. En la parte alta de esta biozona hay niveles de areniscas de grano fino sin secuencias turbidíticas y con abundantes galerías, tanto verticales como horizontales.

La asociación está dominada por *Dentoglobigerina cocaena*, *Globigerina corpulenta*, *Globigerina ouachitensis*, *Globigerina officinalis* y *Globigerina praebulloides*. Suelen tener una representación bastante constante a lo largo de esta biozona, *Porticulasphaera tropicalis*, *Globigerapsis index*, *Pseudobastigerina micra* y *Subbotina hagni* (en la parte baja). El resto de especies están en proporciones muy bajas y no suelen superar el 5%.

Correlación con otras biozonaciones: La ausencia de la mayor parte de los indicadores zonales de los medios tropicales dificulta la correlación de la Biozona de *G. index* con otras biozonaciones. Para el límite inferior se ha considerado la U.A. de *P. semiinvoluta*, por lo que coincide con el límite inferior

de la Biozona de *Turborotalia cerroazulensis* s.l. de TOUMARKINE & LUTERBACHER (1985). Estos autores consideran que *G. index* tiene la U.A. en la parte baja de la Biozona de *Turborotalia cerroazulensis* s.l. y sitúan con ciertas reservas la U.A. de *G. index* hasta el límite Eoceno-Oligoceno. Lo que parece realmente parece ocurrir es que *G. index* desaparece antes en latitudes bajas que en las altas acompañando a los *Discoaster* en roseta. Este es un evento muy significativo y utilizable a nivel mundial.

BERGGREN & MILLER (1988) y BLOW (1979) utilizan para caracterizar este intervalo las Biozonas *Cribohantkenina inflata* y *Cribohantkenina danvillensis* respectivamente. La P.A. del género *Cribohantkenina* se encuentra por debajo de la U.A. de *P. semiinvoluta* en la Béticas (MOLINA, et al. 1986), por esa razón se ha correlacionado el límite superior de la Biozona de *P. semiinvoluta* por encima del límite inferior de las biozonas de estos autores.

En este trabajo se ha definido la Biozona de *G. index* para caracterizar los materiales con foraminíferos planctónicos situados por encima de la U.A. de *P. semiinvoluta*. Este intervalo no es siempre reconocible en el Eoceno superior del Pirineo ya que en otros perfiles (CANUDO et al., 1988) por encima de la U.A. de *P. semiinvoluta* se encuentran sedimentos de la formación Belsue-Atarés sin foraminíferos planctónicos. Esto se debe a la heterocronía del límite superior de las Margas de Pamplona (PUIGDEFABREGAS, 1975; CANUDO & MOLINA, 1988). Sin embargo, en los perfiles más completos (Berdún, Iríso, La Peña) del Eoceno superior marino hay un intervalo, por encima de la U.A. de *P. semiinvoluta* y por debajo de la presencia de sedimentos de transición, que queda bien caracterizada con esta biozona.

Biozona de *Globigerina officinalis*

Definición: Biozona de intervalo entre la U.A. *Globigerapsis index* y los materiales más modernos con Foraminíferos planctónicos del Paleógeno surpirineico.

Autor: SAMUEL & SALAJ (1968) modificada.

Edad: Eoceno superior.

Características: Esta biozona está representada en la Cuenca de Jaca; por el momento solo ha sido reconocida en el perfil de Berdún, en el cual tiene unos 100 metros de potencia. Litológicamente está formada por margas, margas calcáreas y niveles centimétricos de caliza.

Los foraminíferos planctónicos son muy escasos en esta biozona, como consecuencia de la regresión que se produce en el Eoceno superior. La asociación está compuesta casi exclusivamente por especies globigeriniformes de pequeño tamaño: *Globigerina officinalis*, *Globigerina ouachitensis* y *Globigerina praebulloides*, y por especies biseriadas: *Streptochilus martini* y *Streptochilus cubensis*.

En las Béticas y en los Apeninos centrales MOLINA et al., (1986) encuentran la U.A. de *G. index* por debajo de la U.A. de *C. inflata* y por debajo del límite

EPOCA	P. A. y U. A. en los perfiles estudiados	BIOZONACIONES				
		Este trabajo	T. & L., 1985	Berggren & Miller, 1988	Blow 1979	Martinez Diaz, 1972
EOCENO SUPERIOR	<i>G. index</i>	<i>Globigerina officinalis</i>	<i>Turborotalia cerroazulensis</i>	P 17	P.17	<i>Globorotalia coccaensis</i>
	<i>T. pomeroli</i>	<i>Globigerapsis index</i>		P 16	P.16	
	<i>P. semiinvoluta</i>	<i>Porticulasphaera semiinvoluta</i>	<i>Globigerinatheka semiinvoluta</i>	P 15	P.15	<i>Globigerapsis semiinvoluta</i>
	<i>T. rohri</i>	<i>Dento- globigerina eocaena</i>				
EOCENO MEDIO	<i>M. spinulosa</i>	<i>Truncorotaloides rohri</i>	<i>Truncorotaloides rohri</i>	P 14	P.14	<i>Truncorotaloides rohri</i>
	<i>G. higginsii</i>		<i>Orbulinoides beckmanni</i>	P 13	P.13	
	<i>S. frontosa</i>	<i>Guembelitroides higginsii</i>	<i>Morozovella lenneri</i>	P 12	P.12	<i>G. burri</i>
	<i>I. broedermanni</i>				P.11	<i>Globigerapsis kugleri</i>
	<i>G. index</i>	<i>Igorina broedermanni- Globigerapsis index</i>	<i>Globigerinatheka subconglobata</i>	P 11		
	<i>A. dumblei</i>	<i>Aragonella dumblei</i>		P 10	P.10	<i>Globigerina higginsii</i>
	<i>A. nuttalli</i>		<i>Hantkenina nuttalli</i>			
	<i>T. praetopilensis</i>	<i>Truncorotaloides praetopilensis</i>	<i>Acarinina pentacamerata</i>	P 9		

Fig. 8. Correlación de la biozonación propuesta con otras establecidas para el Eoceno medio y superior. (T. & L.: TOUMARKINE & LUTERBACHER).

Fig. 8. Correlation of the proposed biozonation with others established for the Middle and Late Eocene. (T. & L.: TOUMARKINE & LUTERBACHER).

Eoceno — Oligoceno, situado en la U.A. de *Cribohantkenina*. Por tanto la U.A. de *G. index* en latitudes medias es anterior al límite Eoceno-Oligoceno. Por encima de la U.A. de *G. index* afloran materiales en facies marinas en la Cuenca Surpirenaica central, que se han atribuido a la Biozona de *G. officinalis*. Por el momento esta biozona se ha atribuido al Eoceno superior al no encontrarse las especies que caracterizan el tránsito Eoceno-Oligoceno, como son *G. ampliapertura*, *T. gemma*, *P. naguewichensis* etc. y no poder situar exactamente el límite Eoceno-Oligoceno. Esta insuficiente datación deja abierta la posibilidad de que pueden existir sedimentos marinos de la parte más baja del Oligoceno inferior en la Cuenca Surpirenaica Central.

A partir de la parte media de la Biozona de *G. index* el contenido en foraminíferos planctónicos de la fracción mayor de 150 μm va disminuyendo hasta ser menos del 5% en la Biozona de *G. officinalis*. En la fracción por debajo de este tamaño son abundantes los especímenes del género *Streptochilus* sobre todo a partir de la parte media de la Biozona de *G. index*. Esta "explosión" de las formas biseriadas ha sido observada en otras áreas del Atlántico en la parte media del Eoceno superior (BOERSMA & PREMOLI SILVA, 1988).

Conclusiones

El Paleógeno marino del Pirineo meridional contiene foraminíferos planctónicos desde el límite Cretácico-Paleógeno hasta el Eoceno superior, lo que permite realizar una biozonación de carácter regional y correlacionable con las biozonaciones pretendidamente estándar.

Las asociaciones de foraminíferos planctónicos del Paleoceno del Pirineo son relativamente similares a las de las áreas de latitudes bajas; sin embargo, a partir de la Biozona de *Morozovella aequa* (tránsito Paleoceno - Eoceno), muchas de las especies de bajas latitudes están ausentes o son muy escasas. Esta situación se mantiene durante todo el Eoceno, con excepción de algunos intervalos, como sucede en la parte media del Eoceno medio.

La escala bioestratigráfica propuesta permite correlacionar a los sedimentos del Paleógeno del Pirineo con la escala cronoestratigráfica internacional. Los límites de los pisos estándar internacionales están aún en proceso de definición concreta. La correlación de nuestras biozonas con los pisos que actualmente acepta la Subcomisión de Estratigrafía del Paleógeno sería la siguiente: Daniense (Biozona de *Guembelitra cretacea*, Biozona de *Parvularugoglobigerina eugubina*, Biozona de *Subbotina pseudobulloides*, Biozona de *Acarinina trinidadensis* y Biozona de *Acarinina uncinata*). Selandiense (Biozona de *Morozovella angulata* y Biozona de *Igorina pusilla*), Thanetiense (Biozona de *Planorotalites pseudomenardii*), Ypresiense (Biozona de *Morozovella aequa*, Biozona de *Pseudohastigerina wilcoxensis*, Biozona de *Morozovella aragonensis*, Biozona de *Morozovella caucasica* y Biozona de *Subbotina frontosa* y parte inferior de la Biozona de *Truncorota-*

loides praetopilensis). Luteciense (parte superior de la Biozona de *Truncorotaloides praetopilensis*, Biozona de *Aragonella dumblei*, Biozona de *Igorina broedermanni*-*Globigerapsis index* y parte inferior de la Biozona de *Guembelitroides bigginsi*). Bartonense (parte superior de la Biozona de *Guembelitroides bigginsi* y la Biozona de *Truncorotaloides robri*) y Priabonense (Biozona de *Dentoglobigerina eocaena*, Biozona de *Porticulasphaera semiinvoluta*, Biozona de *Globigerapsis index* y Biozona de *Globigerina officinalis*). Por otra parte, el llerdiense (definido en el Pirineo) es un piso no aceptado aún como estándar internacional, pero de utilidad en la región del Tethys. En este piso están representadas las Biozonas de *Morozovella aequa* y de *Pseudohastigerina wilcoxensis*.

Conclusions

The marine Paleogene of the meridional Pyrenees contains planktic foraminifera from the Cretaceous-Paleogene boundary to the Late Eocene. It allows to establish a regional biozonation that can be correlated with the supposedly standard ones. The planktic foraminifera are not the panacea in biostratigraphy and the world wide "datum planes" lose their isochronism when they are tested by magnetostratigraphy. However, the problems of heterochronism are not significant at a regional scale and that is why we propose a biozonation mainly valid for the Pyrenees.

The planktic foraminifera assemblages of the Pyrenean Paleocene are relatively similar to those of the low latitudes; nevertheless, from the *Morozovella aequa* Biozone (Paleocene - Eocene boundary) onward, a lot of the species of low latitudes are absent or very rare. This situation remains during the whole Eocene except for some intervals in the Middle Eocene.

The proposed biostratigraphic scale allows to correlate the Pyrenean Paleogene sediments with the international chronostratigraphic scale. The boundaries of the international standard stages are still in the process of precise definition. The correlation of our biozones with the stages that the Subcommission on Paleogene Stratigraphy now accepts would be the following: Danian (*Guembelitria cretacea* Biozone, *Parvularugoglobigerina eugubina* Biozone, *Subbotina pseudobulloides* Biozone, *Acarinina trinidadensis* Biozone and *Acarinina uncinata* Biozone), Selandian (*Morozovella angulata* Biozone and *Igorina pusilla* Biozone), Thanetian (*Planorotalites pseudomenardii* Biozone), Ypresian (*Morozovella aequa* Biozone, *Pseudohastigerina wilcoxensis* Biozone, *Morozovella aragonensis* Biozone, *Morozovella caucasica* Biozone, *Subbotina frontosa* Biozone, and lower part of *Truncorotaloides praetopilensis* Biozone), Lutetian (upper part of *Truncorotaloides praetopilensis* Biozone, *Aragonella dumblei* Biozone, *Igorina broedermanni* - *Globigerapsis index* Biozone and lower part of *Guembelitroides bigginsi* Biozone), Bartonian (upper part of *Guembelitroides bigginsi* Biozone and *Truncorotaloides robri* Biozone) and Priabonian (*Dentoglobigerina eocaena*

Biozone, *Porticulasphaera semivoluta* Biozone, *Globigerapsis index* Biozone and *Globigerina officinalis* Biozone).

On the other hand, the Ilerdian (defined in the Pyrenees) is not accepted yet as an international standard stage, but it is very useful in the region of the Tethys. In the Ilerdian are represented the *Morozovella aequa* Biozone and the *Pseudohastigerina wilcoxensis* Biozone.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido subvencionado por el proyecto DGICYT núm PB88-0389-C02-01. Agradecemos especialmente a GEMMA KELLER (Universidad de Princeton), HANSPETER LUTERBACHER (Universidad de Tubinga) y XABIER ORUE-ETXEBARRIA (Universidad de Bilbao) por las observaciones realizadas a lo largo de la elaboración de este trabajo.

Referencias

- ALIMARINA, V.P. (1963): Some peculiarities in the development of planktonic foraminifers in connection with the zonal division of the Lower Paleogene in the Northern Caucasus. — *Voprosy Micropaleontologii*, 7: 158–195.
- APELLANIZ, E., LAMOLDA, M. & ORUE-ETXEBARRIA, X. (1983): Posición estratigráfica de las "calizas del Danes" País Vasco. — *Revista Española de Micropaleontología*, 15, 3: 447–455.
- BENJAMINI, CH. (1980): Planktonic foraminiferal biostratigraphy of the Avedat Group (Eocene) in the Northern Negev, Israel. — *J. Paleont.*, 54, 2: 325–358.
- BERGGREN, W. A. (1969): Paleogene biostratigraphy of planktonic foraminifera of Northern Europe. — *Proc. Intern. I Conf. Plank. Microfossils*: 121–160.
- (1971): Multiple phylogenetic zonation of the Cenozoic based on planktonic foraminifera. *Proc. Intern II Conf. Plank. Microfossils*: 41–56.
- BERGGREN, W. A. & MILLER, K. G. (1988): Paleogene tropical planktonic foraminiferal biostratigraphy and magnetobiochronology. — *Micropaleontology*, 34, 4: 362–380.
- BERGGREN, W. A., KENT, D. V. & FLYNN, J. J. (1985): Jurassic to Paleogene: Part 2, Paleogene geochronology and chronostratigraphy. — *Geol. Soc. London*, 10: 141–195.
- BIGG, P. J. (1982): Eocene planktonic foraminifera and calcareous nannoplankton from the southern Aquitaine basin, France. — *Revista Española de Micropaleontología*, 14: 367–400.
- BLOW, W. A. (1979): The Cainozoic globigerinida: a study of the morphology evolutionary relationships and the stratigraphical distribution of some globigerinacea. — E. J. Brill (eds.): 1–1413.
- BOERSMA, A. & PREMOLI SILVA, I. (1988): Boundary conditions of Atlantic Eocene Oxygen minimum zones. — *Riv. Ital. Paleont. Strat.*, 83, 4: 479–506.
- BOLLI, W. A. (1957a): The genera *Globigerina* and *Globorotalia* in the Paleocene-Eocene Lizard Springs Formation of Trinidad. B.W.I. — *U.S. Nat. Mus. Bull.*, 215: 155–172.
- (1957b): Planktonic Foraminifera from the Eocene Navet and San Fernando Formations of Trinidad. B.W.I. — *U.S. Nat. Mus. Bull.*, 215: 61–81.
- (1966): Zonation of Cretaceous to Pliocene marine sediments based on Planktonic foraminifera. — *Assoc. Venez. Geol. Miner. Petrol.*, 9, 1: 3–32.
- (1972): The genus *Globigerinatheka* Brönnimann. — *Journ. Foram. Research*, 2, 3: 109–136.
- BOLLI, H. M., SAUNDERS, J. B. & PERCH-NIELSEN, K. (eds.) (1985): Comparison of zonal schemes for different fossil groups. — *Plankton Stratigraphy*, Cambridge Earth Science Series: 3–16.

- CANUDO, J. I. (1985): Estudio micropaleontológico con énfasis bioestratigráfico por medio de foraminíferos del Eoceno en el sector de Jaca-Berdún (Huesca). — Resúmenes de memorias de Licenciatura, Zaragoza, 1984-85: 13-18.
- (1991): Posición Bioestratigráfica (Foraminíferos Planctónicos) del Illerdiense en la Cuenca Surpirenaica Central (area — tipo) y su situación respecto al límite Paleoceno-Eoceno. — Comunicaciones I Congreso del Grupo Español del Terciario: 63-66.
- (en prensa): Los foraminíferos planctónicos del Paleoceno-Eoceno en el Prepirineo meridional y su comparación con la Cordillera Bética. — Memorias del Museo de la Universidad de Zaragoza, 6.
- CANUDO, J. I., KELLER, G. & MOLINA, E. (1991): Cretaceous/Tertiary boundary extinction pattern and faunal turnover at Agost and Caravaca, S.E. Spain. — *Marine Micropaleontology* 17: 319-341.
- CANUDO, J. I. & MOLINA, E. (1988): Biocronología con foraminíferos planctónicos de la secuencia deposicional de Jaca (Pirineo aragonés): Eoceno medio y superior. — Actas II congreso geológico de España: 273-276.
- CANUDO, J. I., MOLINA, E., RIVELINE, J., SERRA-KIEL, J. & SUCUNZA, M. (1988): Événements biostratigraphiques pendant l'Eocène Moyen-Oligocène inférieur dans les Prépyrénées d'Aragon (Espagne). — *Revue de Micropaléontologie*, 31: 15-29.
- CANUDO, J. I., MOLINA, E. & SUCUNZA, M. (1989): Bioestratigrafía con Foraminíferos Planctónicos y Nannoplácton calcáreo de la sección de Campo (paraestratotipo del Illerdiense). — *Geogaceta*, 6: 81-84.
- CARO, Y., LUTERRACHER, H. P., PERCH-NIELSEN, K., PREMOLI SILVA, I., RIEDEL, W. R. & SANFILIPPO, A. (1975): Zonations à l'aide de microfossiles pélagiques du Paleocène supérieur et l'Eocène inférieur. *B.S.G.F.*, (7), 17, XVII, 2: 125-147.
- CAUS, E. (1974): Bioestratigrafía del Eoceno medio y superior del Prepirineo catalán (y la zona de tránsito de esta unidad y la cordillera prelitoral y la catalana). — *Revista Española de Micropaleontología*, 7, 2: 297-316.
- CAVELIER, C. & POMEROL, CH. (1996): Stratigraphy of the Paleogene. — *B.S.G.F.* (8), 2, 2: 273-276.
- CREMADES, J. (1982): Contribución al conocimiento de los foraminíferos planctónicos y al estudio bioestratigráfico del Eoceno y Oligoceno del sector oriental de las Cordilleras Béticas. — Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Granada: 1-331.
- DE RENZI, M. & MARQUEZ, L. (1984): Problemas taxonómicos en Micropaleontología: el caso de los foraminíferos planctónicos. — I Congreso español de Geología, 1: 483-496.
- FERRER, J. (1967): Le Paléocène et l'Eocène des Cordillères Côtières de la Catalogne (Espagne). *Eclogae Geologicae Helveticae*, 60, 2: 567-575.
- FERRER, J., LE CALVEZ, Y., LUTERRACHER, H. & PREMOLI-SILVA, I. (1973): Contribution à l'étude des Foraminifères illerdiens de la région de Tremp (Catalogne). — *Mém. Mus. Nat. Hist. Nat.*, sér. C, 29: 1-107.
- GONZALEZ DONOSO, J. M., LINARES, D. & SERRANO, F. (1986): Consideraciones sobre algunos problemas bioestratigráficos: Utilidad y utilización de los Foraminíferos planctónicos. — Memorias de las I Jornadas de Paleontología, Zaragoza: 131-142.
- HAGGAG, M. (1990): *Globigerina pseudoampliapertura* Zone, a new Late Eocene planktonic foraminiferal zone (Fayoum area, Egypt). — *N. Jb. Geol. Paläont. Mh.*, 1990, 5: 295-302.
- HERM, D. (1962): Mikropaläontologisch-stratigraphische Untersuchungen im Kreideflysch zwischen Deva und Zumaya (Prov. Guipuzcoa Nordspanien). — *Z. dt. geol. Ges.*, 115: 277-348.
- HERM, D., VON HILLEBRANDT, A. V. & PERCH-NIELSEN, C. (1981): Die Kreide/Tertiär-Grenze im Lattengebirge (Nördliche Kalkalpen) in mikropaläontologische Sicht. — *Geol. Bavarica*, 82: 319-344.
- HILLEBRANDT, A. VON (1965): Foraminiferen-Stratigraphie im Alttertiär von Zumaya (Provinz Guipuzcoa, NW-Spanien) und ein Vergleich mit anderen Tethys-Gebieten. — *Bayer Akad. wiss., Math.-Nat. Kl. Abh.*, n° F, 123: 1-62.

- HILLEBRANDT, A. VON (1976): Los foraminíferos planctónicos, nummulitidos y cocolitofóridos de la zona de *Globorotalia palmerae* del Cuisiense (Eoceno inferior) en el SE de España (Provincias de Murcia y Alicante). — *Revista Española de Micropaleontología*, 8, 3: 323-394.
- KELLER, G. (1988): Extinction, Survivorship and Evolution of Planktic Foraminifera across the Cretaceous-Tertiary Boundary at El Kef, Tunisia. — *Mar. Micropal.*, 13: 239-263.
- LAMOLDA, M. A., ORUE-ETXEBARRIA, X. & PROTO DECIMA, F. (1983): The Cretaceous-Tertiary boundary in Sopelana (Biscay, Basque Country). — *Zitteliana*, 10: 663-670.
- LEONOV, G. P. & ALIMARINA, V. P. (1961): Stratigraphy and planktonic foraminifera of the Cretaceous-Paleogene Transition Beds of the Central part of the North Caucasus. — *Coll. papers Geol. Facul. Univ. Moscow, Intern. Geol. Congr.* 21st: 29-60.
- LUTERBACHER, H. P. (1964): Studies in some *Globorotalia* from the Paleocene and Lower Eocene of the Central Apennines. — *Eclogae Geol. Helv.*, 57: 631-670.
- (1969): Remarques sur la position stratigraphique de la Formation d'Ager (Pyrénées méridionales). — *Mem. B.R.G.M.*, 69: 225-232.
- (1973): La sección-tipo del piso Ilerdiense. — 13º coloquio Europeo de Micropaleontología: 101-140.
- LUTERBACHER, H. P. & PREMOLI SILVA, I. (1964): Biostratigrafía del límite Cretáceo-Terciario nell' Apennino Centrale. — *Riv. Ital. Paleont.*, 70, 1: 67-128.
- MARTINEZ-DIAZ, C. (1971): Correlaciones bioestratigráficas del Eoceno de la Hoja de Aoiz (Navarra). — I Congreso hispano-luso-americano de Geología económica: 265-270.
- MOLINA, E. (1986): Excursión al Cretácico superior y Paleógeno del Prepirineo Oscense en el sector de Arguis. — *Memorias I Jornadas de Paleontología*, Zaragoza: 235-247.
- MOLINA, E., CANUDO, J. I., ORTIZ, N., SUCUNZA, M., SAMSO, J. M., SERRA-KIEL, J. & TOSQUELLA, J. (1989): Integrated Biostratigraphy of the Lower Eocene in Area of Ilerdian Stratotype (Central Southpyrenean Basin). — 28th International Geological Congress, 2: 449-450.
- MOLINA, E., MONACO, P., NOCCHI, M. & PARISI, G. (1986): Biostratigraphic correlation between the central subbetic (Spain) and Umbro-marchean (Italy) pelagic sequences at the Eocene/Oligocene boundary using foraminifera. — *Developments in Paleontology and Stratigraphy*, 9: 75-85.
- MOLINA, E., ORTIZ, N. & SERRA-KIEL, J. (1988): Implicaciones paleoecológicas de los foraminíferos en el Eoceno del Prepirineo Oscense (sector de Arguis). — *Revista Española de Paleontología*, 3: 45-57.
- ORUE-ETXEBARRIA, X. (1983-84): Los Foraminíferos planctónicos del Paleógeno del sinclinal de Bizkaia (corte de Sopelana-Punta de la Galea). Parte I y II. — *Kobie*, 13-14: 1-429.
- ORUE-ETXEBARRIA, X. & APELLANIZ, E. (1985): Estudio del Cuisiense-Luteciense en la costa vizcaína por medio de los foraminíferos planctónicos. — *Newsletter on Stratigraphy*, 15: 1-12.
- ORUE-ETXEBARRIA, X. & LAMOLDA, M. A. (1985): Caractéristiques paléobiogéographiques du Bassin Basco-Cantabrique pendant le Paléogène. — *Rev. de Micropal.*, 27, 4: 257-265.
- ORUE-ETXEBARRIA, X., LAMOLDA, M. A. & APELLANIZ, E. (1984a): Los Foraminíferos planctónicos del Paleoceno vizcaíno y su Bioestratigrafía. — *Revista Española de Micropaleontología*, 16: 59-74.
- (1984b): Bioestratigrafía del Eoceno vizcaíno por medio de foraminíferos planctónicos. — *Revista Española de Micropaleontología*, 16: 241-263.
- PERCIVAL, S. F. & JR., FISHER, A. G. (1977): Changes in calcareous nannofossils in the Cretaceous-Tertiary biotic crisis at Zumaya, Spain. — *Evol. Theory*, 2: 1-35.
- PREMOLI SILVA, I. & BOLLI, H. M. (1973): Late Cretaceous to Eocene planktonic foraminifera and stratigraphy of Leg 15, sites in the Caribbean Sea. — *Initial Repts DSDP*, 15: 449-547.
- PREMOLI SILVA, I. & BOERSMA, A. (1988): Atlantic Eocene planktonic foraminiferal biogeography and paleohydrographic indicators. — *Paleogeogr., Paleoclimatol., Paleocool.*, 14: 357-371.
- PROTO DECIMA, F. & BOLLI, H. M. (1970): Evolution and variability of *Orbulinoides beckmanni* SAITO. — *Eclogae Geol. Helv.*, 63, 3: 883-905.

- SAMSO, J.M., TOSQUELLA, J. & SERRA KIEL, J. (1990): Los géneros *Alveolina* y *Nummulites* (Macroforaminíferos) del Ilerdiense Medio-Cuisiense medio en la Cuenca de Graus, Huesca, I: Sistemática de *Alveolina*. — Boletín Geológico y Minero, 101, 2: 219-252.
- SAMUEL, O. & SALAJ, J. (1968): Microbiostratigraphy and Foraminifera of the Slovak Carpatian Paleogene. — Bratislava, Geologický ústav Dionýza Stura: 1-236.
- SMIT, J. (1982): Extinction and Evolution of planktonic foraminifera after a major impact at the Cretaceous/Tertiary boundary. — Geol. Soc. Am. Special Paper, 190, 329-352.
- STAINFORD, R.M., LAMB, J.L., LUTERBACHER, H., BEARD, J.H. & JEFFORDS, R. (1975): Cenozoic planktonic foraminifera zonation and characteristics of index forms. — University of Kansas Paleontological Contributions, 62: 1-425.
- SUBBOTINA, N.N. (1953): Fossil Foraminifera of the USSR, Globigerinidae, Hantkeninidae and Globorotalidae. — VNGRI Mikrof. SSSR, trudy, 76: -296 (en ruso). Traducido al inglés en Sci. and Tech. Collect. (1971): 1-320.
- TOUMARKINE, M. & BOLLI, H.M. (1970): Evolution de *Globorotalia cerroazulensis* Cole dans l'Eocene Moyen et Supérieur de Possagno (Italie). — Rev. Micropal. 13, 3: 131-145.
- TOUMARKINE, M. & LUTERBACHER, H.P. (1985): Paleocene and Eocene planktonic Foraminifera. — In Bolli, H.M., Saunders, J.B. y Perch-Nielsen, K. d., eds., Plankton Stratigraphy. — Cambridge: Cambridge University Press: 87-154.
- WEAVER, P.P.E. & BERGSTEN, H. (1991): Assessing the Accuracy of Fossil Datum Levels: *Globorotalia margaritae* Foraminiferida, a Pliocene Test Case. — J. micropaleontology, 9, 2: 225-232.

Revidiertes Manuskript bei der Tübinger Schriftleitung eingegangen am 22. Januar 1992.

Dirección de los autores:

Dr. JOSE I. CANUDO y Prof. Dr. EUSTOQUIO MOLINA, Universidad de Zaragoza, Departamento de Geología (Paleontología), Facultad de Ciencias, E-50009-Zaragoza, Spanien