

Cuad. Geol.	8-9	p. 225-240	5 figs. y 2 láms.	Universidad de Granada 1977 - 1978
-------------	-----	------------	-------------------	---------------------------------------

**EL CORTE DEL NAVAZUELO (CORDILLERAS BÉTICAS, PROVINCIA DE GRANADA).
POSIBLE HIPOESTRATOTIPO DEL LIMITE OLIGOCENO/MIOCENO.**

J.M. GONZALEZ DONOSO* y E. MOLINA**

RESUMEN:

El corte del Navazuelo permite estudiar una serie marina continua, con abundantes foraminíferos planctónicos, que abarca desde la zona de *G. sellii*, subzona de *G. angiporoides*, hasta la zona de *G. primordius*, subzona de *G. trilobus*. En consecuencia, este corte podría constituir un buen hipoestratotipo (eventualmente, holoestratotipo) del límite Oligoceno/Mioceno.

Se establece, además una biozonación para estos materiales, que se ha comprobado en distintos puntos de las Cordilleras Béticas y se estudia el problema del límite Oligoceno/Mioceno, llegándose a la conclusión de que lo más adecuado es hacerlo coincidir con el biohorizonte de primera aparición de *Globigerinoides primordius*.

ABSTRACT:

The Navazuelo allows to study a continuous marine section which extend from *G. sellii* zone, *G. angiporoides* subzone to *G. primordius* zone, *G. trilobus* subzone; this section is very rich in planktonic foraminifera. As a consequence it could be used as a hypostratotype (eventually the holostratotype) of the Oligocene/Miocene boundary.

We establish a biozonation for these materials, that has been checked in different points of the Betic Cordilleras. We also study the problem of the Oligocene/Miocene boundary, reaching the conclusion that the best thing is to make it coincide with the biohorizon of first appearance of *Globigerinoides primordius*.

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

**Departamento de Paleontología. Facultad de Ciencias. Universidad, C.S.I.C. Granada. España.

1. INTRODUCCION

Las unidades cronoestratigráficas actualmente en uso, adolecen de numerosos problemas, que pueden sintetizarse en dos fundamentales: establecer sus límites y poner de manifiesto tales límites a la escala mundial.

En lo que se refiere al primero, es obvio que dos unidades cronoestratigráficas sucesivas han de tener un límite común, dado que cada unidad cronoestratigráfica es el conjunto de materiales depositados durante un intervalo de tiempo concreto, el de la correspondiente unidad geocronológica.

Pero, en la mayor parte de los casos, los estratotipos de unidades cronoestratigráficas sucesivas no cumplen tal requisito; los intervalos de tiempo en que se depositaron los materiales que los integran, o se solapan parcialmente, o dejan huecos entre si (de extensión insuficiente, casi siempre, para justificar la creación de una nueva unidad).

Surge así la necesidad del estratotipo de límite (boundary-stratotype) que puede localizarse en un área geográficamente diferente de aquellas en que se enclavan los estratotipos de las unidades cronoestratigráficas que delimita (Hedberg, ed., 1976, p.83-86).

Si, además, los estratotipos de límites se escogen de manera que coincidan con biohorizontes fácilmente identificables y reconocibles a la escala mundial, el segundo problema aludido, esto es, el de reconocer los límites de las unidades cronoestratigráficas, queda en parte paliado (dejando aparte, por supuesto, los problemas de la no estricta isocronidad de los biohorizontes y de la no existencia de organismos presentes en todos los materiales depositados durante un intervalo de tiempo).

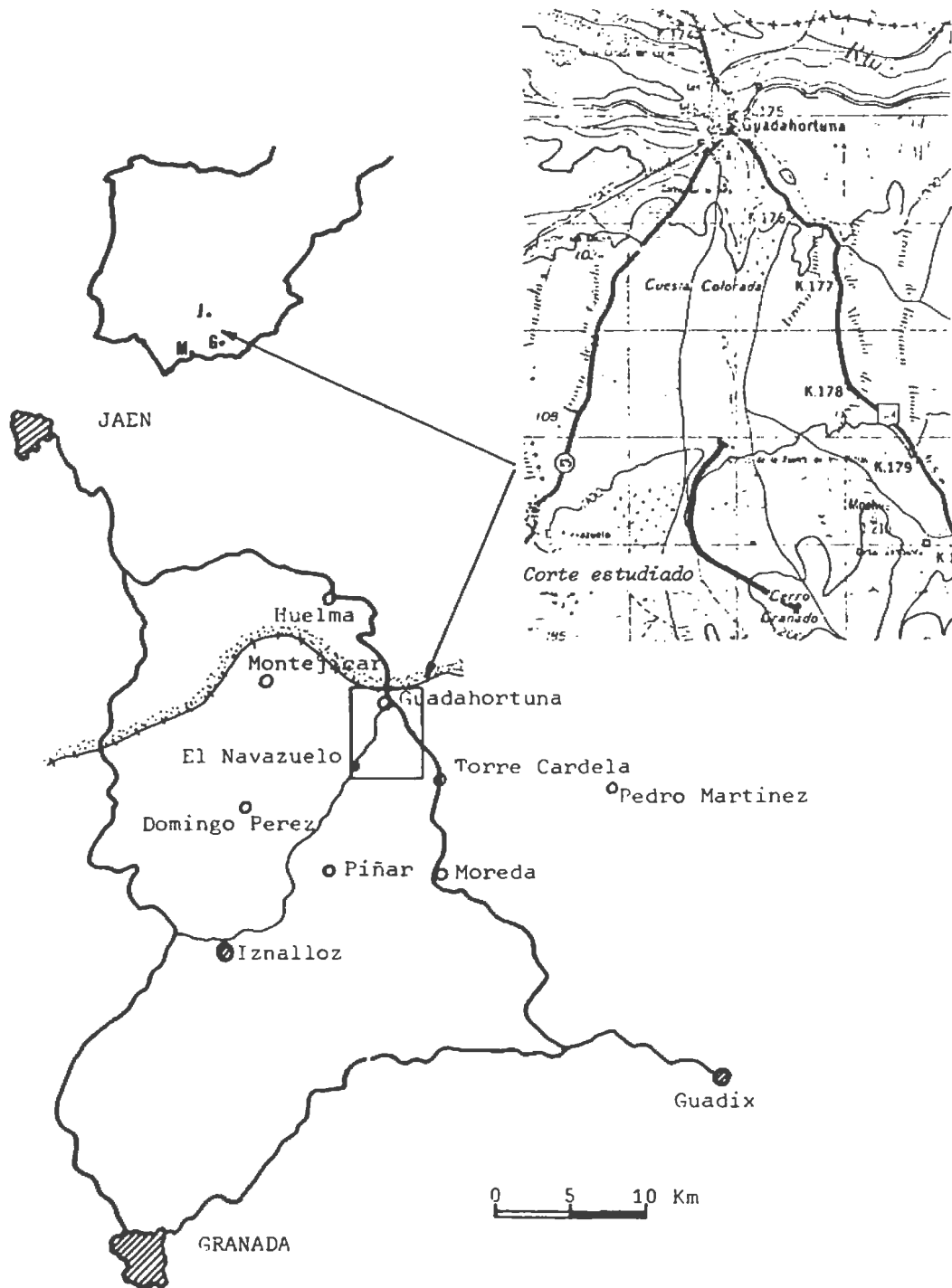
Actualmente, el "Working Group on the Paleogene/Neogene Boundary, I.U.G.S.-Commission on Stratigraphy" (Chairman Prof. F. Steininger) trata de definir un estratotipo de límite para el tránsito Paleógeno/Neógeno. De todos los cortes de las Cordilleras Béticas que permiten estudiar dicho tránsito, el del Navazuelo -objeto de esta nota- es el que presenta mejores características: buenas condiciones de observación, serie potente y continua, muy rica en foraminíferos planctónicos y que abarca casi todo el intervalo N.1 (=P.20)/N.4 de la zonación de Blow (1969). Pensamos, por ello, que este corte puede constituir un buen hipoestratotipo del límite Paleógeno/Neógeno (o, incluso, el holoestratotipo, si no se encuentran cortes más ventajosos).

Un segundo aspecto, también incluido en este trabajo, es el de proponer una biozonación, basada en foraminíferos planctónicos, de los materiales infra y suprayacentes a este límite.

2. SITUACION GEOGRAFICA Y GEOLOGICA

El corte del Navazuelo está situado en el N. de la Provincia de Granada, término Municipal de Guadahortuna, hoja 20-39 (970), Huelma, del Mapa Militar de España 1:50.000.

La serie estudiada aflora 2 kms. al E. del Cortijo "El Navazuelo", a lo largo del Arroyo Pi-
letas, entre el Cortijo de Fuente de los Potros y el Cerro Granada (cota 1240).



OLIGOCENO		MIOCENO			EDAD	
G. sellii	Globigerina anguliatuturalis	Globigerinoides primordius			ZONAS	
G. angiporoides	G. G. ampliapertura	G. (T.) o. opima	G. (T.) semivera	G. cf. trilobus s.l.	SUBZONAS	
0	50	100	150	200	250	POTENCIA (METROS)
					MUESTRAS (LEVIGADOS)	
						Globorotalia (T.) acrostoma WEZEL Globorotalia (T.) increbescens (BANDY) Globorotalia (T.) kugleri BOLLI Globorotalia (T.) mendacis BLOW Globorotalia (T.) obesa BOLLI Globorotalia (T.) opima opima BOLLI Globorotalia (T.) opima nana BOLLI Globorotalia (T.) permicra BLOW y BANNER Globorotalia (T.) pseudocontinua JENKINS Globorotalia (T.) pseudokugleri BLOW Globorotalia (T.) semivera (HORNIBROOK) Globorotalia (T.) siakensis (LE ROY) Globigerina ampliapertura BOLLI Globigerina angiporoides HORNIBROOK Globigerina anguliatuturalis BOLLI Globigerina cf. binaiensis KOCH Globigerinita uvula (EHRENBERG) Globigerina corpulenta SUBBOTINA Globigerina euapertura JENKINS Globigerina galavisi BERMUDEZ Globigerina gortanii gortanii (BORSETTI) Globigerina officinalis SUBBOTINA Globigerina ouachitaensis ouachitaensis HOWE y WALLACE Globigerina ouachitaensis gnaucki BLOW y BANNER Globigerina ouachitaensis ciperoensis BOLLI Globigerina ouachitaensis fariasi BERMUDEZ Globigerina praebulloides praebulloides BLOW Globigerina praebulloides leroyi BLOW y BANNER Globigerina praebulloides occlusa BLOW y BANNER Globigerina sellii (BORSETTI) Globigerina tapuriensis BLOW y BANNER Globigerina tripartita KOCH Globigerina venezuelana HEDBERG Catapsydrax dissimilis dissimilis (CUSHMAN y BERMUDEZ) Catapsydrax dissimilis ciperoensis BLOW y BANNER Catapsydrax unicavus BOLLI, LOEBLICH y TAPPAN. Globigerinita incrusta AKERS Globigerinoides primordius BLOW y BANNER Globigerinoides cf. primordius BLOW y BANNER Globigerinoides trilobus trilobus (REUSS) Globigerinoides trilobus immaturus LE ROY Globoquadrina globularis BERMUDEZ Globoquadrina cf. altispira globosa BOLLI Globoquadrina dehiacens (CHAPMAN, FARR y COLLINS) Globoquadrina praedeheiscens BLOW y BANNER Globorotaloides euteri BOLLI Chiloquembellina cubensis (PALMER) Cassigerinella chipolensis (CUSHMAN y PONTON) Protentella sp.

EL CORTE DEL NAVAZUELO POSIBLE HIPOESTRATOTIPO

Las coordenadas U.T.M. de los dos puntos que delimitan el corte son las siguientes:

Cortijo de Fuente de los Potros: 30SVG649539
Cerro Granado: 30SVG655526

El mejor acceso al corte es el camino que parte del km. 176 de la Carretera Nacional 324 (Córdoba a Almería por Jaén) y conduce al Cortijo de Fuente de los Potros.

Geológicamente, el corte del Navazuelo se sitúa en las Cordilleras Béticas, Zona Subbética, y está enclavado en la cuenca terciaria que se extiende al N. de Sierra Arana.

3. LITOLOGÍA

La serie presenta un buzamiento general de unos 20° hacia el Sur. La potencia total de la parte expuesta es cercana a 250 m.

Litológicamente es poco variada desde la base hasta el techo, constituyéndola una alternancia rítmica de calcarenitas y margas, con predominio de unos u otros términos en los distintos sectores de la serie (ver gráfico 3).

La mayoría de los estratos calcareníticos presentan una laminación paralela difusa y un aspecto masivo. Pero a veces aparecen estructuras sedimentarias de ordenamiento interno, tales como estratificación graduada, laminación paralela y "current-ripples". Incluso, en estos mismos estratos, se pueden observar estructuras de corrientes, estructuras orgánicas y estructuras de carga.

Todo esto indica que los estratos calcareníticos han sido formados por corrientes de turbidez; al tratarse de un depósito turbidítico precedente a una fase orogénica, podemos hablar -en este caso- de una facies flysch.

Para evitar el riesgo de remoción, propio de tal tipo de depósitos, hemos tomado las muestras para el estudio de la microfauna planctónica en el techo de los intervalos margosos, esto es, en la parte autóctona del depósito. No obstante, también hemos recogido algunas muestras en la parte inferior de los intervalos margosos, comprobándose así que la remoción es prácticamente inexistente en la misma.

Desde el muro al techo de la serie, se pueden diferenciar los siguientes términos:

- a) 20 m. de materiales predominantemente margosos, de color gris oscuro, pertenecientes a la biozona de *Globigerina sellii*.
- b) 60 m. de alternancia rítmica de calcarenitas y margas; la mayor parte de estos materiales corresponden a la zona de *Globigerina angulisuturalis*; hacia la cima de este término, la serie se hace más caliza y se localiza el límite con la zona de *Globigerinoides primordius*.
- c) 70 m. de materiales predominantemente calizos, pero con niveles margosos intercalados, que permiten atribuirlos también a la zona de *Globigerinoides primordius*.
- d) 45 m. de alternancia de materiales calcareníticos con otros margosos, bien desarrollados y también pertenecientes a la zona de *Globigerinoides primordius*.
- e) coronando la serie, en Cerro Granado, 50 m. de facies flysch muy rítmica, con gran desarrollo de laminación paralela y "convolute bedding". La fracción arena es muy abundante y en los intervalos margosos, de tonos claros, se aprecia un gran empobrecimiento de la microfauna.

4. BIOESTRATIGRAFIA

La abundancia de foraminíferos planctónicos a lo largo de casi todo el corte, permite establecer una biozonación por medio de los mismos, biozonación que se ha podido contrastar en otros cortes de las Cordilleras Béticas, revelándose válida.

Se han diferenciado tres biozonas de intervalo, limitadas por biohorizontes de primera aparición (B.P.A.) de organismos fáciles de reconocer y repetidas veces citados a la escala mundial. La correlación de estas biozonas con las establecidas en otros puntos es, por estas razones, fácil en general.

Las tres biozonas se han subdividido, a su vez, en subzonas, por medio de biohorizontes de extinción -biohorizontes de última aparición, B.U.A.- o de primera aparición, en este último caso, de organismos menos utilizados como índices zonales a la escala mundial, de acuerdo con los datos existentes en la bibliografía. Estas subzonas tienen valor regional pues son también reconocibles en otros sectores de las Cordilleras Béticas, pero su correlación a gran distancia es más problemática.

ZONA DE GLOBIGERINA SELLII

Denominación correcta: biozona de intervalo de *Globigerina sellii* (B.P.A.)/*Globigerina angulisuturalis* (B.P.A.).

Intervalo comprendido entre la aparición de *G. sellii* y la aparición de *G. angulisuturalis*.

La serie del Navazuelo comienza cerca de la mitad de esta zona, por encima del nivel de extinción de las pequeñas *Pseudohastigerina*, biohorizonte apropiado para delimitar la subzona inferior de la zona de *G. sellii*.

Subzona de *Globigerina angiporoides*

Denominación correcta: subzona de intervalo de *Pseudohastigerina barbadoensis* (B.U.A.)/*Globigerina angiporoides* (B.U.A.).

Intervalo comprendido entre la desaparición de *P. barbadoensis* y la desaparición de *G. angiporoides*.

Subzona de *Globigerina ampliapertura*

Denominación correcta: subzona de intervalo de *G. angiporoides* (B.U.A.)/*Globigerina angulisuturalis* (B.P.A.).

Intervalo comprendido entre la desaparición de *G. angiporoides* y la aparición de *G. angulisuturalis*. En nuestros materiales, el B.P.A. de *G. angulisuturalis* coincide con el B.U.A. de *G. ampliapertura*.

ZONA DE GLOBIGERINA ANGULISUTURALIS

Denominación correcta: biozona de intervalo de *Globigerina angulisuturalis* (B.P.A.)/*Globigerinoides primordius* (B.P.A.).

Intervalo comprendido entre la aparición de *G. angulisuturalis* y la aparición de *G. primordius*.

EL CORTE DEL NAVAZUELO POSIBLE HIPOESTRATOTIPO

Subzona de Globorotalia (Turborotalia) opima opima

Denominación correcta: subzona de intervalo de *Globigerina angulisuturalis* (B.P.A.)/*Globorotalia (Turborotalia) opima opima* (B.U.A.).

Intervalo comprendido entre la aparición de *G. angulisuturalis* y la desaparición de *G. opima opima*.

Subzona de Globigerina ouachitaensis fariasi

Denominación correcta: subzona de intervalo de *Globorotalia (Turborotalia) opima opima* (B.U.A.)/*Globigerinoides primordius* (B.P.A.).

Intervalo comprendido entre la desaparición de *G. opima opima* y la aparición de *G. primordius*; *G.o. fariasi* tiene una distribución algo más amplia, pero es especialmente frecuente en esta subzona.

ZONA DE GLOBIGERINOIDES PRIMORDIUS

Denominación correcta: biozona de intervalo de *Globigerinoides primordius* (B.P.A.)/*Globigerinoides altiaperturae* (B.P.A.).

Intervalo comprendido entre la aparición de *G. primordius* y la aparición de *G. altiaperturae*.

En la serie de Navazuelo, las primeras formas de *G. primordius*, con abertura secundaria pequeña, casi indistinguibles de *Globigerina*, evolucionan rápidamente a formas con abertura secundaria relativamente grande y, casi inmediatamente, a otras con más de una abertura secundaria (*G. cf. primordius*).

Subzona de Globigerinoides primordius

Denominación correcta: subzona de intervalo de *Globigerinoides primordius* (B.P.A.)/*Globorotalia (Turborotalia) semivera* (B.P.A.).

Intervalo comprendido entre la aparición de *G. primordius* y la aparición de *G. semivera*.

Subzona de Globorotalia (Turborotalia) semivera

Denominación correcta: subzona de intervalo de *Globorotalia (Turborotalia) semivera* (B.P.A.)/*Globigerinoides trilobus s.l.* (B.P.A.).

Intervalo comprendido entre la aparición de *G. semivera* y la aparición de *G. trilobus s.l.* Aunque el biohorizonte de *G. semivera* es un B.P.A., hemos considerado este intervalo como subzona, dado que la especie en cuestión ha sido poco citada en la bibliografía.

Subzona de Globigerinoides trilobus s.l.

Denominación correcta: subzona de intervalo de *G. trilobus s.l.* (B.P.A.)/*G. altiaperturae* (B.P.A.).

Intervalo comprendido entre la aparición de *G. trilobus s.l.* y la aparición de *G. altiaperturae*.

urus. Bajo la denominación *G. trilobus s.l.*, incluimos *G. trilobus* y *G. trilobus immaturus*. Aunque el biohorizonte de *G. trilobus s.l.* es un B.P.A., hemos considerado este intervalo como subzona, en función de las divergencias existentes en cuanto a la localización del biohorizonte en cuestión.

Al tratar de correlacionar nuestra biozonación con otras de las propuestas en los últimos años, surgen tres problemas fundamentales (dejando aparte problemas menores, que trataremos en la discusión de cada una).

a) Varios autores utilizan el B.P.A. de *G. opima opima*, situándolo en niveles relativamente recientes, posteriores al B.U.A. de *P. barbadoensis*.

Pero este biohorizonte es, aparte de más antiguo en nuestros materiales, difícil de utilizar (véase también Blow, 1969, p.217-218).

b) Los B.P.A. y B.U.A. de *G. kugleri*, usados en varias biozonaciones, no son utilizables en nuestros materiales (y en Europa en general) pues *G. kugleri* es una forma poco abundante y que sólo se encuentra esporádicamente.

En general se indica que el B.P.A. de *G. kugleri* es ligeramente anterior al B.P.A. de *G. primordius*. La correlación por tanto, aunque aproximada, es posible.

El B.U.A. de *G. kugleri* presenta mayores dificultades, puesto que existe un desacuerdo casi total respecto a su relación con los B.U.A. de *G. trilobus s.l.* y *G. altiapertura* (e incluso en lo que se refiere a las relaciones mutuas de ambos biohorizontes) como queda reflejado en la fig. 3.

<p>Bolli (1957)</p> <p>↑↑ ↓ <i>kugleri</i>, <i>t. altiapertura</i>, <i>t. triloba</i></p> <p>↑ <i>t. immatura</i></p>	<p>Blow (1969)</p> <p>↑ <i>q. trilobus</i></p> <p>↑ <i>q. altiapertura</i></p> <p>▽ <i>kugleri</i></p>
<p>Bizon y Bizon (1972)</p> <p>↑↑ ↓ <i>kugleri</i>, <i>altiapertura</i>, <i>trilobus</i></p>	<p>↑ <i>q. quadrilobatus</i></p> <p>↑ <i>q. innoturus</i></p>
<p>Stainforth et al. (1975)</p> <p>↑ <i>q. triloba</i></p> <p>↑ ↓ <i>kugleri</i>, <i>q. altiapertura</i></p>	<p>Postuma (1971)</p> <p>▽ <i>kugleri</i></p> <p>↑ <i>altiapertura</i></p> <p>↑↑ <i>trilobus</i>, <i>immaturus</i></p>

En resumen, el B.U.A. de *G. kugleri* puede ser anterior o posterior al B.P.A. de *G. altiapertura* y posterior al de *G. trilobus*. En los casos en que se utiliza este biohorizonte hemos optado, por tanto, por establecer la correlación mediante una línea oblicua.

EL CORTE DEL NAVAZUELO POSIBLE HIPOESTRATOTIPO

c) En fin, tenemos por último el problema de la relación entre los B.P.A. de *G. trilobus s.l.* y *G. altiapertura*.

En el corte del Navazuelo, el empobrecimiento de la microfauna planctónica en los niveles más altos no permite poner de manifiesto el B.P.A. de *G. altiapertura*, pero en otros cortes de las Cordilleras Béticas hemos podido observar que el B.P.A. de *G. trilobus s.l.* es anterior al de *G. altiapertura*. Por otra parte, la aparición de *G. trilobus trilobus* es prácticamente simultánea con la de *G. trilobus immaturus*.

Un examen de las relaciones mutuas entre estos B.P.A. según los datos suministrados por diversos autores (fig. 3) muestra discrepancias generalizadas.

Esto puede deberse a diferencias en el concepto de las distintas especies o subespecies, a razones ecológicas o a problemas de migraciones.

La biozonación de Bolli, 1966, basada en otra anterior del mismo autor (1957) con algunas modificaciones, presenta algunos problemas de correlación.

La biozona de *G. ampliapertura* tiene como base el B.U.A. de *H. micra*. Tal biohorizonte se localiza a finales del Eoceno en el dominio mediterráneo (Bizon y Bizon, 1972; Martínez Gallego y Molina, 1975) pero en el área tropical es más reciente. Dado que, según Blow (1969) el B.U.A. de *P. micra* es sólo un poco anterior al B.U.A. de *P. barbadoensis* y que esta última especie fué descrita con posterioridad al trabajo de Bolli (1966), parece razonable pensar que el biohorizonte utilizado por Bolli es aproximadamente (si no estrictamente) correlacionable al de *P. barbadoensis*.

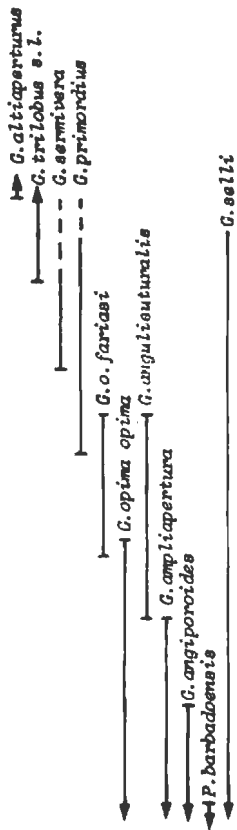
Por otra parte, la biozonación de Bolli (1966) utiliza también el B.P.A. de *G. opima opima*, y los B.P.A. y B.U.A. de *G. kugleri*, con los consiguientes problemas anteriormente expuestos.

Cati et al. (1968) propusieron una biozonación para el Neógeno de la área mediterránea. Definieron una zona de *G. dissimilis*, con una subzona inferior de *G. primordius*, que sería el intervalo comprendido entre la aparición del indicador subzonal y la aparición concomitante de *G. trilobus s.l.* y *G. altiapertura*. Ahora bien, ambas especies no aparecen en el mismo nivel, como hemos visto; si interpretamos el término "aparición concomitante" como primer nivel en que ambas especies coexisten, la subzona de Cati et al. sería estrictamente correlacionable a nuestra zona homónima.

La biozonación de Blow (1969) es fácil de correlacionar con la aquí propuesta. Las zonas N.1, N.2, N.3 y la base de la N.4 son estrictamente equiparables a las nuestras y sólo existe el problema de que Blow indicó que el B.U.A. de *G. angiporoides* es anterior al de *P. barbadoensis*, en contra de lo que se observa en nuestros materiales (véase también Berggren y Amdurer, 1973). El techo de la zona N.4 sí presenta problemas, pues Blow utilizó el B.U.A. de *G. kugleri*.

La biozonación de Postuma (1971) es en buena parte correlacionable con la nuestra; sólo existe el problema de que utilizó el B.P.A. de *G. kugleri*, indicando que el B.P.A. de *G. primordius* es anterior o simultáneo (chart 3).

La biozonación de Nicora (1971) sólo distingue dos biozonas para el intervalo aquí estudiado. La zona 1, aunque no tiene una base definida, comprende toda la extensión de *G. dissimilis*, *G. tripartita*, etc., por lo que debe abarcar, al menos, nuestras biozonas de *G. sellii* (parte superior) y *G. angulicuturalis*. Por otra parte, dado que los límites entre las biozonas 1-2 y 2-3 son los B.P.A. de *G. primordius* y *G. trilobus*, respectivamente, no hay problemas de correlación, salvo que Nicora (p.198) indicó que la aparición de *G. altiapertura* tiene lugar hacia la mitad de la zona 2, esto es, antes del B.P.A. de *G. trilobus*.



Biozonación propuesta en este trabajo

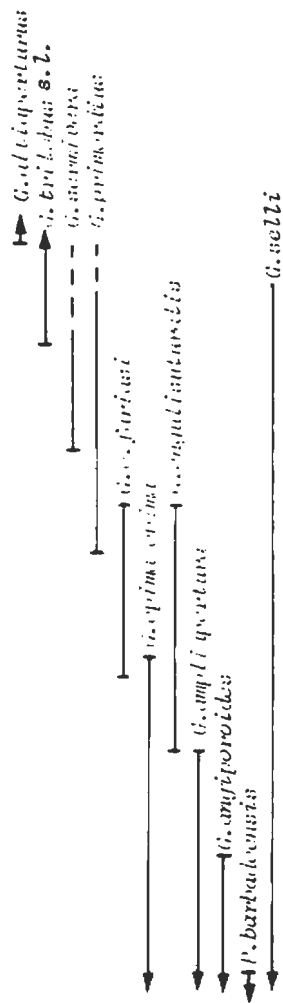
Bolli (1957, 1966)

Cati et al. (1968)

Blow (1969)

Postuma (1971)

Zonas	Subzonas					
<i>G. primordius</i>	<i>G. trilobus</i> s.l.	<i>C. dissimilis</i>	<i>G. dissimilis</i>	<i>G. primordius</i>	N. 5	<i>G. trilobus</i>
	<i>G. semivera</i>				N. 4	
	<i>G. primordius</i>	<i>G. kugleri</i>		<i>G. q. primordius</i> <i>G. (T.) kugleri</i>		<i>G. kugleri</i>
<i>G. angulisuturalis</i>	<i>G. o. fariasi</i>	<i>G. o. oiperoensis</i>			N. 3 (=P. 22)	<i>G. angulisuturalis</i>
	<i>G. opima opima</i>	<i>G. opima opima</i>			N. 2 (=P. 21) <i>G. angulisuturalis</i> / <i>G. (T.) opima opima</i>	
<i>G. selli</i> (parte superior)	<i>G. ampliapertura</i>	<i>G. ampliapertura</i>			N. 1 (=P. 20)	<i>G. ampliapertura</i>
	<i>G. angiporooides</i>				<i>G. ampliapertura</i>	



Biozonación propuesta en este trabajo

Nicora (1971)

Bizon y Bizon (1972)

Stainforth et al. (1975)

Zonas	Subzonas			
<i>G. primordius</i>	<i>G. trilobus s.l.</i>	Zona 3		<i>C. dissimilis</i>
	<i>G. semivera</i>	Zona 2	<i>G. primordius</i>	<i>G. kugleri</i>
	<i>G. primordius</i>			
<i>G. angulituralis</i>	<i>G. o. fariasi</i>	Zona 1	<i>G. kugleri</i> ----- <i>G. ciperensis</i> / <i>G. rohri</i>	<i>G. ciperensis</i>
	<i>G. opima opima</i>			<i>G. opima opima</i>
<i>G. selli</i> (parte superior)	<i>G. ampliapertura</i>	Zona 1	<i>G. opima opima</i> ----- <i>G. selli</i>	<i>G. opima opima</i>
	<i>G. angiporoideas</i>			<i>G. ampliapertura</i>

Bizon y Bizon (1972) propusieron una biozonación para el dominio mediterráneo; aunque no dieron una definición de las distintas biozonas se puede interpretar la extensión de las mismas, en función del cuadro de distribución.

La biozona de *G. opima opima* plantea el problema ya anteriormente citado: de acuerdo con el cuadro, su B.P.A. sería sincrónico con el de *G. angulisuturalis*. La biozona de *G. kugleri* tiene un sentido distinto al que le dió Bolli (1957, 1966), pues se extiende desde el B.P.A. del indicador zonal al B.P.A. de *G. primordius*. La biozona de *G. primordius* podría ser estrictamente equivalente a la nuestra, dado que la siguiente (*G. dissimilis/G. altiapertura*) parece ser el intervalo comprendido entre el B.P.A. del segundo y el B.U.A. del primero, pero queda una cierta duda en función de que en el cuadro de distribución indicaron la aparición simultánea de *G. trilobus* y *G. altiapertura*.

Martínez Gallego (1974) diferenció dos zonas de *G. sellii* y *G. angulisuturalis*, estrictamente correlacionables con las nuestras, pues los indicadores zonales utilizados son los mismos.

La biozonación de Stainforth et al. (1975) presenta, en su parte inferior, los mismos problemas de correlación que la de Bolli (1966). Se utiliza el B.U.A. de *P. micra*, y en la fig. 15 se indica "*Pseudohastigerina*, especially *P. micra*" y en la pág. 77 "Level of extinction of species of *Pseudohastigerina*", aunque no se hace referencia a *P. barbadoensis* o *P. nagewichiensis*. Por otra parte, se utiliza el B.P.A. de *G. opima opima* (que en este caso se indica como ligeramente anterior al B.P.A. de *G. angulisuturalis*). En fin, otro problema de correlación viene determinado por el B.U.A. de *G. kugleri*, pues Stainforth et al. (fig. 16) indican que es simultáneo con el B.P.A. de *G. altiapertura* y ambos anteriores al B.P.A. de *G. quadrilobatus trilobus*.

5. CRONOESTRATIGRAFIA

El problema del límite Oligoceno/Mioceno es fundamental a la hora de establecer la correlación de la escala bioestratigráfica aquí propuesta con la escala cronoestratigráfica.

Este problema, a su vez, involucra diversos aspectos que trataremos de la forma más resumida posible, puesto que la literatura existente al respecto es muy abundante y, frecuentemente, reiterativa. Esto supondrá la omisión de algunas citas bibliográficas y de las opiniones -incluso recientes- de algunos autores.

El desarrollo histórico del concepto del Oligoceno y de los distintos pisos que incluye, es extremadamente complejo; en los últimos años se han publicado varias síntesis sobre estos aspectos (vg. Berggren, 1971; Carloni y Selli, 1971). El Aquitaniense ha sufrido también vaivenes, tanto en lo que se refiere a su posición estratigráfica como a sus límites; unos autores lo han incluido en el Oligoceno y otros (los más) en el Mioceno.

a) Utilizando la biozonación de Blow (1969), el estratotipo del Chattense, piso considerado por muchos autores como el último del Oligoceno, termina hacia el final de la zona N-1 (Berggren, 1969) o hacia el principio de la misma (Blow, 1969) no coincidiendo su cima con ningún biohorizonte característico.

b) La base del estratotipo del Aquitaniense, designado por Dollfus (1909, *vide* Vigneaux y Marks, 1971) pertenece a la zona N-4 pero no exactamente a la base de la misma, como ha sido puesto de manifiesto por varios autores.

Así, Jenkins (1966), en su estudio de dicho estratotipo, indicó la existencia (en sólo una muestra, y no basal) de *G. cf. G. primordius*, interpretándolo como una forma intermedia entre *G. primordius* y *G. altiapertura*. Anglada (1971, 1972) indicó también que se trata de

EL CORTE DEL NAVAZUELO POSIBLE .IPOESTRATOTIPO

formas evolucionadas de *G. primordius*, pero que serían intermedios entre esta especie y *G. quadrilobatus*.

El problema radica, en sentido análogo al caso anterior, en que la base del estratotipo del Aquitaniense tampoco parece coincidir con ningún biohorizonte correlacionable a la escala mundial.

c) El intervalo Chattiense estratotípico-Aquitaniense estratotípico (esto es, en términos bioestratigráficos, las zonas N-1 (parte), N-2, N-3 y N-4 (parte)) ha sido interpretado de diversas maneras, como queda referido en Berggren (1971), Carloni y Selli (1971) y obras más recientes, por los diversos autores que se han ocupado del problema, basándose en argumentos históricos, de renovaciones faunísticas y/o florísticas (contradictorios según se infiere de las opiniones opuestas existentes), regionales (como el de querer hacer coincidir el límite con una transgresión), etc.

Así, se habla de un Chattiense s.l. (ascendiendo el límite superior del piso en cuestión), de un Aquitaniense s.l. (descendiendo el correspondiente límite), de un Bormidiense, de un Eo-chattiense (=Chattiense s.s. en parte) y un Neochattiense, etc.

d) Ateniéndonos a criterios de tipo "legal" (y que, además, son a todas luces razonables), la I Asamblea del Comité del Neógeno Mediterráneo en Viena (1959) así como la de Berna (1964) recomendaron la siguiente sucesión.

Mioceno	Aquitaniense
<hr/>	
Oligoceno	Chattiense

Y el Programa de Correlaciones Geológicas Internacionales reconoció, en 1968, que la base del corte del Moulin Bernachou marca el principio del Aquitaniense y del Mioceno (*vide* Anglada, 1971).

Pero, como hemos visto en el apartado b), dicho nivel no coincide con ningún biohorizonte significativo.

Creemos que la solución más lógica al problema, sería la de escoger un estratotipo de límite, coincidente con un biohorizonte fácilmente correlacionable a la escala mundial, y lo más próximo que sea posible al nivel basal del Aquitaniense estratotípico.

Tal estratotipo serviría de límite 1) entre el Aquitaniense y el piso inferior (Chattiense, de acuerdo con las recomendaciones del Comité del Neógeno Mediterráneo, Bormidiense, Neochattiense, u otro, si un Comité Internacional del Paleógeno tomara otra resolución); 2) entre el Oligoceno y el Mioceno; 3) entre el Paleógeno y el Neógeno.

e) De acuerdo con la International Stratigraphic Guide (Hedberg ed, 1976, p.84) "Particularly useful points for boundary-stratotypes of chronostratigraphic units include biostratigraphic horizons in marine sequences with abundant planktic fossils, points that can be dated accurately by radiometric determinations, and points of magnetic reversal".

Varios biohorizontes significativos de foraminíferos planctónicos son próximos a la base del estratotipo del Aquitaniense.

Elegir uno de los posteriores como límite (como el B.P.A. de *G. trilobus* s.l., el B.P.A. de *G. altiapertura*, o el B.U.A. de *G. angulisuturalis*) reduciría extremadamente o anularía por completo el Aquitaniense.

Es, por tanto, más lógico escoger uno inferior. De los distintos que podrían proponerse, dos

son especialmente citados a escala mundial: el B.P.A. de *G. kugleri* y el B.P.A. de *G. primordius*.

El B.P.A. de *G. kugleri* ha sido utilizado por varios autores como límite inferior de la zona homónima (vg. Bolli, 1957). Pero este datum tiene el inconveniente de que *G. kugleri* es una especie que sólo aparece esporádicamente en Europa. Así, por ejemplo, Poignant y Pujol (1976) en su estudio del estratotipo del Aquitaniense, citaron un solo individuo de esta especie, en las capas de Lariey (hacia la mitad del estratotipo). En nuestros materiales aparecen escasos ejemplares de esta especie en algunas muestras de la zona de *G. primordius*, subzona de *G. semivera*. En ambos casos, el B.P.A. local de la especie es muy posterior a su B.P.A. en la zona tropical (zona N.3 de Blow, 1969).

El B.P.A. de *G. primordius* fué utilizado para caracterizar la base del Mioceno por Cati et al., 1968, y ha sido usado por diferentes autores en el mismo sentido. Sus ventajas han sido puestas de manifiesto repetidas veces (vg. Blow, 1969).

Pero Butt (1966, *vide* Berggren, 1971) citó la coexistencia, en Escornebéou (Aquitania) de *Nummulites* y *Globigerinoides*. Esta asociación fué reputada de anómala o de parcialmente rodada por Berggren (1971), tras reestudiar los ejemplares de Butt.

Posteriormente, Alvinieri et al. (1973) reestudiaron la fauna de Escornebéou, observando también que *Globigerinoides* coexiste con *Nummulites*. Concluyeron que la aparición de *Globigerinoides* tuvo lugar durante el Oligoceno y que, por tanto, no puede utilizarse para marcar el límite Oligoceno/Mioceno.

Si pudiera afirmarse, sin lugar a dudas, que la asociación de Escornebéou es absolutamente normal, sin remociones, podríamos enfrentarnos con el dilema de si es *Globigerinoides* quien aparece en el Oligoceno, o *Nummulites* quien se extingue en el Mioceno. Blow (1969, p.202) en un párrafo que podríamos calificar de profético, indicó: "It may be expected, for example that some French workers who derive their ideas from HAUG's "nummulitic" and "post-nummulitic" may still oppose the recommendations of the "Comité du Néogène" and consider that the Miocene/Oligocene boundary is best placed just subsequent to the top of Zone P.19 (i.e., within Zone N.1 (=P.20)) on the grounds that reticulate *Nummulites* become extinct at the top of the Rupelian and that the Chattian molluscan faunas of Kassel are still Palaeogene".

Pero Bizon, Bizon y Durand (1974) llegaron a conclusiones idénticas a las de Berggren (1971) con ocasión del estudio de un testigo de la plataforma continental, a 16 km. de Escornebéou. Encontraron también una asociación anómala de faunas: Oligoceno inferior-medio y Mioceno inferior, llegando a la conclusión de que las primeras son formas rodadas, consecuencia de la transgresión neógena. Las anomalías de las faunas de Escornebéou, que también afectan a la asociación macroforaminíferos (Adams, *vide* Bizon, Bizon y Durand, 1974) se podría explicar por el mismo fenómeno, y existen argumentos paleogeográficos que avalan esta idea.

Fuera del área europea, el biohorizonte de *G. primordius* ha sido también criticado.

Seiglie (1973) puso de manifiesto la existencia de *G. trilobus primordius*, sin *G. kugleri*, en muestras de Puerto Rico. Indicó dos alternativas posibles: a) *G. kugleri* estaría ausente por razones ecológicas, b) *G. trilobus primordius* aparecería antes que *G. kugleri*; aunque sin decidirse rotundamente, parece deducirse del texto que se inclinaba hacia la segunda hipótesis. Pero hay que decir, al respecto, que todas las formas citadas en asociación sobrepasan el B.P.A. de *G. primordius*, al menos en nuestros materiales.

Stainforth et al. (1975, pp.80-81, 162c) encontraron, en muestras del Golfo de Méjico, *G. quadrilobatus primordius*, e incluso su evolución a *G. triloba*, *G. sacculifer* y otros, antes de la aparición de *G. kugleri*, "cerca" del B.U.A. de *G. opima opima*.

EL CORTE DEL NAVAZUELO POSIBLE HIPOESTRATOTIPO

En fin, Postuma (1972) indicó la presencia (dudosa) de *G. primordius* antes del B.P.A. de *G. kugleri* (chart 3), utilizado por este autor como límite Oligoceno/Mioceno.

Ahora bien, la presencia de *G. primordius* en el Oligoceno se basa, en todos estos casos, en la suposición de que el B.P.A. de *G. kugleri* es más isocrónico que el de *G. primordius*. Tal punto de vista es fácilmente criticable; piénsese, por ejemplo, que *G. kugleri* está casi ausente en los materiales europeos, probablemente por razones de tipo ecológico.

En resumen, no creemos que existan razones suficientes para afirmar que el B.P.A. de *G. primordius* no es isocrónico, en la medida que los mejores biohorizontes puedan serlo.

CONCLUSION

En función de todo lo expuesto, creemos que el límite Oligoceno/Mioceno debe hacerse coincidir con el biohorizonte de primera aparición de *Globigerinoides primordius* Blow y Banner, por tratarse de un biohorizonte próximo a la base del estratotipo del Aquitaniense, y que se pone de manifiesto a la escala mundial, gracias a la amplia dispersión geográfica de esta especie.

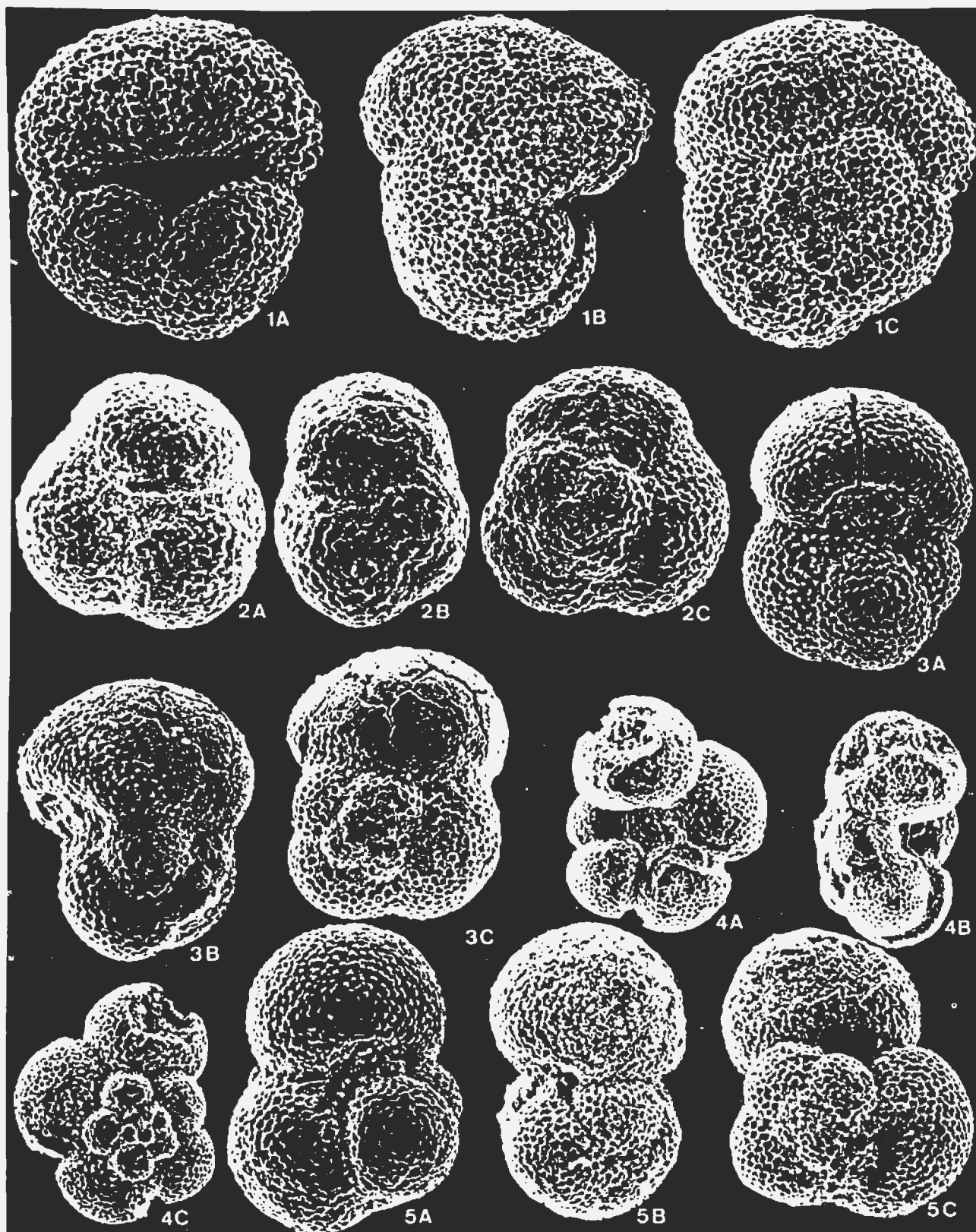
BIBLIOGRAFIA

- ALVINIERE, J. et al. (1973). A propos de la limite oligo-miocène: résultats préliminaires d'une recherche collective sur les gisements d'Escornebeou (Saint-Geours-de-Mareme, Landes, Aquitaine meridionale). Présence de *Globigerinoides* dans les faunes de l'Oligocène supérieur. C.R.Somm. S.G.F., t.XV, fasc. 2, 75-76.
- ANGLADA, R.(1971). Sur la position du datum a *Globigerinoides* (*Foraminiferida*) la zone N4 (Blow 1967) et la limite oligo-miocène en Méditerranée. C.R. Acad. Sc. Paris. t.272, 1067-1070.
- ANGLADA, R.(1972). Etude des petits Foraminifères, en "Contribution a l'étude de l'Aquitaniense. La coupe de Carry-le-Rouet (Bouches-du-Rhone, France)". Bull. B.R.G.N. 2 ser. section 1, n°4, 29-35.
- BERGGREN, W.A.(1969). Paleogene biostratigraphy and planktonic foraminifera of Northern Europe. Proc. first Int. Conf. plank. microf. Geneva 1967.E.J. Brill. Leiden, 121-160.
- BERGGREN, W.A.(1971). Tertiary boundaries and correlations. The Micropaleontology of Oceans. Cambridge Univ. Press. 693-809.
- BERGGREN, W.A. y AMDURER, M.(1973). Late Paleogene (Oligocene) and Neogene planktonic foraminiferal biostratigraphy of the Atlantic Ocean (Lat. 30°N to Lat. 30°S). Riv. Ital. Paleont. v.79, n°3, 337-392.
- BIZON, G. y BIZON, J.J. (1972). Atlas de principaux foraminifères planctoniques du bassin méditerranéen. Oligocene a Quaternaire. Ed. Technip, Paris, 316 p.
- BIZON, G.; BIZON, J.J. y DURAND, A.(1974). Remaniements de l'Oligocène lors de la transgression aquitaniense sur le plateau continental basque a proximité d'Escornebeou. Presence de *Globigerina ampliapertura* (Eocène supérieur-Oligocène inférieur) et de *Globigerinoides primordius* (Aquitaniense). Rev. Inst. Français Petr. vol. XXIX, n°2, 135-153.
- BLOW, W.H. (1969). Late Middle Eocene to Recent planktonic foraminiferal biostratigraphy. Proc. first Int. Conf. Plank. microf. Geneva 1967. E.J. Brill Leiden, 199-421.
- BOLLI, H.M. (1957). Planktonic Foraminifera from the Oligocene-Miocene Cipero and Lengua Formations of Trinidad, B.W. I.-U.S.Nat.Mus. Bull 215, 97-123.
- BOLLI, H.M. (1966). Zonation of Cretaceous to Pliocene marine sediments based on planktonic foraminifera. Bol. Inform. Asoc. Venez. Geol. Min. Petroleo, 9, n°1, 3-32.

- CARLONI, G.C. y SELLI, R. (1971). Report of the discussions during the session on the stratotypes in Bologna, en "Stratotypes of Mediterranean Neogene Stages". *Giornale di Geologia* (2) XXXVII, fasc. 2, 245-266.
- CATI, F. et al. (1968). Biostratigrafía del Neogene mediterráneo basada sui foraminíferi planctónicos. *Boll. Soc. Geol. It.* 87, 491-503.
- DROOGER, C.W.; REISS, Z.; RUTSCH, R.F. y MARKS, P. (eds.) (1966). Resultats de la III^{ème} Assemblée. *Comm. Med. Neog. Strat. Proc. Third session in Berne*, p.XVI. E.J.Brill. Leiden.
- HEDBERG, H.D. (ed.) (1976). International stratigraphic guide. A guide to stratigraphic classification, terminology, and procedure. John Wiley and Sons. New York. 200 pp.
- JENKINS, D.G. (1966). Planktonic Foraminifera from the type Aquitanian-Burdigalian of France. *Contr. Cushman Found. For. Res.* XVII, part. 1, 1-15.
- MARTINEZ CALLEGO, J. (1974). Estudio micropaleontológico del Nummulítico de un sector comprendido entre Moreda-Piñar-Pedro Martínez (zona Subbética). Tesis Doctoral. Univ. de Granada.
- MARTINEZ CALLEGO, J. y MOLINA, E. (1975). Estudio del tránsito Eoceno-Oligoceno con foraminíferos planctónicos al Sur de Torre Cardela (Provincia de Granada, Zona Subbética). *Cuad. Geol. Univ. Granada*, 6, 177-195.
- NICORA, A. (1971). Biostratigrafía del límite Oligoceno-Mioceno nelle Langhe (Piemonte). *Riv. Ital. Pal.* 77, n°2, 157-262.
- POIGNANT, A. y PUJOL, C. (1976). Nouvelles données micropaléontologiques (foraminifères planctoniques et petits foraminifères benthiques) sur le stratotype de l'Aquitainien. *Geobios* n°9, fasc. 5, 607-663.
- POSTUMA, J.A. (1971). Manual of planktonic foraminifera. Elsevier Publ. Co. Amsterdam. 397 pp.
- SEIGLIE, G.A. (1973). Revision of Mid-Tertiary Stratigraphy of South-western Puerto Rico. *Am. Ass. Petr. Geol. Bull.* 57/2, 405-406.
- STAINFORTH, R.M.; LAMB, J.L.; LUTERBACHER, H.; BEARD, J.H. y JEFFORDS, R.M. (1975). Cenozoic planktonic foraminiferal zonation and characteristics of index forms. *Univ. Kansas. Paleont. Contributions. Article 62*, 425 pp.
- SZOTZ, E. (1969). Essai de zonation de l'Aquitainien et du Burdigalien du Bordelais au moyen des foraminifères planctoniques. *Proc. 4^{ins^e} Int. Conf. Plankt. Microf. Geneva 1967*. E.J. Brill. Leiden, 670-671.
- VIGNEAUX, M. y MARKS, P. (1971). Aquitanian, en "Stratotypes of Mediterranean Neogene Stages". *Giornale di Geologia* (2), XXXVII, fasc. 2, 23-31.

LAMINA I

1. *Globigerina selli* (Borsetti). Ejemplar EM - 11, muestra NA - 4, subzona de *G. semivira* x 125.
2. *Globigerina angiporoides* Homibrook. Ejemplar EM - 7, muestra NA - 12' 8, subzona de *G. angiporoides* x 125.
3. *Globigerina ampliapertura* Bolli. Ejemplar EM - 12, muestra NA - 13, subzona de *G. angiporoides* x 125.
4. *Globigerina angulisuturalis* Bolli. Ejemplar EM - 9, muestra NA - 10' 7, subzona de *G. o. fariasi* x 125
5. *Globigerinoides cf. primordius* Blow y Banner. Ejemplar EM - 4, muestra NA - 7, subzona de *G. primordius* x 125.



LAMINA II

1. *Globorotalia (Turborotalia) opima opima* Bolli. Ejemplar EM - 8, muestra NA - 11, subzona de *G. opima opima* x 125.
2. *Globigerinoides primordius* Blow y Banner. Ejemplar EM - 2, muestra NA - 4, subzona de *G. semivera* x 125.
3. *Globorotalia (Turborotalia) semivera* (Hornibrook). Ejemplar EM - 17, muestra NA - 4, subzona de *G. semivera* x 125.
4. *Globorotalia (Turborotalia) semivera* (Hornibrook). Ejemplar EM - 5, muestra NA-4, subzona de *G. semivera* x 125.
5. *Globorotalia (Turborotalia) pseudokugleri* Blow. Ejemplar EM - 18, muestra NA - 4, subzona de *G. semivera* x 200.

