

ALFONSO PARDO

JOSE I. CANUDO

EUSTOQUIO MOLINA

Departamento de Geología (Paleontología). Universidad de Zaragoza. E-50009 Zaragoza

BIOESTRATIGRAFÍA CON FORAMINÍFEROS PLANCTÓNICOS DE LA PARTE INFERIOR DE LA FORMACIÓN IEPEL (YPRESIENSE ESTRATOTÍPICO) EN EL SONDEO KNOKKE (BÉLGICA)

RESUMEN

Los foraminíferos planctónicos de la parte inferior de la Formación Iepel (Ypresiense) en el sondeo Knokke (11E/138) en Bélgica constituyen una asociación de alta latitudes y poca profundidad. Se han identificado los siguientes taxones: *Subbotina hornibrooki*, *Subbotina triangularis*, *Subbotina eocaenica*, *Subbotina finlayi*, *Acarinina cf. pentacamerata*, *Muricoglobigerina aquiensis*, *Muricoglobigerina chascanona*, *Muricoglobigerina esnehensis*, *Muricoglobigerina soldadoensis* y *Paragloborotalia quadrilocula*. Esta asociación permite datar la parte inferior del Ypresiense como perteneciente a la Biozona P 7 de Blow (1979), Biozonas de *Morozovella edgari* o *Morozovella subbotinae* de Tourmarkine y Luterbacher (1985) y Biozona P 6b de Berggren y Miller (1988). Además, existe un nivel con algunos foraminíferos planctónicos cerca de la base de la Formación Iepel, que junto a los datos aportados por otros microfósiles, permiten afirmar que la base del Ypresiense podría pertenecer a la Biozona P 6a de Berggren y Miller (1988), coincidiendo con el evento anóxico utilizado para marcar el límite Paleoceno/Eoceno.

Palabras clave: Foraminíferos planctónicos, Bioestratigrafía, Cronoestratigrafía, Ypresiense, Eoceno, Bélgica.

ABSTRACT

Planktic foraminifera from the lower part of the Iepel Formation (Ypresian) in the Knokke well (11E/138) in Belgium are scarce and typical from high latitudes and shallow environments. The following taxa have been identified: *Subbotina hornibrooki*, *Subbotina triangularis*, *Subbotina eocaenica*, *Subbotina finlayi*, *Acarinina cf. pentacamerata*, *Muricoglobigerina aquiensis*, *Muricoglobigerina chascanona*, *Muricoglobigerina esnehensis*, *Muricoglobigerina soldadoensis* y *Paragloborotalia quadrilocula*. This assemblage allows us to date the Lower Ypresian as P 7 Biozone of Blow (1979), *Morozovella edgari* or *Morozovella subbotinae* Biozones of Tourmarkine and Luterbacher (1985) and P 6b Biozone of Berggren and Miller (1988). Furthermore, a basal interval of the Iepel Formation also contains some planktic foraminifera and considering the data provided by other microfossils, the base of the Ypresian could belong to the P 6a Biozone of Berggren and Miller (1988) and coincide with the anoxic event that has been used as the Paleocene/Eocene boundary.

Key words: Planktic foraminifera, Biostratigraphy, Chronostratigraphy, Ypresian, Eocene, Belgium.

INTRODUCCION

El Ypresiense es el piso estándar del Eoceno Inferior aceptado por la Subcomisión Internacional de Estratigrafía del Paleógeno. La definición del Ypresiense (Dumont, 1849) no incluye un corte estratotípico concreto, sino que se considera a la Formación Ieper en Bélgica como en estratotipo de este piso. Uno de los problemas que se plantea para la delimitación del Ypresiense es la ausencia de microfósiles

calcáreos en su base. Asimismo, la escasez de foraminíferos planctónicos es grande a lo largo de toda la formación, siendo un gran obstáculo a la hora de acometer la correlación con las biozonaciones estándar definidas en latitudes más bajas. Algunos autores (Willems, 1980; Hooyberghs, 1983) han llevado a cabo estudios de foraminíferos planctónicos del Eoceno de Bélgica, pero sin llegar a establecer una datación precisa para la base del Ypresiense.

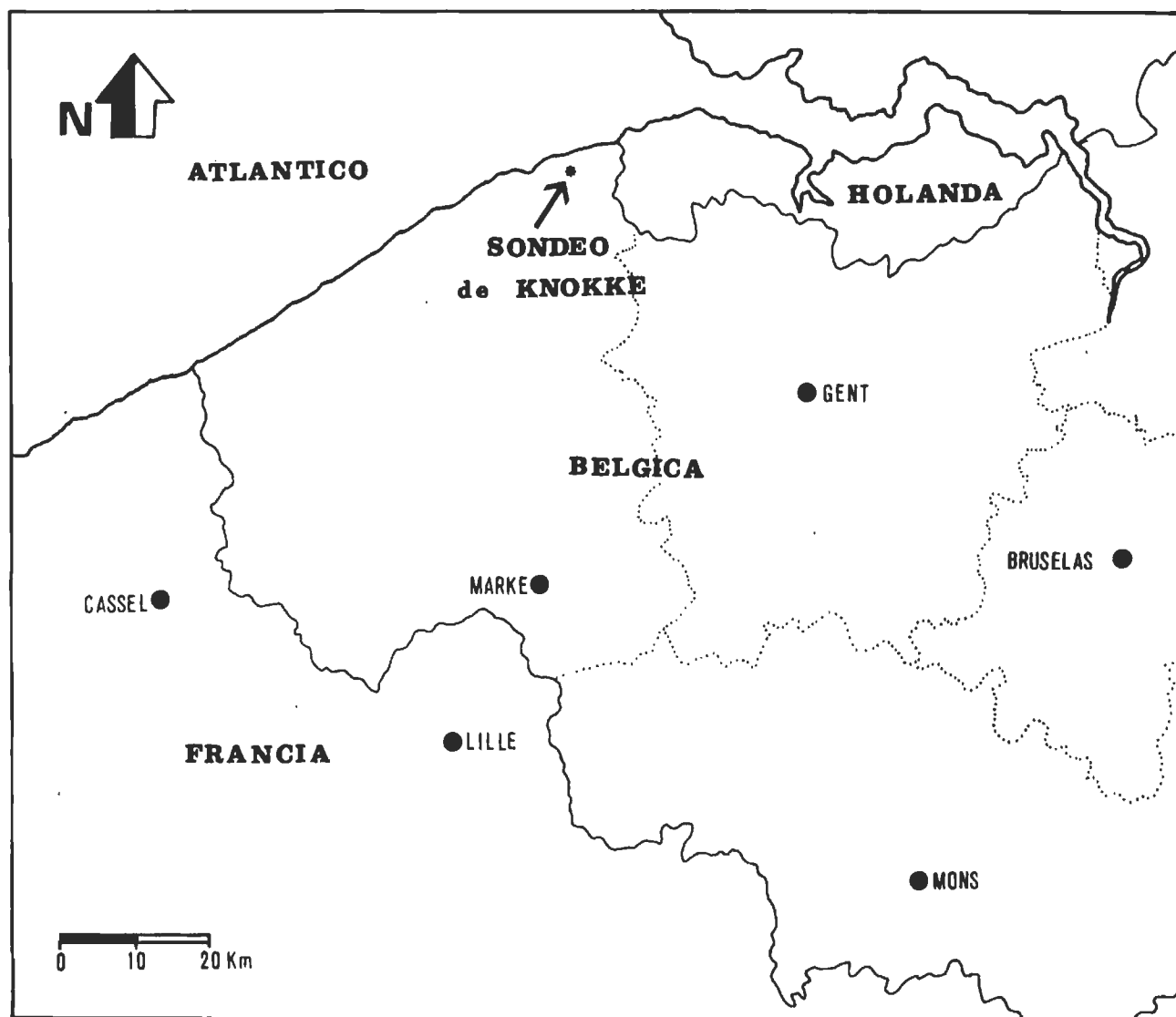


Fig. 1: Situación geográfica del sonde Knokke 11E/138 (Bélgica).

El presente trabajo se basa en el estudio de un sondeo, realizado en 1982 por el *Service Géologique de Belgique*, en una de las partes de la cuenca en que se encuentran sedimentos de una profundidad suficiente para que existan foraminíferos planctónicos. En concreto, el sondeo Knokke (11E/138) se realizó muy cerca de la costa con el Mar del Norte al Noroeste de Bélgica (Fig. 1). Este sondeo tiene 311 metros de profundidad y en él están representados materiales del tránsito Paleoceno-Eoceno: Formación Landen (Landeniense), y Formación Ieper (Ypresiense), así como otros más antiguos y más modernos. La Formación Ieper en el sondeo de Knokke se extiende desde la profundidad de 144 m. hasta 288 m. A excepción de los cinco metros basales que están compuestos por limos, la Formación Ieper está constituida por arcillas verde-grisáceas con algunas intercalaciones limosas, así como pequeños nódulos de pirita dispersos. La descripción litológica detallada de este sondeo ha sido realizada por Laga y Vandenberghe (1990) y Vandenberghe *et al.* (1990). Los ostrácodos y microfósiles de pared orgánica han sido estudiados por Dupuis *et al.* (1990). El nanoplancton calcáreo por Steurbaut (1990). Los microforaminíferos bentónicos y otros microfósiles por King (1990). Sin embargo, los foraminíferos planctónicos no han sido estudiados en detalle, sólo se puso de manifiesto su aparición y abundancia relativa en algunos intervalos del sondeo, a pesar de ser este uno de los mejores registros en el área estratotípica, y de su interés para la datación precisa de la base del Ypresiense.

MATERIALES Y METODOLOGIA

Las muestras para este trabajo fueron tomadas en diciembre de 1991 durante la celebración de la Reunión Internacional del Proyecto IGCP: 308 en Bruselas. Las muestras se seleccionaron de la parte inferior de la Formación Ieper, en aquellos niveles donde había sido detectada la presencia de foraminíferos planctónicos, de acuerdo con la publicación de King (1990) sobre la estratigrafía del Eoceno en este sondeo. Estos niveles son los siguientes:

entre los 220 m. y los 222 m. de profundidad se localiza el tramo de máxima abundancia, entre los 234 m. y los 236 m. hay escasos ejemplares y entre los 277 y 278 m. aparece otro tramo con poca concentración de ejemplares.

Cada muestra fue sumergida en agua hasta su completa disgregación. Debido a la naturaleza arcillosa del sedimento no fue necesaria la adición de ningún producto disgregante. Las muestras fueron lavadas con un tamiz de 63 micras de luz de malla. La fracción estudiada fue la mayor de 106 micras, aunque la fracción menor (entre 106 y 63 micras) también fue examinada para el estudio de las especies de pequeño tamaño. En total se estudiaron 7 muestras, ya que el resto no tienen foraminíferos planctónicos, en la mayor parte de las muestras se separaron todos los foraminíferos planctónicos del residuo, salvo en las muestras 220, 221 y 222 en las que se han seleccionado alrededor de 300 ejemplares por muestra. Todos los especímenes seleccionados fueron montados en celdillas para tener un registro permanente y que puedan ser identificados. La conservación de los foraminíferos planctónicos es excelente, ya que no existen signos de recristalización y las cámaras están huecas.

TAXONOMIA

La Bioestratigrafía con foraminíferos planctónicos del Paleoceno y del Eoceno Inferior ha sido establecida en latitudes bajas (Bolli, 1957; Blow, 1979; Berggren y Miller, 1988), por lo tanto, en latitudes altas estas biozonaciones son más difíciles de aplicar, ya que suelen faltar las especies índices utilizadas para marcar los límites de ciertas biozonas. Por esta razón ha sido necesario un estudio taxonómico detallado para reconocer la variabilidad y distribución de las especies encontradas, las cuales podrían permitir la correlación con latitudes más bajas. En este sentido, dada la escasez de descripciones de foraminíferos planctónicos del Ypresiense en su área tipo, se realiza a continuación una descripción pormenorizada de los taxones estudiados, así

como diversas reflexiones sobre la taxonomía y la distribución conocida en otras partes del mundo.

En los referente a la nomenclatura utilizada en las descripciones se ha seguido a Blow (1979), Li (1987) y Canudo (en prensa). En cuanto a la distribución bioestratigráfica se han utilizado las escalas más conocidas a nivel mundial, tales como las de Blow (1979) y Bolli (1957), con su última revisión debida a Toumarkine y Luterbacher (1985). Para el encuadre taxonómico se ha seguido a Blow (1979) y Cifelli (1982).

Orden FORAMINIFERIDA Eichwald, 1830

Suborden GLOBIGERININA Loeblich y Tappan, 1984

Superfamilia GLOBIGERINACEA Carpenter, Parker y Jones, 1862

Familia GLOBOQUADRINIDAE Blow, 1979

Género *Subbotina* Brotzen y Pozariska, 1961

Subbotina eocaenica (Terquem, 1882)

Lám. 2, Figs. 4 y 5.

1982 *Globigerina eocaenica* Terquem, pág. 86, Lám. 9, fig. 4.

1974 *Subbotina eocaenica* (Terquem) Fleisher, Lám. 15, figs. 9.

1979 *Subbotina eocaenica* (Terquem) Blow, pág. 1260, Lám. 142, figs. 4-5.

Descripción: Presenta en la última vuelta de espira entre 3 y 3 1/2 cámaras subesféricas apretadas, y ligeramente comprimidas verticalmente. La concha está formada de 12 a 14 cámaras que crecen rápidamente de tamaño, pudiendo ocupar la última cámara un tercio de toda la concha. El perfil axial es subcuadrado. El lado dorsal es pequeño y profundo. La abertura principal está en posición anterointraumbilical.

Discusión: Las especies incluidas en *Subbotina* poseen una morfología poco distintiva y es difícil reconocer los límites exactos entre las especies. Esto ha provocado una proliferación de nombre y dificultades en el reconocimiento de los taxones válidos. En este sentido, se plantea un problema para la denominación de los especímenes de *Subbotina* con tres o tres cámaras y media que son abundantes en la parte más baja del Eoceno inferior. Una solución es considerarlos *S. linaperta*, lo que obliga a ampliar la distribución de este taxón desde el Paleoceno al Eoceno Superior (Blow, 1979). Sin embargo, los especímenes típicos de *S. linaperta* del Eoceno Superior presentan las cámaras más aplastadas y un desarrollo más constante del pórtico que los del Eoceno Inferior, por lo que resulta lógico separarlos taxonómicamente. En la literatura más reciente sobre el tránsito Paleoceno-Eoceno se tiende a utilizar la especie *S. patagónica*, sin embargo esto tiene algunos problemas. En primer lugar, la posición bioestratigráfica del holotipo no es bien conocida, habiendo autores que consideran que sería Eoceno Superior. Por otra parte, el holotipo presenta una abertura en forma de arco alto que no se encuentra en las formas de la parte más baja del Eoceno Inferior, en los cuales la abertura tiene un arco más bajo. Este arco alto parece acercar *S. patagónica* a *Subbotina frontosa* o alguna otra especie similar, y por lo tanto de niveles estratigráficos más modernos que el tránsito Paleoceno-Eoceno. Según Berggren (1960) el holotipo de *S. eocaenica* está perdido y es difícil definir un neotipo y en consecuencia debería ser considerado como un *nomen dubium no conservandum*. En este trabajo se ha mantenido *S. eocaenica* ya que el material estudiado se asemeja bastante bien a las figuraciones del holotipo de *S. eocaenica* (Terquem). Además, tendría el sentido filogenético de nombrar al taxón ancesto de *S. frontosa*, de la cual se diferenciaría exclusivamente por el desarrollo de una abertura con un arco más elevado a lo largo de la parte alta del Eoceno inferior. La cuestión de la validez o no de este taxón requeriría una profunda revisión del género *Subbotina*, lo cual desborda los objetivos de este trabajo.

Distribución: Debido a los problemas taxonómicos discutidos anteriormente es difícil conocer la distribución exacta de este taxón a nivel global. Según nuestras observaciones en España (Pirineo y Béticas) se encuentra desde el tránsito Paleoceno-Eoceno hasta la parte más alta del Eoceno Inferior.

Subbotina triangularis (White) 1928 sensu Bolli 1957

Lám. 2, Fig. 4.

1928 *Globigerina triangularis* White, pág. 195, Lám. 28, figs. 1a-b.

1957 *Globigerina triangularis* White, Bolli, pág. 71, Lám. 15, figs. 12-14.

1979 *Subbotina triangularis* (White) Blow, pág. 1281, Lám. 91, figs. 7 y 9; Lám. 98; Lám. 107, figs. 8 y 9.

Descripción: Presenta en la última vuelta de espira entre 3 1/2 y 4 cámaras globosas subesféricas, que crecen rápidamente de tamaño. La concha está compuesta de 11 a 14 cámaras, ligeramente abrazadoras y que crecen regularmente de tamaño. El perfil axial es subredondeado. El lado dorsal varía de plano a ligeramente convexo, el lado umbilical es convexo. Las suturas intercamerales son rectas o ligeramente curvas tanto en el lado dorsal como umbilical. El ombligo es pequeño y profundo. La abertura principal es intraumbilical con un labio bien desarrollado.

Discusión: Esta especie es morfológicamente similar a *S. eocaenica*. Las figuraciones originales del holotipo no permiten una identificación clara de esta especie, por lo que su utilización plantea algunas dificultades. En este trabajo se ha seguido a autores como Blow (1979), considerando a *S. triangularis* en el sentido de Bolli (1957), ya que sus figuraciones permiten una fácil identificación. Ahora bien, mientras el holotipo no se refigure es dudoso que sean las mismas especies, ya que la figuración original del holotipo tiene tres cámaras en la última vuelta de espira y *S. triangularis* en el sentido de Bolli (1957) tiene cuatro.

Distribución: El holotipo de esta especie fue

descrito por White (1928) con un ejemplar recogido en la Formación Velasco del Paleoceno Superior de México. Originalmente este autor lo atribuyó al Cretácico, sin embargo Bolli (1957) lo situó correctamente en el Paleógeno. Posteriormente ha sido citada en numerosas partes del mundo: Costa este de África (Blow, 1979), centro de Europa (Jednorowska, 1975), Atlántico sur (Pujol, 1983), etc. Según Blow (1979) se encuentra desde su Biozona P2 hasta la Biozona P9. En el Atlántico, Premoli Silva y Boersma (1988) la consideran como un representante típico de las latitudes altas en el Eoceno Inferior.

Subbotina hornibroki (Brönniman) 1952

1952 *Globigerina hornibrooki* Brönniman, pág. 15, lám. 2, figs. 4-6.

1979 *Subbotina hornibroki hornibrooki* (Brönniman), Blow, pág. 1269, lám. 101, figs. 7, 9; lám. 124, figs. 7, 8; lám. 142, fig. 6; lám., 160, fig. 4.

Descripción: Presenta en la última vuelta de espira 4 cámaras globosas y subesféricas. La concha tiene entre 10 y 12 cámaras que crecen progresivamente de tamaño, de manera que la última cámara ocupa una cuarta parte de toda la concha. El contorno axial es subcuadrado y claramente lobulado. Las suturas intercamerales son rectas o ligeramente curvas, tanto en el lado dorsal, como en el umbilical. El lado dorsal varía de plano a ligeramente convexo. El ombligo es ancho y profundo. La abertura principal está en posición intraumbilical.

Discusión: Esta especie presenta una gran parecido morfológico con *S. triangularis* e incluso podrían ser distintos morfotipos de la misma especie. Como la resolución de este problema sobrepasa los objetivos de este trabajo, hemos preferido diferenciar estas dos especies, ya que morfológicamente son distinguibles. Así, *S. hornibrooki* presenta cuatro cámaras en la última vuelta de espira, tiene un enrollamiento más apretado que *S. triangularis* y puede tener un lado dorsal ligeramente convexo.

Distribución: Brönniman (1952) describió el holotipo de esta especie con un ejemplar recogido en la parte inferior de la Formación Lizard Springs (Paleoceno-Eoceno inferior de Trinidad). Posteriormente, ha sido poco citada, debido a estar incluida en la variabilidad de otras especies. Cabe destacar a Blow (1979) que la encuentra en la costa este de África y Pujol (1983) que lo hace en el Atlántico sur, en un intervalo que va desde el Paleoceno Superior al Eoceno Inferior.

Subbotina finlayi (Brönniman) 1952

1952 *Globigerina finlayi* Brönniman, pág. 18, lám. 2, figs. 10-12.

1979 *Subbotina hornibroki finlayi* (Brönniman) blow, pág. 1271, lám. 101, ?fig. 8.

Descripción: Tiene de 10 a 12 cámaras subesféricas que crecen rápidamente de tamaño, la última cámara ocupa un tercio o la mitad de toda la concha. El lado dorsal varía de plano a ligeramente convexo. El lado umbilical es convexo. En la última vuelta tiene tres cámaras. El contorno ecuatorial es subcuadrado y ligeramente lobulado. El perfil axial es redondeado. Las suturas intercamerales son muy deprimidas y varían de curvas a rectas tanto en el lado dorsal como en el umbilical. El ombligo es pequeño y abierto. La abertura principal está en posición intraumbilical y tiene forma de arco bajo y amplio con un labio poco desarrollado.

Distribución: Brönniman (1952) describió el holotipo con un ejemplar recogido en la Formación Lizard Springs del tránsito Paleoceno-Eoceno de Trinidad. Posteriormente esta especie ha sido poco citada, habiendo sido encontrada en el Atlántico (Blow, 1979), en el área mediterránea (Salaj *et al.*, 1976) y en el Pirineo (Canudo y Molina, 1992). Su primera aparición se encuentra en la parte más alta del Paleoceno Superior y se distribuye a lo largo del Eoceno Inferior.

Género *Paragloborotalia* Cifelli, 1982

Paragloborotalia quadrilocula (Blow) 1979

Lám. 2, Fig. 3.

1979 *Globorotalia (Turborotalia) quadrilocula* Blow, pág. 1109, Lám. 75, figs. 8. Lám. 78, figs. 2-4, Lám. 83, fig. 3, Lám. 87, figs. 7-8.

Descripción: Tiene 4 cámaras en la última vuelta de espira, ocupando la última un cuarto de toda la concha. Tiene 2 ó 2 1/2 vueltas de espira. El perfil axial es redondeado y el contorno ecuatorial es claramente lobulado. El lado dorsal es plano o ligeramente convexo. Las suturas intercamerales son muy deprimidas y varían de rectas a ligeramente curvas. La abertura principal está en posición extraumbilical y tiene forma de arco bajo y amplio con un labio poco desarrollado. La superficie de la pared es reticulada.

Discusión: En la descripción original de este taxón, Blow (1979) lo incluye en el género *Turborotalia*. Ahora bien, tradicionalmente se ha considerado *Turborotalia* en sentido amplio, incluyendo en él las especies del Paleógeno con un enrollamiento troncoespiralado durante toda la ontogenia, perfil axial redondeado y con la abertura principal en posición umbilico-ecuatorial o extraumbilical. Con estos criterios taxonómicos, *Turborotalia* ha sido utilizado como un "cajón de sastre", incluyendo especies con diferente estructura de la pared y sin relación filogenética. En un intento de aclarar este problema, Fleisher (1975) proponer utilizar *Turborotalia* únicamente para representantes de la línea de *T. cerroazulensis*, es decir, taxones con la superficie de la pared lisa. Al aceptar esta propuesta y restringir el uso de *Turborotalia* es necesario cambiar la posición genérica de las especies del Paleógeno con la pared reticulada, que generalmente, (p. ej. Blow, 1979) se han incluido en *Turborotalia*. Una solución es utilizar el género *Paragloborotalia*, ya que este taxón fue definido por Cifelli (1982) para las especies incluidas anteriormente en *Turborotalia* o *Globorotalia*.

del Paleógeno Superior-Neógeno con la superficie de pared reticulada. Sin embargo, taxones con la pared reticulada y abertura extraumbilical ya se encuentran desde el Paleoceno, como en el caso de *P. quadrilocula*.

Distribución: El holotipo de esta especie está descrito en un sondeo del DSDP del Atlántico en la parte baja del Paleoceno Superior (Blow, 1979). Aunque este autor restringe la distribución de esta especie al Paleoceno, su presencia en el Eoceno Inferior ha sido puesto de manifiesto (Canudo y Molina, 1992) no conociéndose hasta donde llegaría su distribución más moderna, pero al menos se encuentra en niveles referibles a la Biozona P 7 de Berggren y Miller (1988).

Familia GLOBIGERAPSIDAE Blow, 1979

Género *Muricoglobigerina* Blow, 1979

Muricoglobigerina aquiensis (Loeblich y Tappan) 1957

Lám. 1, Figs. 8 y 9; Lám. 2, Fig. 8.

1957 *Globigerina aquiensis* Loeblich y Tappan, pág. 180, lám. 51, figs. 4a-c, ?figs. 5a-c, lám. 56, figs. 4a-c, ?fig. 5a-c, ?fig. 6a-c.

1990 *Globigerina aquiensis* Loeblich & Tappan; Willems, pág. 408, Lám. 11, figs. 4a-c.

Descripción: Presenta 4 cámaras subesféricas en la última vuelta de espira que crecen regularmente de tamaño. La concha presenta entre 11 y 14 cámaras. El perfil axial es redondeado. El contorno ecuatorial es lobulado o subovalado. Las suturas intercamerales están deprimidas y varían de rectas a ligeramente curvas. La pared es muricada, pero con la murica dispersa en toda la concha. El ombligo es amplio y profundo. La abertura principal está en posición intraumbilical o anteriointraumbilical.

Distribución: Loeblich y Tappan (1957) describieron el holotipo con un ejemplar recogido en la Formación Aquia del Paleoceno Superior de New Jersey (USA). Posteriormente ha sido ci-

tada en el Pacífico (Beldford, 1984), India (Samanta, 1973), en el sur de Africa (Pujol y Sigal, 1979), norte de Europa (Berggren, 1960) y este de Africa (Blow, 1979). Este último autor la encuentra desde el Paleoceno Superior (P. 4) hasta la parte más baja del Eoceno Inferior (P. 6b de Berggren y Miller, 1988).

Muricoglobigerina chascanona (Loeblich y Tappan) 1957

Lám. 1, Figs. 6 y 7.

1957 *Globigerina chascanona* Loeblich & Tappan, págs. 180-181, Lám. 49, figs. 5a-c, no Lám. 49, figs. 4a-c; ? Lám. 61, figs. 8a-c.

1979 *Muricoglobigerina chascanona* (Loeblich & Tappan), Blow, pág. 1126, Lám. 91, figs. 1 y 2; Lám. 92, fig. 3; Lám. 93, figs. 7-9; Lám. 101, figs. 5 y 6; Lám. 235, figs. 1-3.

Descripción: Tienen 4 ó 4 1/2 cámaras subesféricas que crecen lentamente de tamaño. La concha presenta de 10 a 14 cámaras. El perfil axial es redondeado. El contorno ecuatorial es lobulado. El lado dorsal es claramente convexo. Las suturas intercamerales están deprimidas y son curvas. La pared está muricada, pero con la murica dispersa en toda la concha. El ombligo es profundo. La abertura principal es intraumbilical.

Discusión: El género *Muricoglobigerina* tiene diferentes patrones en el empaquetamiento de la murica. Así, tanto el material estudiado de *M. chascanona* como el de otras dos especies de *Muricoglobigerina* (*M. esnehensis* y *M. aquiensis*) tienen diferencias con las figuraciones de Blow (1979). En las figuraciones de este autor se puede observar que la murica se encuentra fuertemente empaquetada y no dispersa como el caso del material estudiado. Estas diferencias en el patrón de la murica no está suficientemente bien documentado en trabajos sistemáticos, que bien podrían estar relacionados con la posibilidad de que estas especies tuvieran diferentes morfotipos en función de la latitud o de la profundidad.

Distribución: Esta especie fue descrita por Loeblich y Tappan (1957) con un ejemplar recogido en la Formación Hornestown del Paleoceno Superior de New Jersey (EUA). Posteriormente ha sido citada en otras partes del mundo (Blow, 1979), en un intervalo que va desde la P 4 (Paleoceno Superior) hasta niveles equivalentes a la P 6b (Eoceno Inferior).

Muricoglobigerina soldadoensis (Brönniman)
1952

Lám. 2, Figs. 2 y 5.

1952 *Globigerina soldadoensis* Brönniman, pág. 7-9, figs. 1-9.

1979 *Muricoglobigerina soldadoensis soldadoensis* (Brönniman) Blow, pág. 1120, Lám. 98, figs. 1-3, Lám. 107, figs. 1-5, Lám. 109, fig. 89, Lám. 110, figs. 1, Lám. 124, figs. 1, 3 y 5, Lám. 131, figs. 1-3, Lám. 235, fig. 6.

Descripción: Tiene la concha compuesta por 9 ó 10 cámaras en dos vueltas de espira. En la última hay 4 1/2 cámaras. El lado dorsal es plano o ligeramente convexo. El umbilical distintivamente convexo. El perfil axial es subredondeado. Las últimas cámaras formadas son claramente más anchas que altas. La abertura principal es intraumbilical o anterointraumbilical. La pared tiene murica dispersa, que en algunos casos tiende a aglutinarse alrededor del ombligo, pero sin formar hombreras umbilicales.

Distribución: Brönniman (1952) describió el holotipo de *M. soldadoensis* con un ejemplar recogido en la parte baja de la formación Lizard Springs del Paleoceno Superior de Trinidad. Posteriormente ha sido citada en numerosas localidades: en el área mediterránea (Luterbacher, 1975), en el centro de Europa (Jednorowska, 1975), en el Índico (Pujol y Sigal, 1975), etc. En una distribución pretendidamente global, Toumarkine y Luterbacher (1985) la citan desde la parte más alta del Paleoceno Superior hasta el límite Eoceno Inferior-Medio. Es una especie típica de latitudes medias y bajas en el Eoceno

Inferior del Atlántico (Premoli Silva y Boersma, 1988) que se extiende a latitudes altas, por lo cual es una especie muy cosmopolita.

Muricoglobigerina esnehensis (Nakkady) 1950

Lám. 1, Figs. 1 y 3.

1950 *Globigerina cretacea esnehensis* Nakkady, pág. 689, Lám. 90, figs. 14-16.

1979 *Muricoglobigerina esnehensis* (Nakkady), Blow, pág. 1117, Lám. 109, figs. 1-7.

Descripción: Tiene la última vuelta de espira formada por 6 cámaras esféricas que crecen gradualmente de tamaño. La concha está compuesta de 12 a 14 cámaras. El perfil axial es redondeado. El contorno ecuatorial es subredondeado y claramente lobulado. El lado dorsal varía de plano a ligeramente convexo. El ombligo es amplio y abierto. La abertura principal está en posición intraumbilical o anterointraumbilical. La superficie de la pared es muricada, estando más empaquetada la murica alrededor del ombligo.

Distribución: Nakkady (1950) describió el holotipo de *M. esnehensis* con un ejemplar recogido en el techo de las pizarras de Esna (Eoceno Inferior de Egipto). Con posterioridad ha sido poco citada, al haberse incluido dentro de la variabilidad de otras especies. Canudo y Molina (1992) encuentran en el Atlántico norte que su primera aparición estaría en la Biozona P 6a de Berggren y Miller (1988), aunque empieza a ser más abundante a partir de la P 6b-P 7, teniendo su última aparición en la parte media-alta del Eoceno Inferior (Blow, 1979).

Familia TRUNCOROTALOIDIDAE Loeblich y Tappan,
1961

Género *Acarinina* Subbotina, 1953

Acarinina cf. *pentacamerata* (Subbotina) 1947
ex Subbotina 1936

Lám. 2, Fig. 7.

?1936 *Globorotalia crassa pentacamerata*

Subbotina, págs. 11, 14, 16; Lám. 3, figs. 7-9.

1990 *Turborotalia pentacamerata* (Subbotina); Willems, pág. 408, Lám. 11, figs. 1a-i.

Descripción: La última vuelta de espira está compuesta de 5 a 5 1/2 cámaras subesféricas que crecen regularmente de tamaño, pudiendo ocupar la última cámara formada una quinta parte del organismo. La concha está formada entre 10 y 12 cámaras. El perfil axial es subredondeado. El contorno ecuatorial es subcircular y lobulado. La pared es muricada con la murica dispersa. El ombligo es amplio y abierto. La abertura principal varía de umbilicoecuatorial a extraumbilical y tiene forma de arco bajo.

Distribución: Blow (1979) restringe la presencia de *A. pentacamerata* s.s. a la parte alta del Eoceno Inferior (Biozonas P 8a y P 9), sin embargo desde horizontes correlacionales a la base de la Biozona P 6b se encuentran formas morfológicamente similares al holotipo de *A. pentacamerata*, aunque su pertenencia o no a la misma especie es un problema taxonómico sin resolver aún. Teniendo en cuenta la importancia bioestratigráfica que se la ha dado a este taxón, hemos preferido utilizar la nomenclatura abierta para nombrar los organismos como el figurado en la Lám. 2, fig. 7.

Acarinina acarinata Subbotina 1953

Lám. 2, Figs. 1 y 6.

1953 *Acarinina acarinata* Subbotina, pág. 229, lám. 22, figs. 4-10.

1979 *Acarinina (Acarinina) acarinata acarinata* Subbotina, Blow, pág. 904, lám. 97, fig. 7.

Descripción: Los ejemplares incluidos en esta especie tienen la trocoespira baja, de manera que el lado dorsal es plano. La última vuelta de espira está constituida por 4 ó 4 1/2 cámaras subesféricas, globosas y ligeramente deprimidas, lateralmente que crecen regularmente de tamaño. El perfil axial es subredondeado y el contorno ecuatorial varía de subcircular a subcuadrado. Las suturas intercamerales están

poco marcadas y varían de rectas a ligeramente curvas. El ombligo es pequeño y la abertura principal está en posición extraumbilical. La pared es muricada y perforada, estando la murica dispersa.

Distribución: El holotipo de esta especie fue descrito por Subbotina (1953) en el Paleoceno Superior del Cáucaso. Posteriormente ha sido citada en el tránsito Paleoceno-Eoceno en numerosas localidades. Así en el este de África (Blow, 1979), en el centro de Europa (Jednorowska, 1975), etc.

BIOESTRATIGRAFIA

Los foraminíferos planctónicos constituyen una excelente herramienta para datar los materiales que los contienen. Por esta razón se han propuesto algunas biozonaciones que pueden utilizarse a escala global y pretenden tener un carácter estándar (Bolli, 1957; Blow, 1979; Toumarkine y Luterbacher, 1985; Berggren y Miller, 1988). Pero en latitudes altas suelen faltar los indicadores biozonales, lo que dificulta la correlación con latitudes bajas donde generalmente fueron definidas. Sin embargo, la presencia de algunos organismos, tanto en bajas como en altas latitudes, puede ser utilizada para la correlación. Además, en el caso del sondeo Knokke los foraminíferos planctónicos que aparecen son especies superficiales propias de medios someros, lo cual también dificulta la correlación con los medios profundos.

En este sentido, para establecer una bioestratigrafía fiable en las muestras de este sondeo nos hemos encontrado con varios problemas: la ausencia de especies índice y la baja diversidad taxonómica. Así, no se han encontrado representantes del género *Morozovella*, ni de acarínidos con perfil anguloso, ni de *Pseudohastigerina*; taxones generalmente utilizados en la bioestratigrafía del tránsito Paleoceno-Eoceno. Otro problema importantes es la escasez de foraminíferos planctónicos en todas las muestras, salvo en las correspondientes a los metros 220, 221 y 222, donde puede completarse la selección de

300 ejemplares necesarios para cualquier estudio cuantitativo.

En la asociación de las muestras 220, 221 y 222, las especies de *Subbotina* (*S. triangularis*, *S. hornibrooki*, *S. finlayi* y *S. eocaenica*) no tienen un especial significado bioestratigráfico, aunque la abundancia de *S. eocaenica* nos indica claramente niveles por encima del límite Paleoceno-Eoceno (Canudo y Molina, 1992). Más interés para la datación tienen los representantes de *Muricoglobigerina* (*M. chascanona*, *M. aquiensis*, *M. soldadoensis* y *M. esnehensis*). Como se ha indicado en el apartado de distribución de los distintos taxones, *M. aquiensis* y *M. chascanona* se han citado hasta horizontes correlacionales con la Biozona P 6b de Berggren y Miller (1988), la cual se correlaciona con al Biozona P 7 de Blow (1979) y Biozonas de *Morozovella edgari* y *Morozovella subbotinae* de Toumarkine y Luterbacher (1985). Por otra parte, según Canudo y Molina (1992) *M. esnehensis* en el corte de Zumaya tiene su primera aparición en niveles cercanos al límite Paleoceno-Eoceno, más concretamente en la Biozona P 6a de Berggren y Miller (1988). En consecuencia, la asociación de foraminíferos planctónicos en los metros 220-222 bioestratigráficamente se situaría en la parte más alta de la Biozona P 6a o más probablemente en la P 6b de Berggren y Miller (1988).

Más dificultad hay para datar las muestras con foraminíferos planctónicos situadas entre los 277 y 278 metros de profundidad. Básicamente la asociación es similar a la encontrada en los niveles más modernos, pero se diferencia en que no aparece *M. esnehensis*, que es una especie más abundante en las Biozonas P 6b y P 7, aunque puede estar en la parte superior de la Biozona P 6a. Debido a la escasez de foraminíferos planctónicos no existen argumentos sólidos para decidir si la primera aparición de *M. esnehensis* en la muestra 222 es buen indicador bioestratigráfico o viene dada por factores tafonómicos. Si fuera lo primero es muy posible que esta asociación pertenezca a la Biozona P 6a. En definitiva, la parte baja de la formación leper en términos de foraminíferos planctónicos permite caracterizar la Biozona P 6b, pudiendo pertenecer la parte

más baja a la Biozona P 6a de Berggren y Miller (1988).

CRONOESTRATIGRAFÍA

El piso Ypresiense es considerado actualmente por la Subcomisión Internacional de Estratigrafía del Paleógeno como el piso estándar para caracterizar al Eoceno Inferior (Jenkins y Luterbacher, 1992). Según la Subcomisión la base de este piso marcaría el límite entre el Paleoceno y el Eoceno, lo cual le confiere un gran interés a la datación y correlación de la base del Ypresiense.

El Ypresiense fue definido por Dumont (1849) y recientemente ha sido revisado por Willems *et al.*, (1981). La extrema base de este piso no ha podido ser datada con fósiles calcáreos debido a su ausencia. Sin embargo, existen palinomorfos, que según Coninck (1990) permiten afirmar que la Biozona W 2 de dinoflagelados se encuentra en la base del Ypresiense de Bélgica. Además, Dupuis *et al.*, (1990) han reconocido en la base de la Formación leper en este sondeo la Biozona de acme de *Deflandrea oebisfeldensis* y el techo de *A.hyperacanthum*. En niveles ligeramente más altos (metros 265 a 245) han sido encontrados por King (1990) algunos ejemplares del Pteropodo *Spiratella mercinensis*, lo cual le ha permitido atribuirlos a la Biozona GP 6 de King (1981). Por otra parte, los primeros niveles que contienen nannoplancton calcáreo (229 m a 245 m) han sido datados por Steurbaut (1990) como pertenecientes a la Biozona NP 11 de Martini (1971). Estos niveles corresponderían a la parte superior del intervalo estudiado en este trabajo con lo que no puede descartarse que la base del Ypresiense pertenezca a la biozona NP 10 o incluso al techo de la NP 9. Por otro lado, correlaciones de síntesis a escala global realizadas por Berggren *et al.*, (1985) sitúan la base del Ypresiense en coincidencia con el límite NP 9/NP 10. Sin embargo, más recientemente Aubry *et al.*, (1988) sitúan la base de este piso dentro de la Biozona NP 10, pero estas atribuciones las realizan por correlación indirecta ya que no existen nannofósiles calcáreos en la base del Ypresiense.

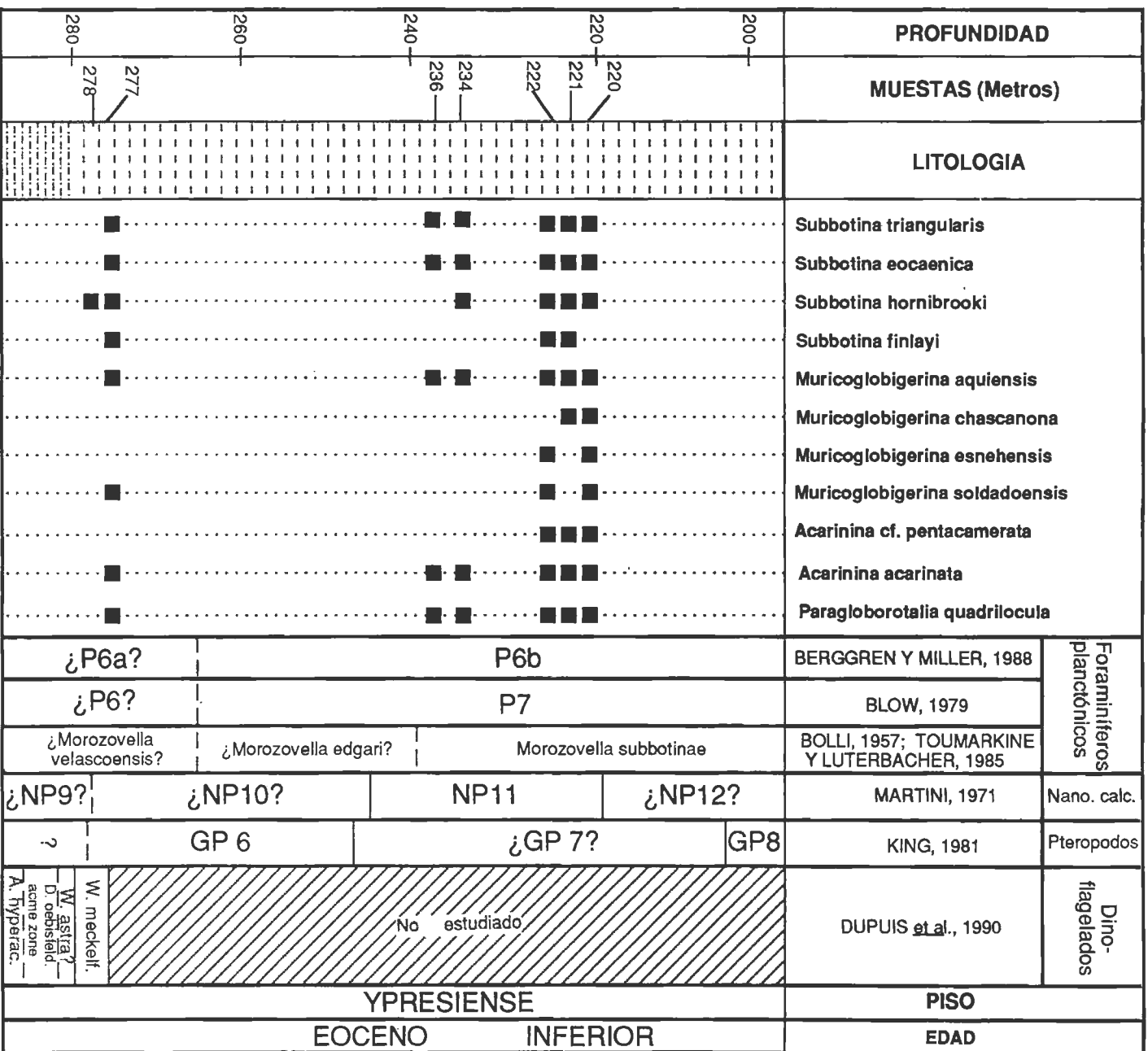


Fig. 2: Bioestratigrafía con foraminíferos planctónicos y correlación con otras escalas de la parte inferior de la Formación Ieper en el sondeo de Knokke.

Los foraminíferos planctónicos encontrados son poco significativos biostratigráficamente, muchas especies están ausentes debido a la latitud y poca profundidad. Otras como *Pseudohastigerina wilcoxensis* migran a esta cuenca tardíamente cuando las condiciones de temperatura y profundidad lo permiten (Molina *et al.*, 1992). Esto se confirma por la aparición de dicha especie en la parte alta de la Formación leper (metro 154,8) en niveles correlacionables con la Biozona NP 12 (King, 1992).

En definitiva, las asociaciones encontradas en foraminíferos planctónicos al ser comparadas con las de los cortes de Campo (Molina *et al.*, 1992) y Zumaya (Canudo y Molina, 1992), permiten atribuir la parte inferior de la Formación leper a la Biozona P 6b y la parte más baja posiblemente a la parte superior de la Biozona P 6a de Berggren y Miller (1988). Esta datación es congruente con las correspondientes a dinoflagelados (Dupuis *et al.*, 1990), nannoplancton calcáreo (Steurbaut, 1990), y Pteropodos (King, 1990). En consecuencia, el límite Ypresiense/Landeniense de Bélgica podría coincidir con el evento anóxico encontrado en Zumaya en la parte superior de la Biozona P 6a, el cual coincide con la gran extinción de microforaminíferos bentónicos batiales y abisales, así como con el gran cambio negativo en los isótopos de C 13, evento que está siendo últimamente utilizado para marcar el límite Paleoceno/Eoceno.

CONCLUSIONES

El Ypresiense es el piso estándar para el Eoceno Inferior, pero originalmente no fue designado un corte estratotipo, considerándose que la Formación leper de Bélgica representa al Ypresiense. Debido a la poca profundidad en que se depositó esta formación las asociaciones de foraminíferos planctónicos son escasas y poco diversificadas, si bien la aquí estudiada es mejor que las encontradas en otras partes de Bélgica. La asociación de foraminíferos planctónicos que se han reconocido en la parte baja de la formación leper en el sondeo de Knokke (11 E/138) en Bélgica es la siguiente: *Subbotina hornibrooki*, *Subbotina*

triangularis, *Subbotina eocaenica*, *Subbotina finlayi*, *Acarinina acarinata*, *Acarinina cf. pentacamerata*, *Muricoglobigerina aquiensis*, *Muricoglobigerina chascanona*, *Muricoglobigerina esnehensis*, *Muricoglobigerina soldadoensis* y *Paragloborotalia quadrilocula*. Esta asociación permite datar la parte inferior del Ypresiense como Biozona P 7 de Blow (1979), Biozonas de *Morozovella edgari* o *Morozovella subbotinae* de Toumarkine y Luterbacher (1985) y Biozona P 6b de Berggren y Miller (1988). Además, existe un nivel con foraminíferos planctónicos cerca de la base de la Formación leper, que junto a los datos aportados por otros microfósiles, permiten afirmar que el límite inferior del Ypresiense estratotípico podría coincidir con el evento anóxico de la Biozona P 6a de Berggren y Miller (1988) utilizado para marcar el límite Paleoceno/Eoceno.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Servicio Geológico de Bélgica el habernos permitido tomar las muestras para nuestro estudio. Este trabajo se ha realizado en el marco del proyecto subvencionado por la DGICYT número PS 91 – 0172, titulado: "Micropaleontología y cronoestratigrafía del Paleógeno por medio de foraminíferos planctónicos" y del proyecto IGCP: 308 (Paleocene/Eocene boundary events).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AUBRY M. P., BERGGREN W. A., KENT D., FLYNN J. J., KLITGROD K. D., OBRADOVICH J. D., PROTHERO D. R.
1988 *Paleogene geochronology: an integrated approach*, *Paleoceanography*, vol. 3, pp. 707-742.
- BELDFORD D. J.
1984 *Tertiary foraminifera and age of sediments OK Tedi-Wabagm Papua, New Guinea*. Bureau of Mineral Resources and Geophysics, vol. 216, pp. 1-52.
- BERGGREN W. A.
1960 *Some planktonic foraminifera from the Lower Eocene (Ypresian) of Denmark and Northwestern Germany*. *Stockholm Contr. Geol.*, vol. 5, No. 3, pp. 41-108.
- 1969 *Paleogene biostratigraphy of planktonic foraminifera of Northern Europe*. *Proc. Intern. I. Conf. Plank. Microfossils*, vol. 5, pp. 121-160.

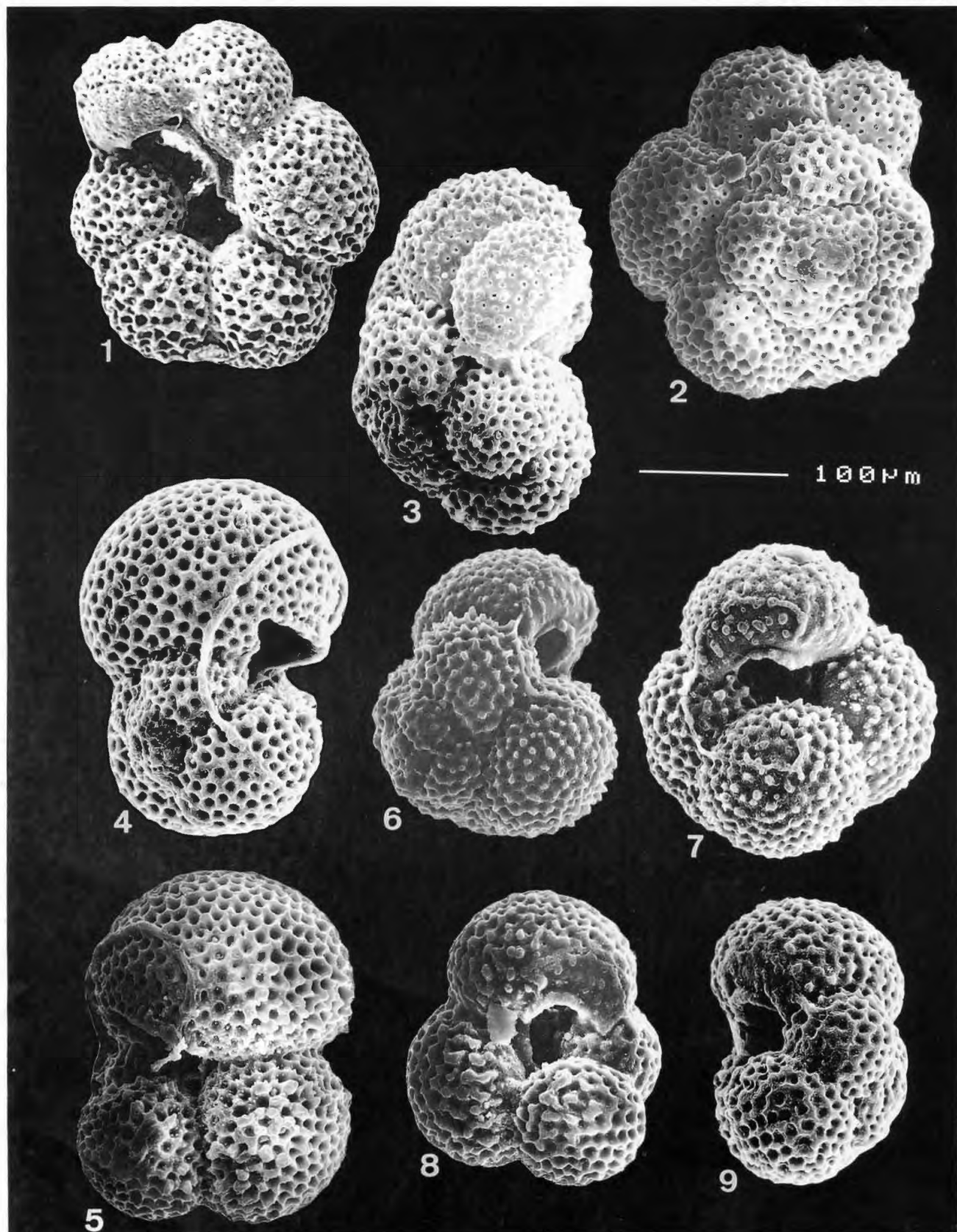
- BERGGREN W. A., KENT D. V., FLYNN J. J.
1985 *Jurassic to Paleogene. Part 2, Paleogene geochronology and chronostratigraphy*. Geol. soc. Lond. Mém. 10, pp. 1411-1495.
- BERGGREN W. A., MILLER K. G.
1988 *Paleogene tropical planktonic foraminiferal biostratigraphy and magnetobiochronology*. Micropalaeontology. vol. 34, No. 4, pp. 362-380.
- BLOW W. H.
1979 *The Cainozoic Globigerinidae. A study of the morphology, taxonomy, evolutionary relationships and the stratigraphical distribution of some Globigerinidae (mainly Globigerinacea)*. E. J. Brill (ed.), 3 vol., pp. 1-1413.
- BOLLI W. A.
1957 *The genera Globigerina and Globorotalia in the Paleocene-Eocene Lizard Spring Formation of Trinidad. B.W.I.* U.S. Nat. Mus. Bull., 215, pp. 155-172.
- BRONNIMAN P.
1952 *Trinidad Paleocene and Lower Eocene Globigerinidae*. Bull. Amer. Paleont., vol. 34, No. 143, pp. 1-34.
- CANUDO J. I. en prensa
Los foraminíferos planctónicos del Paleoceno-Eoceno en el Prepirineo meridional y su comparación con la Cordillera Bética. Memorias del Museo Paleontología de Zaragoza, vol. 6, pp. 1-435.
- CANUDO J. I., MOLINA E.
1991 *Planktic Foraminiferal Faunal turnover and biostratigraphy of the Paleocene-Eocene boundary at Zumaya, Northern Spain*. Rev. Soc. Geol. España, vol. 5, No. 1-2, pp. 145-157.
- 1992 *Bioestratigrafía con foraminíferos planctónicos del Paleógeno del Pirineo*. N. Jb. Geol. Paläont. Abh. Vol. 186, No. 1-2, pp. 97-135.
- CAVELIER C., POMEROL CH.
1986 *Stratigraphy of the Paleogene*. Bulletin de la Société géologique de France, 8° série vol. II, No. 2, pp. 255-265.
- CIFELLI R.
1982 *Early occurrences and some phylogenetic implications of spiny, honeycomb textured planktonic foraminifera*. J. Foram. Res., vol. 12, pp. 105-112.
- DE CONINCK J.
1990 *Ypresian organic - walled phytoplankton in the Belgian Basin and adjacent areas*. Bulletin de la Société belge de Géologie. vol. 97, fasc. 3-4, pp. 287-319.
- DUMONT A.
1849 *Rapport sur la carte géologique du Royaume*. Bull. Acad. Roy. Sciences, vol. 16, No. 2, pp. 351-373.
- DUPUIS C., DE CONINCK J., STEURBAUT E., eds.
1988 *The Ypresian stratotype*. Bulletin de la Société belge de Géologie, vol. 97, fasc. 3-4. pp. 1-478.
- DUPUIS C., DE CONINCK J., GUERNET C., ROCHE E.
1990 *Biostratigraphic data - Ostracods and organic walled microfossils - of the Landen Formation and the base of the Ieper Formation in the Knokke borehole*. Mém. Expl. Cartes Géologiques et Minières de la Belgique, No. 29, pp. 33-45.
- FLEISHER R. L.
1974 *Cenozoic planktonic Foraminifera and biostratigraphy Arabian, DSDP, Leg 23 A*. Initial Repts. DSDP, vol. 23, pp. 1001-1072.
- HOOYBERGHS H. J. F.
1983 *Contribution to the study of planktonic foraminifera in the Belgian Tertiary*. Aardkund. Medelingen, vol. 2, pp. 1-131.
- JEDNOROWSKA A.
1975 *Small foraminifera assemblages in the Paleocene of the Polish western Carpathians*. Geologica Polonica, vol. 47, pp. 1-103.
- JENKINS G. D., LUTERBACHER H.
1992 *Paleogene stages and their boundaries (Introductory remarks)*. N. Jb. Geol. Paläont. Abh., vol. 186, Nos. 1-2, pp. 1-5.
- KING C.
1981 *The stratigraphy of the London Clay and associated deposits*. Ed. Brill, Rotterdam, pp. 1-148.
- 1990 *Eocene stratigraphy of the Knokke borehole (Belgium)*. Mém. Expl. Cartes Géologiques et Minières de la Belgique, No. 29, pp. 67-102.
- LAGA P., VANDERBERGHE N.
1990 *The Knokke Well (11E/138) with a description of the Den Haan (22W/276) and Oostduinkerke (35E/142) wells*. Mém. Expl. Cartes Géologiques et Minières de la Belgique, No. 29, pp. 3-7.
- LI Q. Y.
1987 *Origin, phylogenetic development and systematic taxonomy of the Tenuitella plexus (Globigerinitidae, Globigerinina)*. Journ. Foram. Research., vol. 17, No. 4, pp. 298-320.
- LOEBLICH A. R. JR., TAPPAN H.
1957 *Planktonic foraminifera of the Paleocene and early Eocene age from the Gulf and Atlantic coastal plains*. U.S. Nat. Mus. Bull., vol. 215, pp. 173-197.

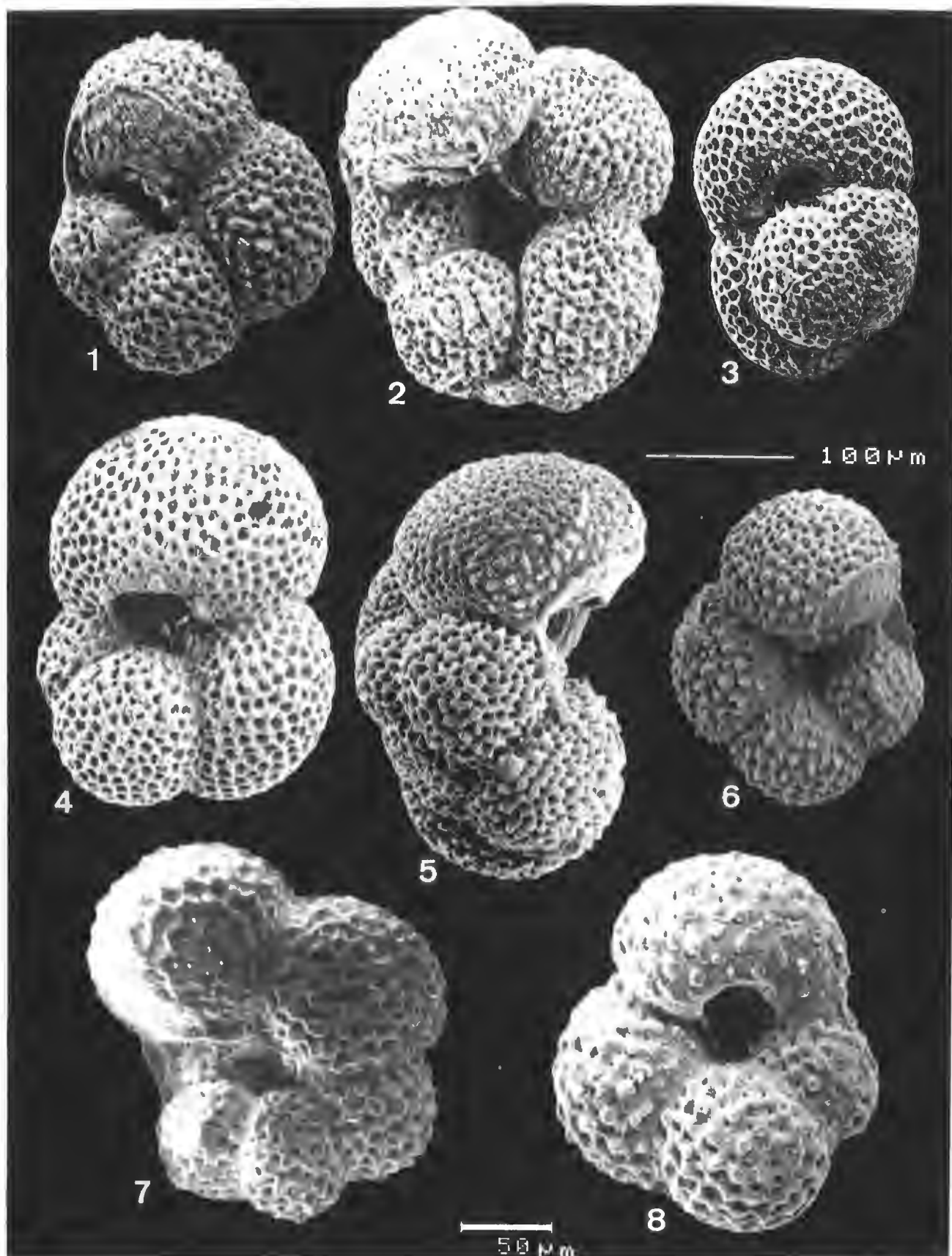
- LUTERBACHER H. P.
1975 *Planktonic foraminifera of the Paleocene and early Eocene, Possagno section*. Schweitz., Palont. Abh., vol. 97, pp. 57-67.
- MARTINI E.
1971 *Standard Tertiary and Quaternary calcareous nannoplakton*. Proceedings of the II Planktonic Conference. Tecnoscienza, vol. 2, pp. 739-785.
- MOLINA E., CANUDO J. I., GUERNET C., MCDUGALL K., ORTIZ N., PASCUAL J. O., PARES J. M., SAMSO J. M., SERRA KIEL J., TOSQUELLA J.
1992 *The stratotypic Ilerdian revisited: Integrated stratigraphy across the Paleocene/Eocene boundary*. Revue de Micropaléontologie, vol. 35, No. 2, pp. 143-156.
- NAKKADY S. E.
1950 *A new foraminiferal fauna from the Esna shales and Upper Cretaceous chalk of Wgypt*. J. Paleont., vol. 24, pp. 675-692.
- OLSSON R. K., HEMLEBEN C., BERGGREN W., LIU CH.
1992 *Wall texture classification of planktonic foraminifera genera in the Lower Danian*. Journal Foram. Research, vol. 22, No. 3, pp. 195-213.
- PREMOLI SILVA I., BOERSMA A.
1988 *Atlantic Eocene planktonic foraminiferal historical biogeography and paleohydrographic indices*. Palaeogeogr., Palaeoclimat., Palaeoecol., vol. 67, pp. 315-356.
- PUJOL C.
1983 *Cenozoic planktonic foraminiferal biostratigraphy of the Southwestern Atlantic (Rio Grande Size): DSDP leg 72*. Initial Repts. DSDP, vol. 72, pp. 623-673.
- PUJOL C., SIGAL J.
1979 *Les Foraminifères planctoniques Paléogènes du site 245 Bassin de Madagascar - Biostratigraphie (DSDP, leg. 25)*. Centre National de la recherche scientifique, pp. 1-105.
- SALAJ J., POZARYSKA K., SZCECHURA J.
1976 *Foraminiferida, zonation and subzonation of the Paleocene of Tunisia*. Acta Paleont. Polonica, vol. 21, No. 2, pp. 127-190.
- SAMANTA B. K.
1973 *Planktonic foraminifera from the Paleocene-Eocene succession in the Rakhi Nala, Sulaiman Range, Pakistan*. Bulletin of the British Museum (Natural History) Geology, vol. 22, No. 6, pp. 424-482.
- STEURBAUT E.
1988 *New Early and Middle Eocene calcareous-nannoplankton events and correlations in middle to high latitudes of the northern hemisphere*. Newsl. Stratigr., vol. 18, No. 2, pp. 99-115.
- 1990 *Calcareous Nannoplankton assemblages from the Tertiary in the Knokke borehole*. Mém. Expl. Géologues et minières de la Belgique, No. 29, pp. 47-62.
- SUBBOTINA N. N.
1953 *Fossil Foraminifera of the USSR, Globigerinidae, Wankeninidae and Globorotalidae*. VNIGRI Mikrof. SSSR, vol. 76, pp. 1-296.
- TOUMARKINE M., LUTERBACHER H. P.
1985 *Paleocene and Eocene planktic foraminifera in Plankton Stratigraphy*. Bolli H. M., Saunders J. B., Perch-Nielsen K. Eds., Cambridge University Press., pp. 88-153.

LÁMINA 1

Foraminíferos planctónicos representativos de la parte inferior del Ypresiense en el sondeo de Knokke. La escala en todos los ejemplares es de 100µm.

- 1, 2 y 3 *Muricoglobigerina esnehensis* (Nakkady). Muestra 222.
- 4 y 5 *Subbotina eocaenica* (Terquem). Muestra 222
- 6 y 7 *Muricoglobigerina chascanona* (Loeblich y Tappan). Muestra 220.
- 8 y 9 *Muricoglobigerina aquiensis* (Loeblich y Tappan). Muestra 222.





VANDERBERGUE N., LAGA P., HERMAN J., BACCAERT JU.

- 1990 *Lithological description of the Knokke well*. Mem. Expl. Cartes Géologiques et Minières de la Belgica, No. 29, pp. 9-17.

WHITE C.

- 1928 *Some index foraminifera of the Tampico Embayment area of Mexico. Part I*. J. Paleont., vol. 2, No. 3, pp. 177-215.

WILLEMS W.

- 1980 *De foraminiferen van de Ieper Formatie (Onder-Eocenn) in het zuidelijk Noordzeebekkeev (biostratigraphic, paleoekologie, systematik)*. Tesis Univ. Gent.

- 1988 *Iconography of the Ypresian Foraminifera of the Belgian Basin and description of new Benthic species*. Bulletin de la Société belge de Géologie, vol. 97, No. 3/4, pp. 385-435.

WILLEMS W., BIGNOT G., MOORKENS TH.

- 1981 *Ypresian*. Bull. Inf. Géol. Bassin de Paris, Mém. 2, pp. 267-299.-

*Manuscrito recibido el 15-IV-1993**Manuscrito aceptado el 27-IV-1993*

LÁMINA 2

Foraminíferos planctónicos representativos de la parte inferior del Ypresiense en el sondeo de Knokke. La escala en todos los ejemplares es de 100µm, excepto en el 7 y 8 que es de 50µm.

- | | |
|-------|--|
| 1 | <i>Acarinina acarinata</i> . (Subbotina) Muestra 222 |
| 2 y 5 | <i>Muricoglobigerina soldadoensis</i> . (Brönniman) Muestra 222 |
| 3 | <i>Paragloborotalia quadrilocula</i> . (Blow) Muestra 221 |
| 4 | <i>Subbotina triangularis</i> . (White) Muestra 222 |
| 6 | <i>Acarinina acarinata</i> . (Subbotina) Muestra 222 |
| 7 | <i>Acarinina cf. pentacamerata</i> . (Subbotina) Muestra 221 |
| 8 | <i>Muricoglobigerina aquiensis</i> . (Loeblich y Tappan) Muestra 221 |