

BIOESTRATIGRAFIA Y EVOLUCION DE LOS FORAMINIFEROS PLANCTONICOS DEL LIMITE CRETACICO/TERCIARIO EN OSINAGA (PIRINEO DE NAVARRA).

José I. CANUDO y Eustoquio MOLINA

Departamento de Ciencias de la Tierra. Universidad de Zaragoza. E - 50009

ABSTRACT

The planktic foraminiferal assemblages from Osinaga section (Pyrenees of Navarra) are studied quantitatively. The biostratigraphy is established and the following biozonation has been recognized: *Pseudotextularia deformis* Biozone (Cretaceous), *?Guembelitria cretacea* Biozone, *Parvularugoglobigerina eugubina* Biozone and *Subbotina pseudobulloides* Biozone (Paleogene). An unusual 5 centimetres thick ferruginous level has been found exactly at the Cretaceous/Tertiary boundary. The planktic foraminiferal turnover looks very instantaneous indicating a possibly short hiatus and a catastrophic extinction probably caused by a meteoritic impact of short-term effect. Regional disappearances like that of *Abathamphalus mayaroensis* could have been caused by a regressive-eustatic change of long-term effect.

Key Words: Planktic foraminifera, Cretaceous, Tertiary, Pyrenees, Biostratigraphy, Evolution, Extinction

Introducción

El problema del límite Cretácico/Terciario es el centro de una importante controversia al haberse relacionado con un evento catastrófico. El rápido cambio de las faunas y las importantes anomalías geoquímicas encontradas en este límite han sido interpretadas de numerosas maneras, de las cuales cabe destacar como más probables: el resultado del impacto de un gran meteorito (Alvarez *et al.*, 1980) de volcanismo (McLean, 1985) o de cambios climáticos y del nivel del mar (Donovan *et al.*, 1988).

Gran parte de la polémica se plantea en el modelo de extinción que presentan los organismos a lo largo del Cretácico superior. Básicamente se han propuesto dos posibilidades, bien una extinción catastrófica de la fauna típica del Cretácico (dinosaurios, inoceramidos, ammonites, foraminíferos planctónicos etc.) coincidiendo con el límite, o bien que esta extinción fue escalonada y en consecuencia sucedió en un intervalo más o menos amplio de tiempo. En este contexto el grupo de los foraminíferos planctónicos ha sido uno de los más utilizados tanto para defender una extinción masiva instantánea (Smit, 1982), como un extinción escalonada (Keller, 1988) de las especies cretácicas. Otra posibilidad de explicar este problema sería que las diferentes pautas de extinción están relacionadas con dos eventos, uno de largo plazo que produciría desapariciones locales y otro a corto plazo que coincidiría con el límite Cretácico-Terciario y produciría la mayor extinción de especies cretácicas (Canudo *et al.*, 1991).

A pesar de las numerosas investigaciones que se ha realizado sobre el límite Cretácico-Terciario, son por el momento muy pocos los perfiles conocidos más o menos completos y todos ellos en secciones terrestres, ya que en los sondeos del DSDP este intervalo coincide con un hiato más o menos amplio (D'Hont y Keller, 1991). Los Pirineos y en concreto el País Vasco es un área donde se han encontrado y estudiado algunos de los mejores perfiles, con las anomalías geoquímicas y los cambios faunísticos en los foraminíferos

planctónicos, como son el de Zumaya (Percival y Fisher, 1977; Smit y ten Kate, 1982; Lamolda 1988, 90), Sopelana (Lamolda *et al.*, 1983, Orue Etxebarria, 1983-84, Orue Etxebarria, 1985, Rocchia *et al.*, 1988, Mary *et al.*, 1991), Biarritz (Smit, 1982), etc. Sin embargo, en Navarra solamente se conocía el perfil de Musquiz citado por Hillebrant (1966) pero sobre el cual no había un estudio exhaustivo de los foraminíferos planctónicos. La importancia del perfil de Osinaga que estudiamos en este trabajo radica en su singularidad, al tener unas características litológicas únicas, tener un desarrollo importante de las biozonas de la base del Terciario, y por permitir conocer los acontecimientos que sucedieron en este intervalo en el Pirineo navarro, área en la cual existía un vacío de información.

El objetivo de este trabajo es mostrar el modelo de evolución y extinción de los foraminíferos planctónicos a lo largo del tránsito Cretácico - Terciario en el perfil de Osinaga. Con esto se pretende conocer la magnitud de la extinción de este límite en el Pirineo navarro, así como evaluar si han sido más importantes los efectos a largo o a corto plazo en dicho límite en el perfil de Osinaga.

Situación y litología

El perfil de Osinaga está situado en la vertiente sur de la Cordillera pirenaica, en concreto en los afloramientos de materiales del Mesozoico y del Terciario que con dirección NO-SE se encuentran adosados al Pirineo central paleozoico. El perfil de Osinaga se encuentra en el flanco sur de un sinclinal, en cuyo núcleo aflora el Cretácico superior y que continúa hasta el Eoceno superior. Al perfil se accede por la carretera nacional 240, de Pamplona a San Sebastián, tomando a 100 metros del Km. 11, la carretera en dirección a Osinaga y a 1 km. de este pueblo, en un pequeño talud aflora el límite Cretácico/Terciario.

Figura 1: Situación geográfica del límite Cretácico/Terciario en Osinaga

En la sección de Osinaga los sedimentos del Cretácico superior están formados por margas arcillosas gris verdosas con abundantes óxidos de hierro, que se encuentran tanto rellenando perforaciones de organismos como en nódulos con formas irregulares y que suelen ser de tamaños centimétricos. El límite con el Terciario está situado en una capa de 5 cms. formada exclusivamente por nódulos y óxidos de hierro pulvulentos. Lateralmente esta capa tiene una potencia variable entre 4 y 7 cms. Por encima están situados los materiales del Paleoceno compuestos por secuencias centimétricas de arcillas, margas y calizas margosas de colores pardos. Hay pequeñas perforaciones rellenas de óxidos de hierro, pero no se ha observado que atraviesen el límite.

Material y métodos

El lugar donde aflora el límite Cretácico/Terciario en Osinaga se limpio superficialmente hasta obtener una roca inalterada. Las muestras se recogieron de manera continua en intervalos cada 5 cms. debajo del límite. Por encima, el intervalo de muestreo fue de 2 o 3 cms en los niveles margosos, en los más calcáreos se recogieron muestras para realizar láminas delgadas. Las muestras margosas se disgregaron exclusivamente con agua y se lavaron con los tamices de 32 μm y 63 μm . La conservación de los foraminíferos planctónicos es buena en las muestras del Cretácico y regular en las del Paleoceno, en ambos casos la calcita original está recristalizada y no se han observado signos de disolución.

El estudio de los foraminíferos planctónicos se ha realizado de manera cuantitativa. Previo cuarteamiento de la muestra se han separado 300 - 400 ejemplares de la fracción por encima de 63 μm . Todos estos ejemplares se han montado en celdillas numeradas para ser determinados y estudiados con posterioridad. Finalmente, se ha revisado la fracción mayor de 32 μm para buscar las especies de menor tamaño, y el resto de la fracción mayor de 63 μm para las especies raras que se encuentran por debajo del 1%.

Bioestratigrafía

La biozonación utilizada en la base del Paleoceno es la propuesta para el Paleógeno del Pirineo (Canudo y Molina, 1992). Para el Cretácico superior se ha modificado la de Keller (1988), adaptándola a las características bioestratigráficas del Pirineo. Los límites entre las biozonas se han situado en biohorizontes, tanto de última aparición (U.A.), como de primera aparición (P.A.)

- **Biozona de *Pseudotextularia deformis***: Biozona de intervalo entre la U. A. de *Abathomphalus mayaroensis* y la U. A. de *Pseudotextularia deformis*. Se han estudiado solamente los últimos 25 cms de esta biozona. Generalmente la parte más moderna del Cretácico superior se caracteriza con la Biozona de extensión total de "*Abathomphalus*" *mayaroensis* de Bolli (1957), ya que la extinción de esta especie coincide con el límite Cretácico/Terciario. Esta especie es frecuente en facies profundas y de latitudes bajas, sin embargo suele estar ausente en facies de plataforma (Keller, 1988) o bien desaparece antes del límite Cretácico-Terciario en latitudes altas (Blow, 1979). En el perfil de Osinaga no se ha encontrado *A. mayaroensis*, lo que confirma la ausencia de esta especie en la parte más moderna del Maastrichtiense del Pirineo (Lamolda et al., 1983). Por esta razón, se ha modificado la definición de la Biozona de *P. deformis* de Keller (1988), ya que utiliza esta biozona con un sentido más amplio al incluir en ella el intervalo entre la U. A. de *G. gansseri* y la U. A. de *P. deformis*. Por lo tanto, la biozona aquí utilizada correspondería con el techo de la Cronozona de *Abathomphalus mayaroensis*.

En esta biozona son muy abundantes las especies de Heterohelícidos (>10%), especialmente *Spiroplecta navarroensis*, *Spiroplecta globulosa* y *Pseudoquembelina costulata*. Entre el 5-10% suelen encontrarse *Globigerinelloides yaucoensis*, *Globigerinelloides messinae*, *Spiroplecta pseudotessera*, *Globotruncanella petaloidea*, *Rugoglobigerina rugosa* y *Hedbergella holmdelensis*. El resto de especies, que son las más fuertemente ornamentadas y con una morfología más compleja suelen estar en proporciones bajas, que no suelen sobrepasar el 5% y en muchas especies no llegan al 1%.

El índice planctónicos/bentónicos es bastante uniforme ya que oscila poco del 85 % en toda esta biozona. De entre los bentónicos, el 95% son foraminíferos con pared calcítica y el 5 % con la pared aglutinada, mientras que no están representados los que la tienen aporcelanada. Otros grupos de microfósiles se encuentran en porcentajes menores del 5%; se han reconocido ostrácodos, calcisferas e ictiolitos. El resto de la fracción está compuesto en su mayoría por minerales de mica (moscovita y biotita), óxidos de hierro (en aglomerados esféricos) y más escasamente cuarzo detrítico.

- **Biozona de *Guembelitra cretacea***: Biozona de intervalo entre la U.A. de *P. deformis* (que coincide con el límite Cretácico-Terciario) y la P. A. de *P. eugubina*. En el perfil de Osinaga hay un intervalo que varía entre 5 y 7 cms. entre la gran extinción de los foraminíferos planctónicos cretácicos y la P. A. del indicador zonal *P. eugubina*, que corresponde a un intervalo que podría ser equivalente a la Biozona de *G. cretacea*, pero al no tener foraminíferos planctónicos no se puede asegurar. En las secciones más completas del límite esta biozona se encuentra representada en una arcilla negra que se denomina arcilla del límite (Smit, 1982; Canudo et al., 1991); sin embargo, en Osinaga este intervalo está compuesto por óxidos de hierro pulverulentos y nódulos ferruginosos. Esta facies podría representar un intervalo con un depósito muy lento o sin depósito en parte de esta biozona y/o la parte inferior de la Biozona de *Parvularugoglobigerina eugubina*.

En la fracción por encima de 63 μm de esta biozona no se han encontrado ningún foraminífero planctónico, solamente se han reconocido escasísimos foraminíferos bentónicos en un estado muy deficiente de conservación. La mayor parte de la fracción está compuesta por óxidos de hierro y más escasamente cuarzo, micas y glauconita.

- **Biozona de *Parvularugoglobigerina eugubina***: Biozona de intervalo entre la P.A. de *P. eugubina* y a la P. A. de *S. pseudobulloides*. Esta biozona tiene 40 cms en el perfil de Osinaga. Respecto al límite inferior, la P.A. de *P. eugubina* coincide con la P. A. de *P. longiapertura* en el perfil de Osinaga; sin embargo, en el Sur de España no son coincidentes, por lo que el límite inferior de la Biozona de *P. eugubina* está situado ligeramente por encima de la Biozona de *P. longiapertura* de Canudo et al., (1991).

En esta biozona suelen estar por encima del 10% las siguientes especies: *Woodringina claytonensis*, *Chiloguembelina midwayensis* y *Parvularugoglobigerina eugubina*. Entre el 5 y el 10% se pueden encontrar *Spiroplecta navarroensis* (solo en la parte baja), *Chiloguembelina morsei* y *Parvularugoglobigerina cf. fringa*. El resto de especies están por debajo del 5%. Cabe destacar el bajo porcentaje de *P. longiapertura*, especie que suele ser muy abundante en esta biozona en las cordilleras Béticas.

Los foraminíferos bentónicos son muy abundantes, en especial los que tienen la pared calcítica; los aporcelanados no están representados y los arenáceos están en proporciones menores del 5%. El índice planctónicos/bentónicos varía entre un 45% y un 75%, de lo que se desprende que en las muestras de la base del Terciario hay un menor número de foraminíferos

planctónicos que bentónicos respecto al intervalo del Cretácico estudiado y además, es menos uniforme. En la Biozona de *Parvularugoglobigerina eugubina* son muy abundantes las calcisferas, siendo el grupo de microfósiles más abundante. Otros grupos son muy escasos, así ostrácodos y restos de peces están por debajo del 1%, con excepción de la muestra situada de 16 a 19 cm encima del límite, en la cual hay un 3% de organismos silíceos, esta presencia coincide con la de foraminíferos cretácicos reelaborados en una proporción del 10%. En el resto de la muestra son muy abundantes los fragmentos calcíticos inidentificables y el cuarzo. También se han reconocido óxidos de hierro (generalmente en aglomerados esféricos) y micas (moscovita y biotita), habiendo una mayor acumulación de estos minerales en la muestra situada entre 16 a 19 cms. encima del límite.

En el perfil de Osinaga, desde prácticamente la base de la Biozona de *P. eugubina* hay una presencia de facies con alto contenido en carbonato, esto podría representar una mayor productividad del océano, y/o en un medio más somero, al comparar con las secciones del Theys occidental (Smit, 1982, Keller, 1988, Canudo et al., 1991), en las cuales la presencia de calizas se inicia en la parte alta de esta Biozona. Este efecto podría estar relacionado con la gran abundancia de calcisferas en la Biozona de *P. eugubina*.

- **Biozona de *Subbotina pseudobulloides*:** Biozona de intervalo entre la P.A. de *S. pseudobulloides* y a la P. A. de *A. trinidadensis*. El límite inferior representa un cambio brusco de las faunas respecto a las de la Biozona de *P. eugubina*. En la base de esta biozona se encuentra la P.A. de los foraminíferos planctónicos del Terciario que tienen un tamaño mayor de 150 μm . La base de esta biozona está bien caracterizada por la presencia de *S. pseudobulloides*, *Eoglobigerina edita*, *Subbotina triloculinoides* *Globastica daubjergensis* y *Globanomalina inconstans*.

Litológicamente la parte estudiada de esta biozona es una alternancia de calizas y de margas calcáreas pardas. En esta biozona aparecen y/o se diversifican muchas especies de los géneros *Subbotina*, *Globanomalina* y *Eoglobigerina* que van a ser los más abundantes a lo largo del Paleoceno inferior. Otros restos de microfósiles como son Ostrácodos e ictiolitos se encuentran en proporciones menores del 1%.

Evolución de las asociaciones

En el Maastrichtense más alto del perfil de Osinaga se han reconocido 42 especies de foraminíferos planctónicos, por tanto la diversidad de especies es alta y se mantiene estable hasta el límite Cretácico-Terciario (Fig. 2). En este intervalo no se han encontrado desapariciones y/o apariciones anteriores al límite. Las especies cretácicas se encuentran de manera continua hasta el mismo límite y por tanto las extinciones no se producen a lo largo de un intervalo más o menos largo como sucede en otros perfiles más someros (Keller, 1988, 1989). El modelo que se observa en Osinaga es similar al de las secciones depositadas en un medio más profundo como son Caravaca y Agost (Canudo et al., 1991).

En la parte más alta del Maastrichtense en la sección de Osinaga, prácticamente no se producen cambios sustanciales en los porcentajes de foraminíferos planctónicos, lo cual indica que no hubo cambios medioambientales importantes en la parte más alta del Cretácico (Figura 3). En este intervalo dominaban los Heterohelícidos simples (*Pseudoguembelina*, *Striatella*, *Spiroplecta*), que son taxones con una amplia distribución geográfica. La especie *G. cretacea* es escasa (<3%) en los sedimentos del Cretácico superior y únicamente se encuentra como superviviente en la fracción por encima de 63 μm . En el Terciario las proporciones son mayores, ya que oscila entre 10 y el 15%. Un grupo de taxones que varían poco en sus proporciones son los incluidos en *Eoglobigerina*, los cuales no suelen superar el 5%.

Coincidiendo con el límite Cretácico/Terciario desaparecen bruscamente 37 especies de foraminíferos planctónicos, algunas de las cuales están presentes en la biozona de *G. cretacea* de las secciones más completas de este límite (Keller, 1988; Canudo *et al.*, 1991). Esta diferencia tiene su explicación en el amplio desarrollo (de 5 a 7 cms.) que en Osinaga presenta la facies de óxidos de hierro, en la cual no se han encontrado ningún foraminífero planctónico

En la base de la Biozona de *P. eugubina* se encuentran las primeras especies terciarias junto a 7 supervivientes del Cretácico; de éstas *G. cretacea* y *G. cf. trifolia* se encuentran en todas las muestras estudiadas del Paleoceno inferior. El resto que son *H. holmdelensis*, *S. globulosa*, *S. navarroensis*, *S. pseudotessera* y *P. costata* se extinguen entre 7 y 10 cms. por encima del límite. La presencia de especies cretácicas en la base del Terciario ha sido considerada por algunos autores como resultado de la reelaboración, sin embargo, la constante presencia de las mismas especies cretácicas en la Biozona de *G. cretacea* y la parte inferior de la Biozona de *P. eugubina*, en diferentes partes del mundo, parece indicar que estarían "in situ". Por otra parte, la similar conservación de los foraminíferos planctónicos considerados como supervivientes respecto a los claramente terciarios es un argumento más que apoya esta afirmación; sobre todo teniendo en cuenta que en las muestras terciarias se encuentran otros organismos cretácicos con evidentes signos de reelaboración (diferencias de coloración y de conservación). Asimismo, estudios isotópicos en las conchas de estas especies, indican que no serían reelaboradas (Barrera y Keller, 1990)

En Osinaga las especies de foraminíferos planctónicos terciarios tienen su aparición de manera brusca, así entre 5 y 7 cms. por encima del límite aparecen 13 nuevos taxones. Sin embargo, en perfiles donde la base del Terciario es más potente, la aparición de estos foraminíferos no es simultánea, sino en un intervalo algo más potente que comprende la Biozona de *G. cretacea* y la parte inferior de la Biozona de *P. eugubina* (Keller, 1988,89; Canudo *et al.*, 1991).

En relación con la aparición de las especies terciarias en la base de la Biozona de *P. eugubina* hay un cambio brusco respecto a las asociaciones de los foraminíferos planctónicos del Cretácico. La Biozona de *P. eugubina* está caracterizada por la gran abundancia de las especies de *Woodringina* y *Chiloguembelina* (entre el 35% y el 70%) y de *Parvularugoglobigerina* (15%-45%). Respecto a este género, son relativamente más abundantes *P. eugubina* y *P. cf. fringa*, que *P. longiapertura*. En Agost, Caravaca y Sopelana (País Vasco), la mayor abundancia de *P. longiapertura* se encuentra en la parte inferior de la biozona *P. eugubina*, sin embargo la mayor proporción de *P. eugubina* y *P. cf. fringa* se reconoce en la parte alta de esta biozona.

Conclusiones

La diversidad específica en el Maastrichtiense superior de Osinaga se mantiene alta y estable, y es similar a otros perfiles de latitudes más bajas. La mayor diferencia radica en la ausencia significativa en Osinaga de las especies más complejas del género *Planoglobulina* (*P. manuelensis* y *P. riograndensis*) y la desaparición anterior al límite de *A. mayaroensis*. Estas diferencias serían debidas a los efectos a largo plazo que producen desapariciones locales en los medios someros del Maastrichtiense.

El brusco cambio faunístico entre el Cretácico y el Paleoceno en el perfil de Osinaga indica que el efecto a corto plazo de un probable impacto meteorítico pudo ser el desencadenante más importante y último de las extinciones de los foraminíferos planctónicos cretácicos.

La Biozona de *G. cretacea* que suele encontrarse en una facies de arcilla oscura (arcilla del límite), en el perfil de Osinaga pudiera estar representada en un nivel de óxidos de hierro, que se depositarían en condiciones de baja tasa de sedimentación. A lo cual hay que añadir que la extinción de las especies cretácicas en la sección de Osinaga es brusca, encontrándose únicamente 7 supervivientes del Cretácico en la base del Paleoceno. Asimismo, La aparición de las especies terciarias es brusca y en el techo del intervalo de varios centímetros de óxidos de hierro, en el cual no se han encontrado foraminíferos planctónicos. En este intervalo podría estar representada toda la Biozona de *G. cretacea* y posiblemente la parte inferior de la Biozona de *P. eugubina*. En consecuencia, todo esto parece indicar que existe un pequeño hiato en la base del Paleógeno.

Agradecimientos

A la Dirección General de Investigación Científica y Técnica (DGICYT) por la financiación al proyecto PB88-0389-C02-01. Asimismo, este trabajo se ha realizado en el marco del Proyecto nº 293 Phanerozoic Event Markers del PIGC.

Referencias

- Alvarez, L. W.; Alvarez, W.; Asaro, F. y Michel, H.V. (1980): *Science*, 208: 1095-1108.
- Barrera, E. y Keller, G. (1990): *Paleoceanography*, 5
- Blow, W. H. (1979): *Cainozoic Globigerinida*. E. J. Brill eds.: 1413 pp.
- Bolli, H. M. (1957): *U.S. Nat. Mus. Bull.*, 215: 61-81.
- Canudo, J. I.; Keller, G. y Molina, E. (1991): *Marine Micropaleontology*, 17: 319-341.
- Canudo, J. I. y Molina, E. (1992): *N.Jb.Geol. Paläont. MH.* (en prensa)
- D'Hont, S.L. y Keller, G. (1991): *Marine Micropaleontology*, 17: 77-118.
- Donovan, A.D.; Baum, G. R.; Blechschmidt, G.L; Loutit, L.S.; Pflum, C. E.; y Vail, P.R. (1988): *Soc. Econ. Paleontol. Mineral., Spec. Publ.*, 42: 299-307.
- Keller, G. (1988): *Marine Micropaleontology*, 13: 239-263.
- Keller, G. (1989): *Paleoceanography*, 4(3): 287-332.
- Lamolda, M. A. (1988): *Revista Española de Paleontología*, nº Extr.: 152-155.
- Lamolda, M. (1990): *Global Bioevents, Extinction Events in Earth History*, 8: 393-399.
- Lamolda, M. A.; Orue-Etxebarria, X. y Proto Decima, F. (1983): *Zitteliana*, 10: 663-670.
- Mary, C.; Moreau, M.G.; Orue-Etxebarria, X.; Apellaniz, E.; Courtillot, V. (1991): *Earth and Planetary Science Letters*, 106: 133-150.
- McLean, D. M. (1985): *Geophys. Monogr.*, 32: 493-503.
- McLeod, N. y Keller, G. (1991): *Geology*, 19: 497-501.
- Orue Etxebarria, X. (1983-84): *Kobie*, 13-14: 429 pp.
- Orue Etxebarria, X. (1985): *Newsl. Stratigr.*, 15(2): 71-80.
- Percival, S. F. Jr. y Fisher, A. G. (1977): *Evol. Theory*, 3: 1-35.
- Rocchia, R.; Boclet, D.; Bonte, P.; Buffetaut, E.; Orue Etxebarria, X.; Jaeger, J.J. y Jehanno, C. (1988): *C. R. Acad. Sci.Paris*, 307, II: 1217-1223.
- Smit, J. (1982): *Geol. Soc. Am. Spec. Pap.*, 290: 329-352.
- Smit, J. y ten Kate, W. G. H. Z. (1982): *Cretaceous Research*, 3: 307-332.

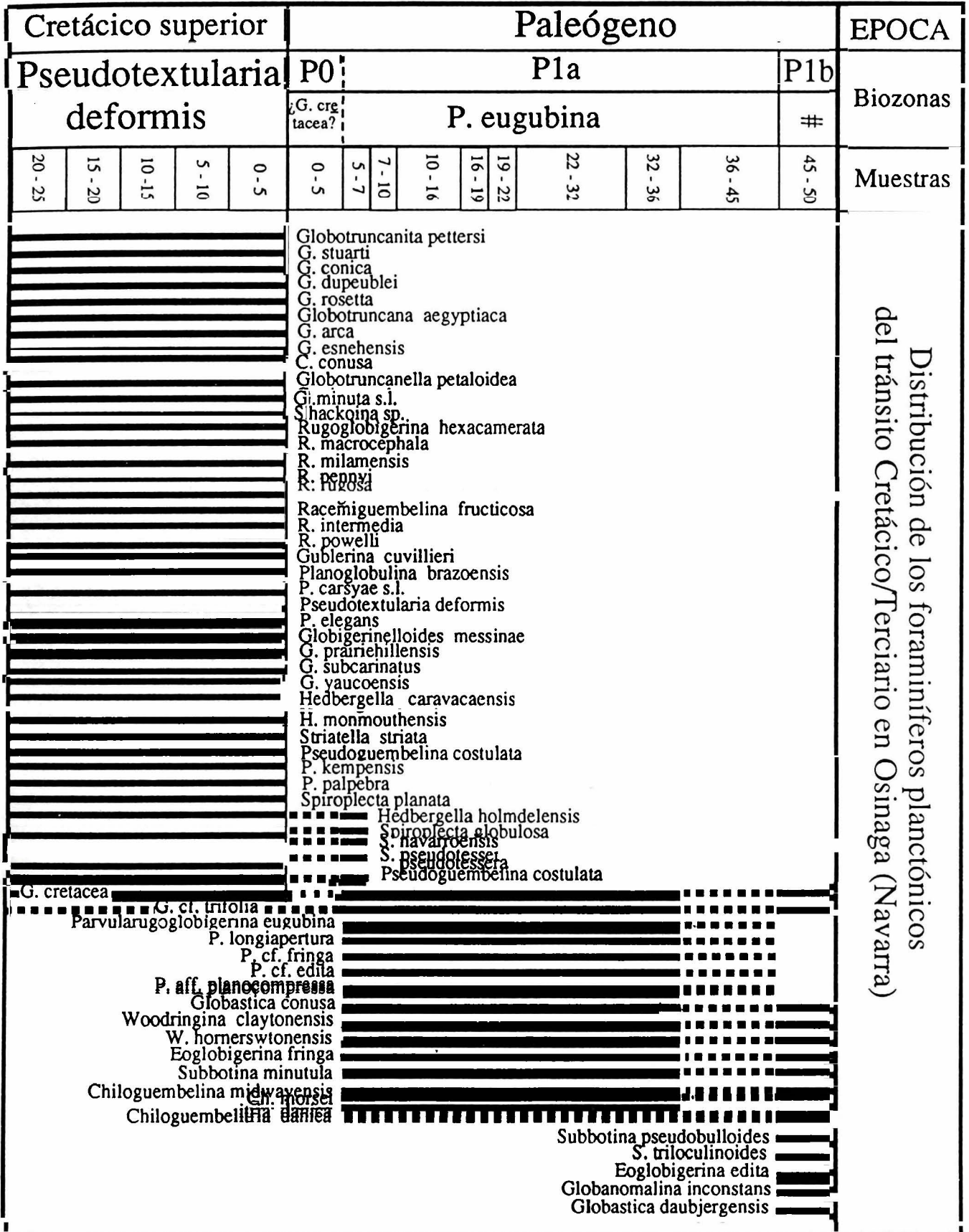


Fig. 2: Distribución estratigráfica de las especies de foraminíferos planctónicos en el límite Cretácico/Terciario en Osinaga. El número de las muestras hace referencia a la distancia en centímetros respecto a dicho límite. #: Biozona de *Subbotina pseudobulloides*

