

# Foraminíferos bentónicos holocenos del talud de Guyana y Surinam (Atlántico Central): su relación con las masas de agua

*Holocene benthic foraminifera of the Guyana slope and Surinam (Central West Atlantic): relationships with water masses*

A. Pascual

Universidad del País Vasco. Dpto. Estratigrafía y Paleontología. Apdo. 644, 48080, Bilbao.

## ABSTRACT

The study of two sedimentary Holocene cores from the upper slope of Guianas (Central West Atlantic) allows for the identification of 139 species of benthic foraminifera. This microfauna is similar to those identified in recent materials from French Guiana and Venezuela. As differences with adjacent areas are the occurrence in this site of abundant individuals of *Hoeglundina elegans* (a cold-water, deep bathyal species, associated with the North Atlantic Deep Water) and the occasional occurrence of *Planulina ariminensis* (species associated with the North East Atlantic Deep Water). Dominant assemblage, which is constituted by *Uvigerina peregrina*, and *Cassidulina carinata*, besides of the occurrence of other species such as *Brizalina subaenariensis*, adapted to low-water oxygenation, seem to indicate upwelling during the Holocene times in this area.

**Key Words:** benthic foraminifera, Holocene, Guianas, Central West Atlantic, upper slope, water masses.

Geogaceta, 26 (1999), 71-74  
ISSN: 0213683X

## Introducción

Se ha estudiado la distribución de los foraminíferos bentónicos a lo largo de dos testigos sedimentarios extraídos del talud superior, frente a las costas de las Guayanas en el Atlántico centrooccidental, entre las desembocaduras del Orinoco en Venezuela y del Amazonas en Brasil. Este último río, el más grande del mundo en caudal, constituye la fuente de sedimentos finos, sobre todo lodos, que se acumulan en la costas de las Guayanas (Eisma y Van der Marel, 1971). La materia en suspensión estimada es de  $1,1$  a  $1,3 \times 10^9$  T/año (Meade *et al*, 1985). De ella,  $1,5 \times 10^8$  T/año, es transportada hacia el noroeste siguiendo la corriente de la Guayana, rama de la corriente Sud Ecuatorial (Muller-Karger *et al*, 1988), llegando hasta la desembocadura del Orinoco situada a unos 1600 km.

Desde el punto de vista sedimentológico se observa en la plataforma marina de las Guayanas dos fases sedimentarias: terrígena y biogénica autigénica, consecuencia del Amazonas cuyos mecanismos de descarga fluctúan dependiendo de las oscilaciones del nivel del mar debido a variaciones glacio-eustáticas unidas a cambios climáticos. Los niveles de mar altos provocan el depósito de los limos amazónicos en el borde litoral. Los niveles regresivos están caracterizados por arenas acompañadas de procesos autigénicos de granos verdes, oolitos ferruginos-

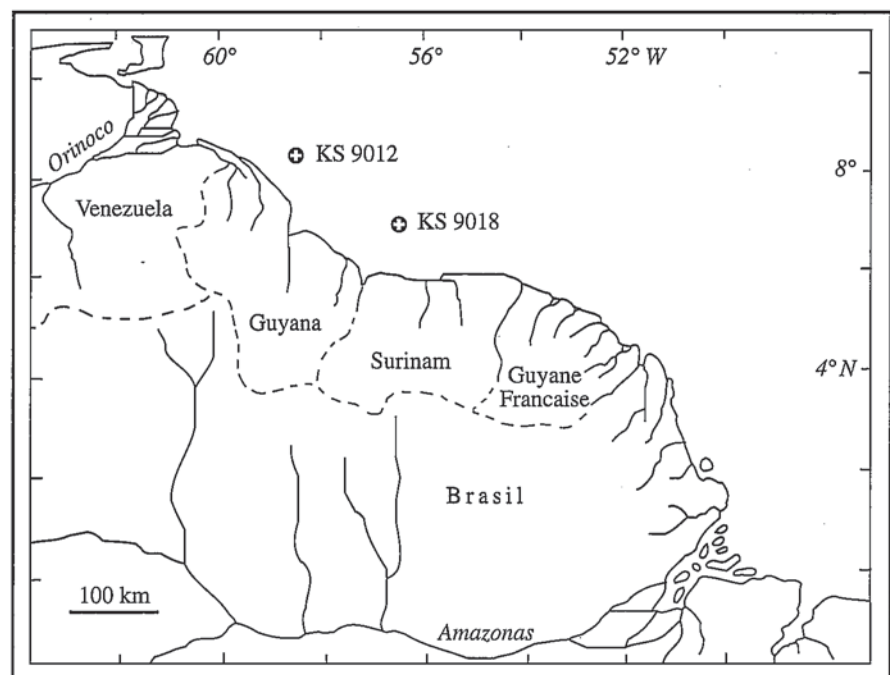


Fig.1.- Localización del área de estudio.

Fig.1.- Location of the studied area.

os y complejos bioarrecifales (Odin *et al*, 1988). Estas arenas cubren la plataforma a partir de la isobata 20, observándose además la presencia de antiguos deltas fluviales, incluso en el talud. En estos periodos de bajo nivel marino, las aguas del Amazonas no invaden las costas de las Guayanas, favoreciendo el desarrollo de arrecifes.

Desde del punto de vista micropaleontológico esta plataforma y su talud correspondiente han sido escasamente analizados. Así Nota (1958) estudia la distribución batimétrica de los foraminíferos bentónicos del oeste de Guyana en la proximidades del Orinoco, definiendo el género *Cassidulina* como propio de la

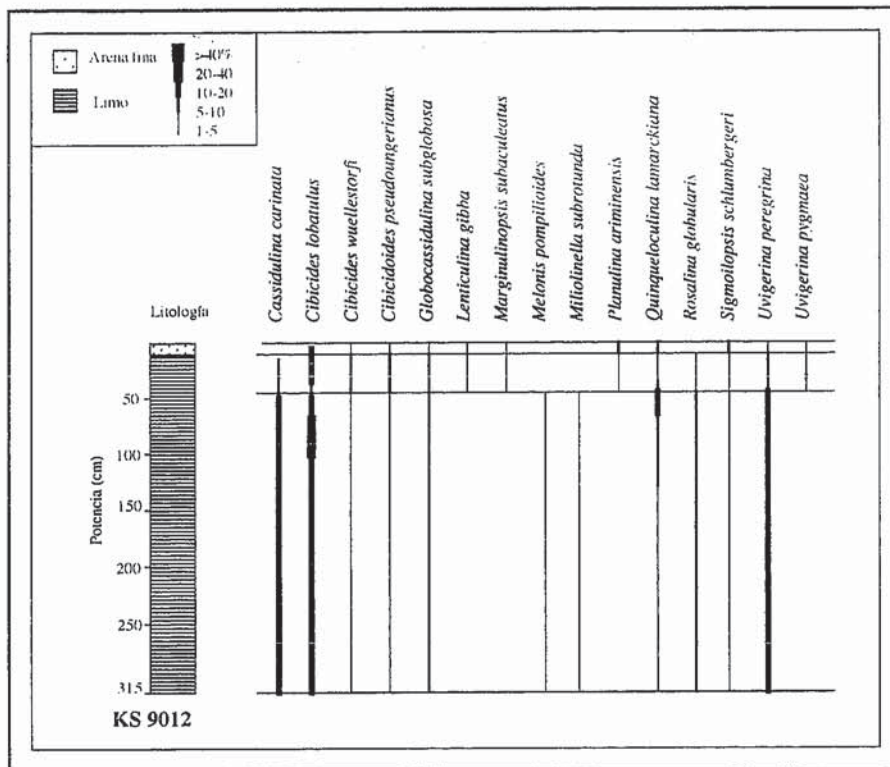


Fig.2.- Sección estratigráfica del testigo KS 9012, mostrando la litología y la distribución de las especies de foraminíferos bentónicos más importantes.

Fig.2.- Stratigraphic section of core KS 9012 showing lithology and distribution of most important benthic foraminifer species.

plataforma distal. Van Voorthuysen (1969) estudia los foraminíferos bentónicos de la zona somera de la plataforma de Surinam. Hofker (1983) completó los estudios anteriores con un trabajo sobre taxonomía, estableciendo además una zona de upwelling al comprobar la disminución o incluso la ausencia de microfau-na tropical. Son más conocidos los foraminíferos bentónicos de la Guayana francesa. Así, Margarel (1977) estudió las asociaciones y su distribución en función de la batimetría y tipo de sedimento, diferenciando como asociación de plataforma externa (70-200 m) la siguiente: *Hanzawaia bertheloti*(d'Orbigny), *Nonionella atlantica* Cushman, *Quinqueloculina bicostata*(d'Orbigny) y *Q. lamarckiana* d'Orbigny, mientras que en el talud dominan especies de Bolivinas y Buliminas junto con *Uvigerina peregrina* Cushman. Además, el estudio de los cambios en las asociaciones de foraminíferos bentónicos que se suceden a lo largo de testigos sedimentarios, ha permitido la reconstrucción de los paleoambientes del Cuaternario terminal de esta plataforma, aportando datos sobre la paleogeografía y paleoceanografía del área estudiada (Pujos y Pascual, 1992; Pascual y Pujos, 1996, 1997).

**Metodología y testigos analizados**

Se han analizado dos testigos sedimentarios de la campaña oceanográfica Guyante 2 (1990) obtenidos por la Universidad de Bordeaux I mediante un perforador modelo «Kullenberg». Estos testigos son comparables a otros de la misma campaña extraídos en la plataforma de Surinam (Pujos y Pascual, 1992) y de Guayana francesa (Pascual y Pujos, 1996, 1997). Se dividieron a intervalos de 2,5 cm, examinándose muestras cada 10 cm, salvo cuando cambios litológicos obligaban a tomar muestras intermedias. De estos niveles fue estudiada la fracción mayor de 63 µm, obteniéndose para el análisis taxonómico unos 300 foraminíferos bentónicos, siempre que fuera posible, o en su defecto, el contenido total de microfauna. Fueron calculados, asimismo, diversos índices de diversidad: nF (número de foraminíferos en 1 gr de sedimento seco); número de especies (S); índice α de diversidad de Fisher, o relación entre el número de individuos y de especies (Fisher *et al*, 1943); índice de Heterogeneidad Shannon-Wiener  $H(S) = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$ , siendo S el número de especies, y  $p_i$  la proporción de la especie i ( $p_i = \%/100$ ) (Murray, 1991); índice de oceanidad de Murray, 1976 (% de planctónicos con respecto a la totalidad de los foraminíferos).

**Testigo KS 9012**

Un total de 118 especies de foraminíferos bentónicos han sido determinadas en este testigo de 315 cm de potencia, obtenido a 185 m de profundidad en la coordenadas 8° 34' 19" N - 58° 30' 02" W (Fig.1). En el se observan dos tipos de sedimento (Fig.2): de la base hasta los primeros 8 cm domina el limo, mientras que a techo se encuentra depositada arena fina. Los foraminíferos más abundantes son aquellos con caparazones calcáreos (>75% de los organismos a lo largo del testigo) destacando las especies *Cassidulina carinata* Cushman, *Cibicides lobatulus* (Walker y Jacob) y *Uvigerina peregrina* Cushman. De techo a muro se observan tres tramos diferenciados de acuerdo con las especies secundarias y los diferentes índices de diversidad:

-De la base hasta los 45 cm la asociación dominante está compuesta por las especies *Cassidulina carinata*, *Cibicides lobatulus* y *Uvigerina peregrina*, acompañadas por *Globocassidulina subglobosa* (Brady), *Quinqueloculina lamarckiana* d'Orbigny y *Rosalina globularis* (d'Orbigny), como especies secundarias. El número de individuos por gramo de sedimento es elevado (nF=5492), siendo alta la diversidad específica (S= 38, α =11, H(S)= 2,244). El índice de oceanidad es igual a 18. En este tramo dominan los caparazones hialinos, llegando los porcelanáceos a alcanzar el 15%, siendo escasos los aglutinantes. Las especies principales y los índices de diversidad indican un medio de plataforma marina externa - parte superior del talud (Murray, 1991).

- A partir de los 45 cm y hasta el tramo arenoso, la especie más abundante es *Cibicides lobatulus*. *Cassidulina carinata* y *Uvigerina peregrina* pasan a ser especies secundarias, junto con *Cibicides wuellerstorfi* (Schwager), *Cibicoides pseudoungerianus* (Cushman) y *Globocassidulina subglobosa*. Desaparecen en este intervalo especies presentes en la parte inferior como *Melonis pompilioides* (Fichtel y Moll) y *Miliolinella subrotunda* (Montagu), apareciendo por el contrario otras como *Lenticulina gibba* (d'Orbigny), *Marginulinopsis subaculeatus* (Cushman), *Planulina ariminensis* d'Orbigny y *Uvigerina pygmaea* d'Orbigny. La proporción entre tipos de caparazones es similar al del tramo anterior. El índice nF disminuye (1340) aumentando sin embargo la diversidad específica (S= 44, α =14, H(S)= 2,524) y el índice de oceanidad (47). La asociación dominante sigue indicando un ambiente similar al del intervalo anterior. El aumento del número de foraminíferos planctónicos seña-

laría además, una mayor estabilidad del medio, no sujeto a corrientes activas, lo que facilita la caída a lo largo de la columna de agua y el depósito sedimentario de dichos caparazones (Murray, 1991).

A techo, en el tramo arenoso, *Cibicides lobatulus* es dominante, estando acompañado de *Planulina ariminensis*, *Quinqueloculina lamarckiana* y *Sigmoilopsis schlumbergeri* (Silvestri), como especies secundarias. Otras especies presentes en los tramos inferiores, desaparecen; es el caso de *Cassidulina carinata* y *Rosalina globularis*. En este sedimento aumenta la proporción de ejemplares con caparazón aglutinante (8%). Los diversos índices calculados siguen la misma pauta de comportamiento que en el tramo anterior: disminución del índice nF (417) y aumento de la diversidad específica ( $S=54$ ,  $\alpha=18$ ,  $H(S)=2,279$ ) y del índice de oceanidad (66). Al igual que en el resto del testigo, la asociación dominante indica un medio de talud superior, mientras que el aumento de ejemplares planctónicos sigue indicando ambientes tranquilos, sin fuertes corrientes (Murray, 1991).

#### Testigo KS 9018

De 263 cm de potencia, fué extraído a 200 m de profundidad en las coordenadas  $7^{\circ}33'48''$  N -  $56^{\circ}38'85''$  W (Fig.1). Se trata de un testigo muy homogéneo en cuanto a la distribución de foraminíferos, puesto que a lo largo del mismo, *Uvigerina peregrina* y *Hoeglundina elegans* (d'Orbigny) aparecen como especies dominantes (Fig. 3). En total, han sido identificadas 70 especies de foraminíferos bentónicos, incluidas en tres tipos de sedimentos :

-De la base hasta los 50 cm aparece depositado limo con intercalaciones de fragmentos de arrecifes. Dichos fragmentos han sido datados mediante  $^{14}\text{C}$  por el Laboratorio Beta Analytic Inc de Miami, con una edad de 23780 años B.P. para la fracción aparecida en los niveles 263-250 cm del testigo, 28320 B.P. para el intervalo correspondiente a 210-200 cm y 25310 B.P. para el intercalado entre 190 y 180 cm. Estos fragmentos parecen proceder de la rotura de antiguos complejos arrecifales formados cuando el nivel del mar se encontraba más bajo. Hasta la fecha se conocían antiguas barreras arrecifales fósiles situadas a 110m de profundidad datadas en 20000 años B.P. y a 90 m con una edad de 17000 años BP, tanto en la Guayana francesa (Pujos y Odin, 1986) como en Brasil (Milliman y Barreto, 1975).

En este intervalo, además de *Uvigerina peregrina* y *Hoeglundina elegans* apa-

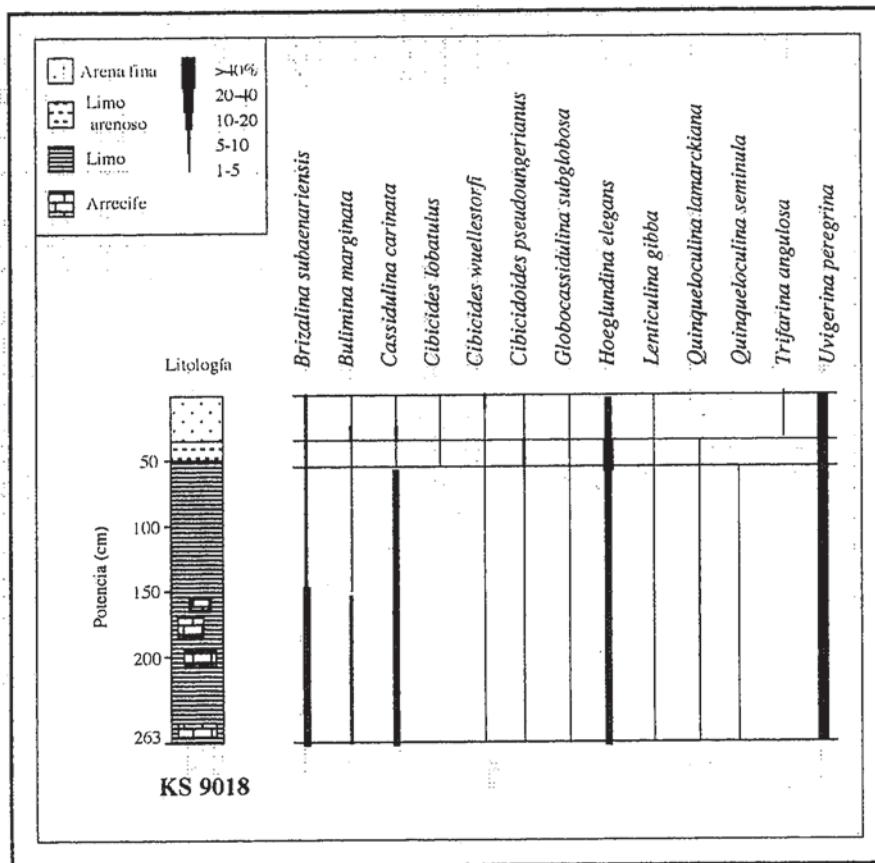


Fig.3.- Sección estratigráfica del testigo KS 9018, mostrando la litología y la distribución de las especies de foraminíferos bentónicos más importantes.

Fig.3.- Stratigraphic section of core KS 9018 showing lithology and distribution of most important benthic foraminifer species.

recen abundantes ejemplares de *Brizalina subaenariensis* (Cushman), *Bulimina marginata* d'Orbigny y sobre todo *Cassidulina carinata*. Esta asociación junto con los valores de los índices de diversidad ( $nF=6249$ ;  $S=33$ ;  $\alpha=9$ ;  $H(S)=2,149$ ) y de oceanidad ( $P/P+B=34$ ) indican un medio batial superior (Murray, 1991). Los foraminíferos de caparazón calcáreo son dominantes, llegando los porcelanáceos a alcanzar el 9%.

- Del anterior episodio y hasta los 35 cm aparece un depósito de limo arenoso, donde aumenta el porcentaje de *Hoeglundina elegans* mientras que *Brizalina subaenariensis* y *Cibicoides pseudoungerianus* son las especies secundarias. *Quinqueloculina seminula* (Linné) desaparece, mientras que *Cibicides lobatulus* comienza a estar presente (Fig.3). En este intervalo los índices de diversidad mantienen unos valores similares a los del tramo anterior ( $S=31$ ;  $\alpha=8$ ;  $H(S)=2,126$ ), disminuyendo sin embargo, el número de individuos nF (1684) y el índice de oceanidad (20), datos que señalarían una perturbación en el ambiente de talud debido a un mayor hidrodinamismo (Murray, 1991).

- A partir de los 35 cm y a techo, sobre un sedimento compuesto por arena fina, se repite la misma asociación del tramo anterior. Aparece por vez primera la especie *Trifarina angulosa* (Williamson), mientras que desaparece *Quinqueloculina lamarckiana*. Disminuye el número de ejemplares con caparazón porcelanáceo hasta el 2%, siendo la proporción de aglutinantes de un 3%, al igual que en el resto del testigo. El aumento en los valores de los índices  $nF=13042$ ,  $S=34$ ,  $\alpha=10$  y  $P/P+B=47$ , indicaría una estabilización del medio, sin grandes corrientes activas en la parte superior del talud (Murray, 1991).

#### Discusión y conclusiones

Un total de 139 especies de foraminíferos bentónicos han sido identificadas en dos testigos obtenidos en el talud superior del área estudiada, sobre sedimentos que representan las facies más recientes, depositadas desde hace 1500 años B.P. (Pascual y Pujos, 1996). De ellas, las más abundantes son *Uvigerina peregrina* y *Cassidulina carinata*, así como *Cibicides lobatulus* en el testigo KS 9012 y

*Hoeglundina elegans* en el KS 9018. Esta asociación es similar a la encontrada por Drooger y Kaasschieter (1958) en el área comprendida entre Trinidad y el Golfo de Paria en la plataforma del Orinoco, si bien especies secundarias como *Uvigerina proboscidea* Schwager y *Eponides regularis* Phleger y Parker presentes en dicho trabajo, no aparecen en esta zona. Existe sin embargo diferencias importantes entre las especies dominantes en este trabajo y las encontradas en el talud de la Guayana francesa (Margerel, 1977), donde a la misma profundidad que en el presente estudio, aparece como dominante *Nonionella atlantica* Cushman, mientras que *Uvigerina peregrina* se sitúa por debajo de los 400m, *Cassidulina carinata*, es dominante a partir de los 600m y *Hoeglundina elegans* es relevante sólo a partir de los 700m.

En cuanto al testigo KS 9012 el cambio más significativo a nivel específico se registra a los 45 cm. Allí aparecen las especies *Marginulinopsis subaculeatus*, *Planulina ariminensis* y *Uvigerina pygmaea*, propias de aguas más frías del Norte del Atlántico (Murray, 1991). *Planulina ariminensis* está asociada al NEADW (North East Atlantic Deep Water) estando presente, entre otras zonas, en Noruega (Mackensen *et al.*, 1985) y en el talud del SW de Azores (Hermelin y Scott, 1985), mientras que *Uvigerina pygmaea*, habita además, en aguas más profundas (960-1380 m) (Weston, 1985). En este nivel aumenta también la proporción de *Cibicides wuellerstorfi*, especie identificada con el NADW (North Atlantic Deep Water) (Galluzo *et al.*, 1990).

*Hoeglundina elegans*, abundante en el testigo KS 9018, es una especie de

aguas frías y profundas (2500-3800 m), que está asociada al NADW (North Atlantic Deep Water) (Streeter y Lavery, 1982). Este dato, junto con el abundante número de ejemplares de *Uvigerina peregrina* y *Cassidulina carinata*, así como la presencia de otras especies como *Brizalina subaenariensis*, adaptadas a condiciones de baja oxigenación en presencia de afloramientos (Sen Gupta *et al.*, 1981), parecen indicar un área sometida a la influencia de un upwelling, ya detectado anteriormente en Surinam (Hofker, 1983).

#### Agradecimientos

La autora agradece al Doctor D. Michel Pujos de la Université de Bordeaux I, la cesión de los testigos estudiados, así como los datos sobre edades absolutas de los tramos arrecifales.

#### Referencias

- Drooger, G.W. y Kaasschieter, J.P.H. (1958): *Verhandelingen der Koninklijke Nederlandse Academie van Wetenschappen, afd. Natuurkunde, Eerste Reeks* 22: 1-108.
- Eisma, D. y Van der Marel, H.W. (1971): *Contributions to Mineralogy and Petrology* 31, 321-334.
- Fisher, R.A., Corbet, A.S. y Williams, C.B. (1943): *Jour. of Animal Ecology* 12:42-58.
- Galluzo, J.J., Sen Gupta, B.K. y Pujos, M. (1990): *Journal of Foraminiferal Research*, 3: 195-211.
- Hermelin, J.O.R. y Scott, D.B. (1985): *Micropaleontology*, 31: 199-220.
- Hofker, J. (1983): *Zoologische Verhandlungen*, 201: 1-75.
- Mackensen A., Sejrup, H.P. y Jansen, E. (1985): *Marine Micropaleontology*, 9: 275-306.
- Margerel, J.P. (1977): *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, 41 (4): 403-416.
- Meade, R.H., Dunne, T., Richey, J.E., Santos, U.D.M. y Salati, E. (1985): *Science*, 228: 488-490.
- Milliman, J.D. y Barreto, H.T. (1975): *Sedimentology*, 24: 137-145.
- Muller Karger, F., McClain, C., y Richardson, P. (1988): *Nature*, 333: 56-59.
- Murray, J.W. (1976): *Marine Geology*, 22: 103-119.
- Murray, J.W. (1991): *Longman Scientific Technical, New York*, 397 pp.
- Nota, D.J.G. (1958): *Mededelingen*, 58 (2): 98 pp.
- Odin G.S., Mackinnon, I.D.R. y Pujos, M. (1988): In Odin G.S. (Ed) *Develop. in Sedimentol.*, 45: 105-130.
- Pascual, A. y Pujos, M. (1996): *Geogaceta* 20 (1): 213-216.
- Pascual, A. y Pujos, M. (1997): *Geogaceta* 22, 141-144.
- Pujos, M. y Odin, G.S. (1986): *Océanologica Acta*, 9 (4): 363-382.
- Pujos, M. y Pascual, A. (1992): *III Congreso Geológico de España, Salamanca*. 2: 161-165.
- Sen Gupta, B. K., Lee, R.F., May, M.S. (1981): *Journal of Paleontology*, 55: 853-857.
- Streeter, S.S. y Lavery, S.A. (1982): *Bulletin of the Geological Society of America*, 93: 190-199.
- Van Voorthuysen, J.H. (1969): *Geologie en Mijnbouw.*, 48 (2): 135-161.
- Weston, J.F. (1985): *Journal of Micropaleontology*, 4 (2): 165-183.

#### Preguntas: J. Cívís

Teniendo en cuenta la asociación y buena representación de *Cassidulina laevigata carinata* y *Uvigerina peregrina* en gran parte de los testigos, ¿cuales son los factores que pueden controlar su distribución?: ¿temperatura? ¿oxigenación?. ¿A qué atribuye la presencia de estas formas en el contexto geográfico?.

#### Respuestas

La distribución de las especies *Uvigerina peregrina*, *Cassidulina carinata* y *Hoeglundina elegans* parece controlada por la batimetría (400, 600, 700 m respectivamente). Sin embargo, no se debe de olvidar que dichas especies aparecen asociadas, muchas veces, a aguas frías del Norte del Atlántico. Esto último, unido a especies secundarias ya citadas como *Brizalina subaenariensis* y un elevado número de especies pertenecientes a los géneros *Bulimina* y *Bolivina* asociadas a aguas deficitarias en oxígeno, parecen indicar aguas frías pobres en oxígeno, características estas propias de upwelling.

No se debe de olvidar además, que estamos hablando de especies de aguas frías, encontradas en una zona de aguas cálidas como corresponde a las latitudes ecuatoriales donde se sitúa el presente trabajo.