

# Análisis micropaleontológico del sedimento Holoceno de la plataforma de la Guayanas: interpretación paleoceanográfica

*Micropaleontological analysis of the Holocene sediment of the Guianas continental shelf: paleoceanography interpretation*

A. Pascual (\*) y M. Pujos (\*\*)

(\*) Univ. del País Vasco, Dpto. Estratigrafía y Paleontología Apdo. 644, 48080 Bilbao.

(\*\*) Univ. Bordeaux I, Départ. Géologie et Océanographie. Av. Facultés, 33405 Talencé.

## ABSTRACT

Quantitative biofacies analysis of foraminiferal assemblages, based on information from distributional patterns of benthic foraminifera, in samples from Guianas continental shelf, allows recognition of three major groups of assemblages. One group is dominated by fossil marine benthic foraminifera and tests which are damaged could have been transported. The other is dominated by restricted lagoonal forms, and a gradual transition to open marine forms. The most recent assemblage consists of coastal or continental shelf marine species. Stratigraphic distribution of the assemblages indicates some sea level variations can also affect Guianas continental shelf: a first one dated around 3600 years B.P. and a second one identified around 2500 years B.P.

**Key Words:** Benthic foraminifera, Holocene, Paleoceanography, Guianas continental shelf.

*Geogaceta*, 20 (1) (1996), 213-216

ISSN: 0213683X

## Contexto geográfico y geológico

Los foraminíferos bentónicos son sensibles a los cambios medioambientales, por ello, las asociaciones que se suceden a lo largo de un testigo sedimentario, pueden indicar variaciones en la temperatura, salinidad y oxígeno disuelto de las masas de agua, y por consiguiente cambios climáticos o hidrodinámicos. Lo mismo sucede con otros parámetros físico-químicos como el sustrato, susceptible de señalar cambios paleogeográficos y paleoceanográficos. En la plataforma marina comprendida entre los ríos Amazonas y Orinoco se han estudiado los foraminíferos del Cuaternario presentes en tres sondeos

La zona estudiada se sitúa en la zona ecuatorial del hemisferio norte de América del Sur, entre 4° y 7° de latitud Norte y 51-58° de longitud W (Fig.1). Desde el punto de vista sedimentológico (Pujos y Odin, 1986) se observan dos fases sedimentológicas: terrígena y biogénica-autigénica. Esta dualidad es consecuencia de la proximidad del Amazonas, ya que los mecanismos de distribución de la carga sólida varían periódicamente en función de las mayores oscilaciones del nivel del mar, inducidas por variaciones glacio-eustáticas ligadas a fluctuaciones climáticas. Los periodos de bajo nivel del mar están caracteri-

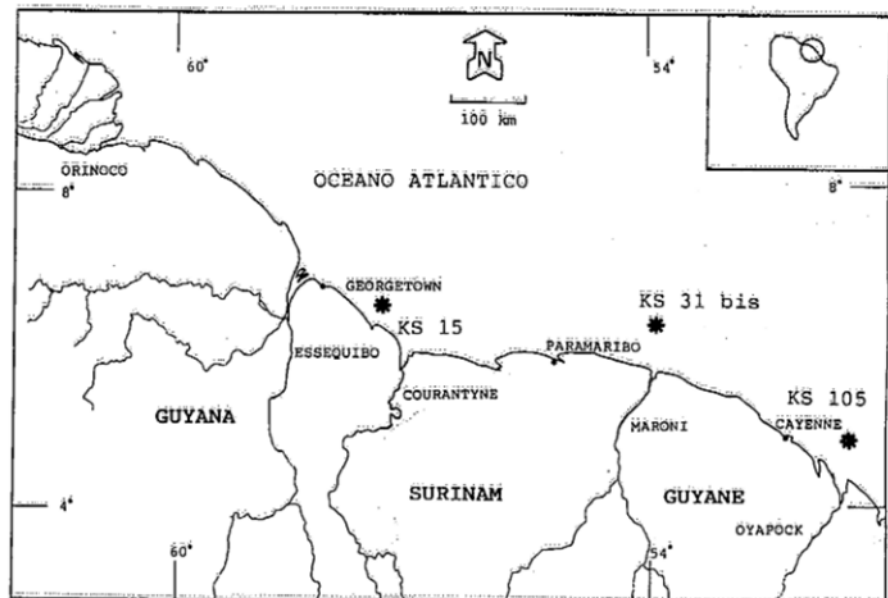


Fig.1.- Localización del área de estudio.

Fig. 1.- Geographic location of the studied area.

zados por facies relictas autóctonas (Ödin *et al.*, 1988), arenas gruesas a muy finas, acompañados de procesos autigénicos de granos verdes (verdín) formación de oólitos ferruginosos y complejos bioarrecifales. Las arenas cubren la plataforma a partir de la isobata 20, siendo su espesor a veces importante, manifestando la existencia de

antiguas redes fluviales deltaicas. Los niveles del mar altos provocan en el borde del litoral, depósitos de gran cantidad de pelitas procedentes sobre todo del Amazonas. Este río arrastra hasta la plataforma un total de entre un 1,1 y 1,3 10<sup>9</sup> T/año de sedimentos finos (Meade *et al.*, 1985), de los que un 20 al 50% son arrastrados hacia el NW por la

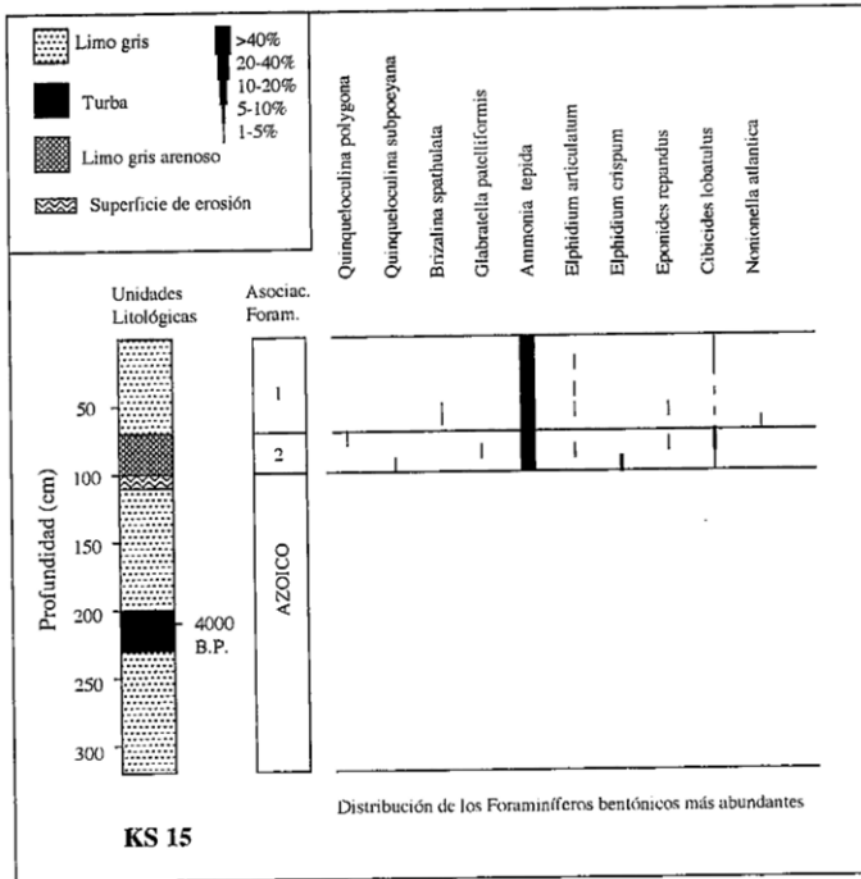


Fig.2.- Sección estratigráfica del testigo KS 15, mostrando litología, dataciones absolutas <sup>14</sup>C, asociaciones y distribución de las especies de foraminíferos más importantes.  
 Fig. 2.- Stratigraphic section of core KS 15, showing lithology, <sup>14</sup>C radiocarbon dates foraminiferal assemblages and distribution of some important foraminiferal species.

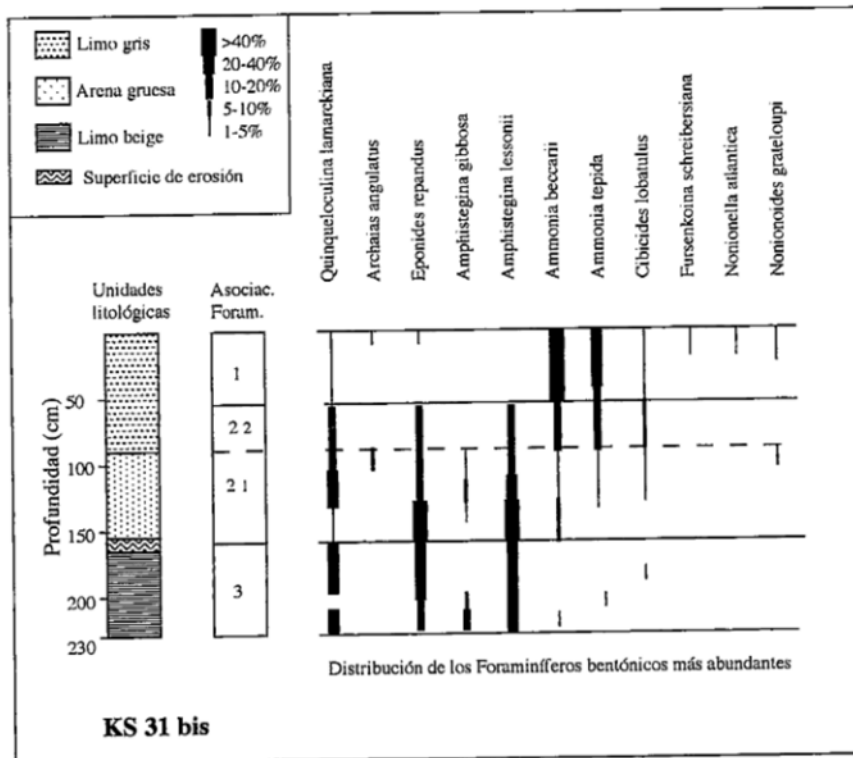


Fig.3.- Sección estratigráfica del testigo KS 31 bis, mostrando litología, asociaciones y distribución de las especies de foraminíferos más importantes.  
 Fig. 3.- Stratigraphic section of core KS 31 bis, showing lithology, foraminiferal assemblages and distribution of some important foraminiferal species.

rama de la corriente Sud Ecuatorial denominada Corriente de Guyanas (Muller Karger *et al.*, 1988). 1,5. 10<sup>8</sup>T/año son transportados en suspensión y 1x 10<sup>8</sup> T/año constituyen bancos limosos (Eisma *et al.*, 1991) que forman prismas terrígenos.

Desde el punto de vista micropaleontológico, esta plataforma ha sido estudiada escasas veces. Así, Margerel (1977) en la plataforma y el talud continental de la Guayana francesa, observó las asociaciones de foraminíferos, su repartición batimétrica y distribución en función del sedimento. Pujos y Pascual (1992) establecieron los paleoambientes costeros del Cuaternario terminal de Guyana y Surinam por medio de foraminíferos bentónicos y arcillas. Van Voorthuysen (1969) estudió los foraminíferos del Paleoceno y Holoceno de Surinam, describiendo las especies más importantes, trabajo continuado por Hofker (1983) quien además de la taxonomía estableció un área de upwelling al percibir la ausencia o disminución de microfauna tropical.

**Metodología y testigos estudiados**

Se han estudiado tres testigos sedimentarios extraídos por medio de un extractor Kullenberg core durante la campaña oceanográfica Guyante 2 (1990) de la Universidad de Bordeaux I. Dichos testigos fueron fraccionados a intervalos de 2.5 cm, analizándose la fracción mayor de 63 μm. Se estudiaron 300 foraminíferos por muestra o el contenido total cuando el residuo era escaso. El estudio se ha realizado a intervalos de 10 cm, salvo en las zonas donde una clara diferencia sedimentológica obligaba a analizar muestras intermedias. Además del análisis taxonómico, se calcularon diversos índices: nF y nP (número de foraminíferos bentónicos y planctónicos existente en 1 gr de sedimento seco), número de especies (S) y α de diversidad (Fisher *et al.*, 1943). El estudio micropaleontológico se completó con dataciones absolutas <sup>14</sup>C en caparzones con el AMS (Accelerator Mass Spectrometry) del centro de Faibles Radioactivités, Gif- sur- Yvette.

**Testigo KS 15**

28 especies de foraminíferos bentónicos fueron identificadas en este testigo de 3.20 m de longitud, extraído en las coordenadas 6.39° N - 57.30° W, a una profundidad de 16 m. En él se han observado 5 episodios sedimentarios (Fig. 2):

- Desde la base hasta 230 cm se registra un tramo de sedimento limoso de color gris azoico rico en mineralizaciones (granos de siderita).

- Del anterior episodio hasta los 2 m aparece un lecho de turba datada en 4.000 años B.P.

- De 2 m a 1.15 se reconocen limos finos azoicos ricos en yeso, separados del tramo superior por una superficie de erosión.

- De 1.15 a 0.70 m se distinguen limos grises con partículas gruesas, en los que la asociación de foraminíferos bentónicos mayoritaria la componen: *Ammonia tepida* (88%), *Quinqueloculina seminula*, *Elphidium crispum* y *Cibicides lobatulus*. El número de individuos es muy pequeño ( $nF < 40$ ) al igual que el de especies ( $S=4$ ), lo que supone una baja diversidad ( $\alpha < 1$ ). El porcentaje de caparazones porcelanáceos representa el 5 % de la totalidad, siendo el 95% restante calcáreos. Todos estos datos señalan un ambiente restringido de baja salinidad (Murray, 1991).

- Del tramo anterior y a techo, el sedimento lo componen limos grises en los que de nuevo la especie dominante es *Ammonia tepida* (más del 88% de la muestra), acompañada de *Brizalina spathulata*, *Elphidium crispum*, *Eponides repandus*, *Cibicides lobatulus* y *Nonionella atlantica*. El índice nF crece ( $nF=443-2018$ ) así como el de especies ( $S < 17$ ), lo que supone un aumento en la diversidad ( $\alpha = 1-4$ ), siendo mayoritarios los caparazones calcáreos (>97%). Todos estos datos muestran un medio marino de plataforma similar al actual.

**Testigo KS 31 bis**

De 230 cm de potencia, fue extraído a 17 m de profundidad en el punto de coordenadas 6.06° de latitud N y 53.59° de longitud W. En él han sido reconocidas un total de 40 especies de foraminíferos bentónicos agrupadas en 3 asociaciones (Fig. 3):

- De la base a 1.64 m se encuentra una masa de limo beige con fragmentos de lignito y pirita, coronado por una superficie de erosión. La asociación denominada 3 la componen: *Quinqueloculina lamarckiana*, *Eponides repandus*, *Amphistegina gibbosa* y *Amphistegina lessonii*. El número de individuos y de especies es muy bajo ( $nF < 9$ ,  $S < 8$ ) lo que supone un índice  $\alpha < 2$ . Son dominantes los caparazones calcáreos (57-79%) y porcelanáceos (17-38%) presentando ambos un elevado porcentaje de fracturas (>80%).

-De 164 a 92 cm, se observa arena gruesa en la que la asociación de foraminíferos la componen especies ya presentes en la unidad litológica anterior, con importantes porcentajes de roturas (>80%), como *Quinqueloculina lamarckiana*, *Eponides repandus* y *Amphistegina lessonii*, a las que acompañan algunos ejemplares de *Archaias angulatus*, *Ammonia beccarii* y

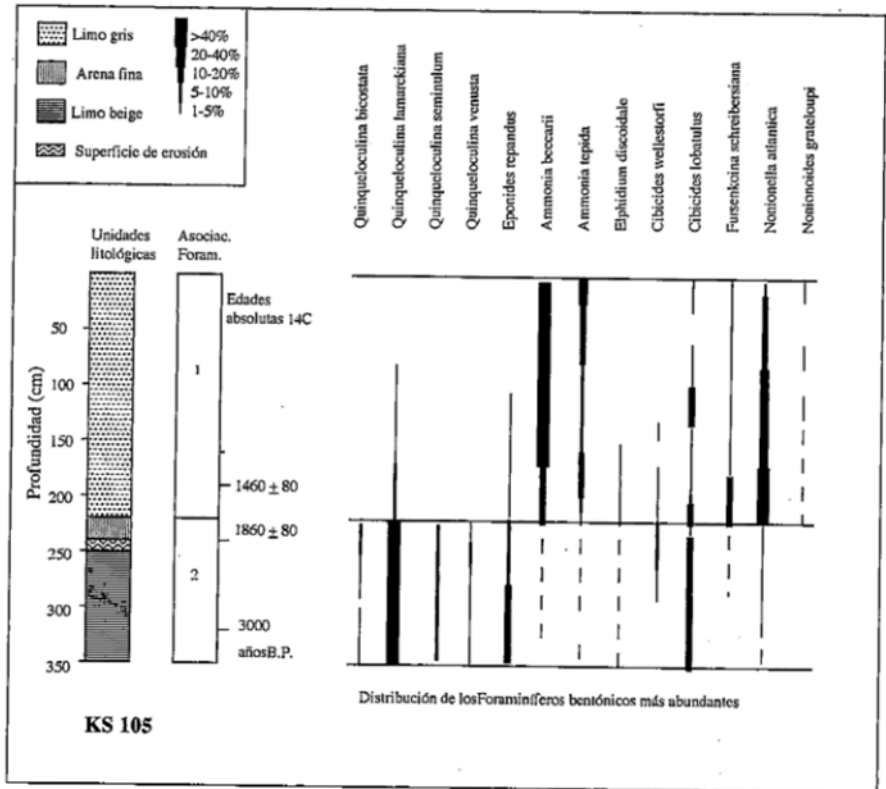


Fig.4.-Sección estratigráfica del testigo KS 105, mostrando litología, dataciones absolutas <sup>14</sup>C, asociaciones y distribución de las especies de foraminíferos más importantes.

Fig. 4.- Stratigraphic section of core KS 105, showing lithology, <sup>14</sup>C radiocarbon dates foraminiferal assemblages and distribution of some important foraminiferal species.

*Ammonia tepida*, a la que hemos denominado 2<sub>1</sub>. Posteriormente y hasta los 60 cm, el sedimento es limo gris y en él adquieren mayor importancia *Ammonia beccarii* y *Ammonia tepida* (asociación 2<sub>2</sub>). Estos tramos sedimentarios presentan un número de individuos moderado ( $nF < 60$ ) manteniéndose las relaciones entre los porcentajes de tipos de caparazón del primer episodio sedimentario. Todos estos datos señalan un medio de plataforma marina poco profunda.

- Del tramo anterior y a techo el sedimento sigue siendo limo gris, variando la asociación (denominada 1): *Ammonia beccarii* (>55%) y *Ammonia tepida* (>15%). El índice nF aumenta hasta superar la cifra de 500, siendo el índice  $\alpha < 4$ , correspondiendo el mayor porcentaje a los caparazones calcáreos (>95%), lo que parece señalar un medio de plataforma influenciado por aguas dulces.

**Testigo KS 105**

Extraído en las coordenadas 4.45°N - 51.30° W a 38 m de profundidad, presenta una longitud de 3.50 m, identificándose en él 89 especies de foraminíferos bentónicos agrupados en dos asociaciones (Fig.4):

-Desde la base hasta 2.20 m aparecen dos tipos de sedimento separados entre ellos por una superficie de erosión. De 3.50 a 2.50 m se encuentra limo beige y a continuación arena fina. La asociación la componen las especies *Quinqueloculina lamarckiana* (mayoritaria), *Eponides repandus* y *Cibicides lobatulus*, todas ellas con un porcentaje de roturas muy elevado (>80%). El índice  $\alpha$  oscila entre 1 y 5, siendo alto el porcentaje de caparazones porcelanáceos (60-90%), estando prácticamente ausentes los aglutinantes. La datación absoluta realizada al nivel 322 cm indica una edad de 3000 años B.P., mientras que el nivel 240 cm (comienzo del depósito de arenas) refleja una edad de 1860 ± 80 B.P.

-De 2.20 m a techo la asociación dominante la forman: *Ammonia beccarii*, *Ammonia tepida* y *Nonionella atlantica*. El índice  $\alpha$  oscila entre 1 y 7, el nF no supera los 3800, dominan los caparazones calcáreos (>95%), y adquieren relevancia el porcentaje de foraminíferos planctónicos ( $nP < 700$ ). Todos estos datos sugieren un ambiente de plataforma marina. La datación absoluta efectuada al nivel 190 cm aporta una edad de 1460 ± 80 años B.P. Los primeros centímetros de este tramo sedimentario (200-

190 cm) presentan abundancia de briozoos.

### Interpretación

Un total de 107 especies de foraminíferos bentónicos han sido definidas, estando las más abundantes agrupadas en tres asociaciones. La denominada 3, con escasos individuos se encuentra presente únicamente en el testigo KS 31 bis y la componen especies arrecifales como *Amphistegina gibbosa* y *Amphistegina lessonii* (Debenay, 1988) así como otras sometidas a fuerte hidrodinamismo con caparzones fragmentados (*Quinqueloculina lamarckiana*). La asociación 2 aparece en los tres testigos (subdividida en el testigo KS 31 bis en 2<sub>1</sub> y 2<sub>2</sub>) y se caracteriza por presentar una mezcla de especies heredadas de la asociación anterior con otras autóctonas de lagoon como *Archaias angulatus* (Brasier, 1975) y de plataforma somera como *Ammonia beccarii*, *Ammonia tepida* y *Cibicides lobatulus*. El número de ejemplares aumenta y las nuevas especies no presentan roturas importantes. A techo de todos los testigos se registra la asociación 1, con especies de plataforma de riqueza y diversidad similar a la actual, formada por *Nonionella atlantica*, *Ammonia beccarii* y *Cibicides lobatulus* así como por especies abundantes en aguas eurihalinas como *Ammonia tepida* (Pascual, 1992).

La sucesión en la vertical de estas tres asociaciones parecen indicar cambios paleoceanográficos registrados en esta plataforma a lo largo del Holoceno. En la actualidad el litoral de Guayanas presenta lagunas someras resguardadas del océano abierto por medio de cordones arenosos (cheniers), conectadas con el mar por estrechos pasos (Augustinus *et al.*, 1989). El tramo azoico basal del testigo KS 15 pudo depositarse en un medio similar al de estas lagunas costeras (Pujos y Pascual, 1992). Las turbas datadas en 4000 años B.P. indicarían la destrucción del manglar, presente en este litoral desde hace 9000 años B.P., a favor de las sabanas actuales (Tissot *et al.*, 1988). La fase seca datada en la Amazonía entre 4000 y 3500 años B.P. (Van der Hammen, 1986) sería la causante de la acentuación de los procesos evaporíticos y la formación de yesos en dicha laguna. La superficie de erosión junto con los niveles arenosos señalarían la destrucción de los cheniers provocada por un ascenso del nivel del mar (4 m más alto que en la actualidad) datado en las costas de Brasil entre

3600 y 3000 años B.P. (Martin y Suguio, 1992). Esta destrucción significa la sumersión parcial de la laguna por las aguas oceánicas como lo demuestra la asociación de foraminíferos denominada 2 y en la que la especie dominante es *Ammonia beccarii*. La laguna queda totalmente destruída a techo del testigo como pone en evidencia las especies de plataforma interna (*Brizalina spathulata* y *Nonionella atlantica*).

La edad de la base del testigo KS 105 coincide con el descenso del mar establecido entre 3000 y 2700 años B.P. (Martin y Suguio, 1992). Esta regresión provocó un aumento en la erosión de los ríos tendente a alcanzar sus perfiles de equilibrio, originando un aumento de la descarga de arena hacia las costas y creando nuevos cheniers. La presencia en la base del testigo KS 31 bis de ejemplares del género arrecifal *Amphistegina* (Montaggioni, 1981), representa la tanaocenosis de los cordones arrecifales fósiles que se formaron en la plataforma de las Guayanas en épocas de bajo nivel del mar hace 12000 años B.P. (Pujos y Odin, 1986). Los numerosos ejemplares de *Quinqueloculina lamarckiana* fracturados, pueden proceder bien de la misma resedimentación, puesto que hoy en día se encuentran abundantemente en los canales situados entre las barreras de los arrecifes (Debenay, 1988), o de la erosión de las zonas de cheniers más sometidos al oleaje o en sus canales (Byrne *et al.*, 1959). Es probable que la sección del testigo se encontrara situada en alguno de estos canales. La superficie de erosión y las arenas sedimentadas a continuación en los testigos KS 31 bis y KS 105 marcan de nuevo el comienzo de la destrucción de estos cheniers como consecuencia de un reciente ascenso marino que alcanzaría su máximo (3 m) alrededor de los 2500 años B.P. (Martin y Suguio, 1992). Esta destrucción supone el comienzo de la entrada de foraminíferos de plataforma como *Ammonia beccarii*, *Ammonia tepida* y *Cibicides lobatulus* (asociación 2<sub>1</sub>) intercalados con especies procedentes de manglares o de lagunas costeras como *Archaias angulatus*, acentuándose este proceso a techo (asociación 2<sub>2</sub>). Por último la asociación 1 muestra las condiciones actuales de plataforma marina influenciada por aguas dulces procedentes tanto del Amazonas como de los ríos locales. El testigo KS 105 más alejado de la actual línea de costa, señalaría este nuevo ascenso marino, ante la llegada sobre un ambiente de plataforma, de abundantes foraminíferos procedentes tanto de

la destrucción de los cheniers costeros (asociación 2) como de briozoos presentes en las facies pararecificales de plataforma externa (Pujos y Odin, 1986). A techo (asociación 1) se registra la normalización del medio hasta las condiciones actuales de plataforma marina con influencia de aguas dulces.

### Referencias

- Augustinus, P.G.E.F., Hazelhoff, L. y Kroon, A. (1989): *Marine Geology*, 90: 269-281.
- Brasier, M.D. (1975): *Jour. of For. Res.*, 5 (1): 42-62.
- Byrne, J.V., LeRoy, D.O. y Riley, Ch.m. (1959): *Trans. Gulf Coast. Geol. Soc.*, IX: 237-260.
- Debenay, J.P. (1988): *Jour. of Foramin. Research.*, 18(2): 158-175.
- Eisma, D., Augustinus, P.G. y Alexander, C. (1991): *Jour. of Sea Res.*, 28(3): 181-192.
- Fisher, R.A., Corbet, A.S. & Williams, C.B. (1943): *Jour. of Animal Ecology*, 12: 42-58.
- Hofker, J. (1983): *Zoologische Verhandlungen* 201, 1-75.
- Margerel, J.P. (1977): *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, 41 (4): 403-416.
- Martin, L. y Suguio, K. (1992): *Palaeog., Palaeoecol.*, 99: 119-140.
- Meade, R.H., Dunne, T., Richey J.E., Santos U.D.M. y Salati, E. (1985): *Science*, 228: 488-490.
- Montaggioni, L. F. (1981): *Ann. Inst. Oceanogr. Paris*, 57(1): 41-62.
- Muller Karger, F., McClain, C. Richardson, P. (1988): *Nature*, 333: 56-59.
- Murray, J.W. (1991): *Longman Scientific Technical, New York*, 397 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. (1992): *Rev. Española de Micropal.* XXIV (1): 33-57
- 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.
- Tissot C, Djuwansah, M.R. & Marius, C. (1988): *Institut. Français Pondichery*, tXXV, 125-137.
- Van Der Hammen, T. (1986): *Geología Norandina*, 10: 11-18.
- Van Voorthuysen, J.H. (1969): *Geologie en Mijnbouw*, 48(2): 135-161.