

Distribución de los Foraminíferos bentónicos recientes en el estuario de Tina Menor (Cantabria)

Distribution of recent benthic foraminifera in Tina Menor estuary (Cantabria)

Ana Pascual, Blanca Martínez García, Julio Rodríguez Lázaro y Maite Martín-Rubio

Departamento de Estratigrafía y Paleontología. Facultad de Ciencia y Tecnología. Universidad del País Vasco/EHU. Apdo. 644, 48080 Bilbao. ana.pascual@ehu.es blancamaria.martinez@ehu.es julio.rodriguez@ehu.es maite.martin@ehu.es

ABSTRACT

With the aim to describe the recent distribution of the benthic foraminifers, 17 samples from sediments of the Tina Menor estuary (Cantabria, N Spain) have been analysed. A total of 50 species have been identified 30 of which bearing numerous living individuals in the time of sampling; this biocenoses reaches the 43.5% of the total picked specimens. *Lobatula lobatula* and *Rosalina globularis* form the main assemblage in the outer estuary with marine influence. *Miliammina fusca* dominates the mud flats and marshes of the mid estuary. *Ammonia tepida*, *Criboelphidium williamsoni* and *Haynesina germanica* generally live in the euryhaline upper estuary. The elevated percentage of *Miliammina fusca* characterizes Tina Menor in relation with other estuaries from Cantabria. The high amount of sand, even in the mud flats with or without vegetation, could be the responsible of this elevated percentage. The occurrence of euryhaline benthic foraminifer species in sandy-silty sediments of the mid estuary, far from their natural habitat, evidences fresh water surgenes located in the contact between Quaternary materials from the estuary and quartzites and limestones of the Paleozoic.

Key words: Benthic foraminifera, Recent, estuary, Cantabria, Bay of Biscay.

Geogaceta, 47 (2009), 45-48
ISSN: 0213683X

Introducción

El estuario de Tina Menor se encuentra al oeste de Cantabria en la desembocadura del río Nansa (Fig.1). Situado en un entorno con una orografía en la que se alternan cumbres, cuyas cotas máximas alcanzan los 200 m, y vaguadas paralelas a la costa, el relieve es cortado casi perpendicularmente por el estuario, cuya orientación aproximada es norte-sur. La mayor parte del estuario se sitúa sobre materiales ordovícicos representados por las cuarcitas de la Formación Barrios, aflorando de forma concordante, en la desembocadura, las formaciones Alba (caliza Griotte), Valdeteja y Barcaliente del Carbonífero. En la margen derecha de la zona central afloran calizas con Rudistas y dolomías del Cretácico (Albiense inferior), debido a un cabalgamiento. El Terciario aparece en la cabecera del estuario representado por calizas, calcarenitas y margas del Paleoceno y Eoceno inferior-medio y arcillas, areniscas y conglomerados del Eoceno superior- Oligoceno (Ramírez del Pozo *et al.*, 1976).

Tina Menor es un estuario mesomareal (Flor Blanco y Flor, 2008), de valle sumergido con desembocadura confinada; de hecho la boca apenas alcanza los 130 m de anchura. La zonación morfodinámica lo divide en tres sectores: desembocadura o estuario externo, estuario medio y cabecera o estuario interno. La desembocadura está encajada en materiales paleozoicos y ha sido subdividida en dos zonas: complejo de desembocadura y bahía arenosa (Flor Blanco y Flor, 2008). En esta última, la ría alcanza una anchura máxima de 550 m, destacando en ella una gran barra horquillada. El estuario medio se caracteriza por su ensanchamiento (hasta 1390 m), al atravesar materiales del Terciario más blandos. En él aparecen canales mareales y llanuras fangosas que están colonizadas hacia la desembocadura por *Zostera* y hacia la cabecera por *Spartina* y *Halimione* o bien *Juncus* y *Salix*. Esta zona es la que ha sufrido a lo largo de la historia el mayor grado de antropización. Así, hacia el sur, las marismas han sido transformadas en tierras de cultivo y hacia el este se encuentran ocupadas desde 1973 por una piscifactoría (Fig. 1). Se trata de la inter-

vención humana más importante en el estuario, ya que quedan aislados 380.000 m² a través de un muro de cierre. En la actualidad esta zona tiene un funcionamiento independiente de la dinámica estuarina, puesto que sólo se abren las compuertas en épocas de grandes lluvias o en situaciones de eutrofización. En el estuario interno, las calizas del Cretácico y Terciario provocan un nuevo estrechamiento del estuario (anchura < 170 m) y del cauce (anchura = 60 m), apareciendo barras de cantos y gravas y llanuras fluviomareales en parte colonizadas.

En las cumbres que rodean al estuario, la existencia de rasas litorales labradas sobre las cuarcitas paleozoicas (Ramírez del Pozo *et al.*, 1976), los derrubios de talud periglaciares cerca de Prellezo (Mary, 1985), los niveles de rasas costeras a diferentes alturas (Flor Blanco y Flor, 2008) y la presencia de escarpes (Fernández Iglesias y Marquín García, 2002), sugieren importantes cambios paleoambientales acaecidos en Tina Menor a lo largo del Cuaternario. Con el fin de conocer dichos cambios se está llevando a cabo un estudio multidisciplinar, cuya primera fase de

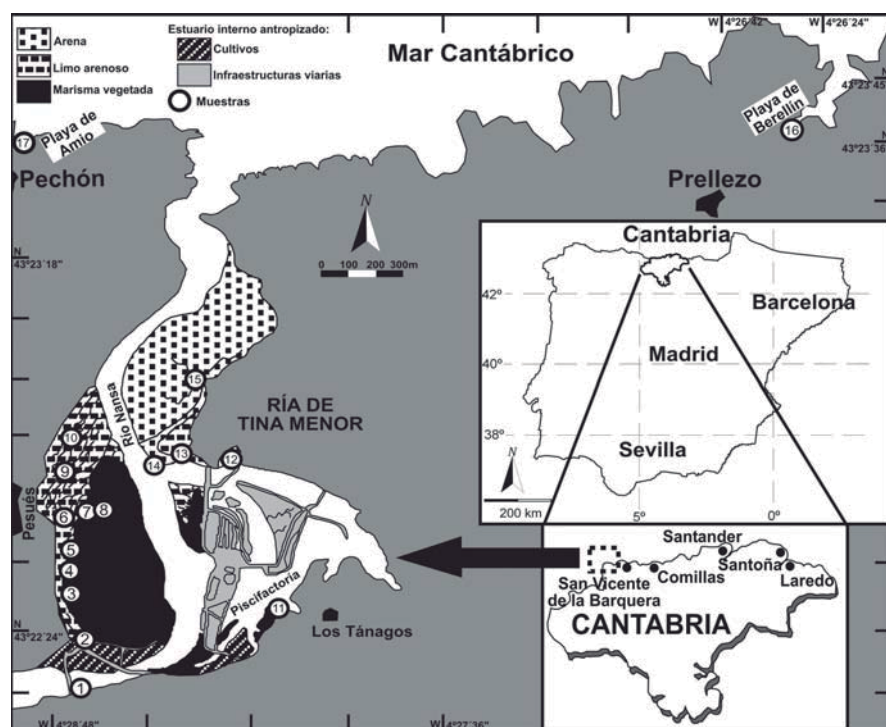


Fig.1.- Situación geográfica de las muestras estudiadas.

Fig. 1.- Geographical setting of the studied samples.

los resultados se presenta en este trabajo. Se describe la distribución de las asociaciones de foraminíferos bentónicos a lo largo del estuario de Tina Menor, con el fin de aportar datos sobre la diversidad de esta zona del Cantábrico. En una segunda fase y aplicando los modelos ambientales actuales, se procederá a la utilización de estos datos como modelo comparativo para la reconstrucción paleoambiental cuaternaria de este estuario, analizando los foraminíferos de testigos sedimentarios.

Material y métodos

Se estudian los foraminíferos extraídos de 17 muestras superficiales recogidas en el estuario de Tina Menor (Fig. 1) en mayo del año 2009 en bajamar y con un agua con los siguientes valores desde la cabecera a la desembocadura: salinidad = 0.05-30‰; pH = 8,32-8,12; Temperatura = 14,8-18,4°C. Las muestras, fueron teñidas «*in situ*» con el colorante Rosa de Bengala, para diferenciar foraminíferos vivos (protoplasma teñido) y muertos (caparzones vacíos sin teñir) (Murray, 1991). Una vez lavadas, tamizadas y secas, se analizó la fracción mayor de 63 µm, procediéndose a la extracción de 300 foraminíferos, número estadísticamente representativo (Phleger, 1960). Las muestras con pocos individuos, se flotaron en tricloroetileno para concentrar los capara-

zones. Si el residuo era escaso, se procedía al estudio de la totalidad de los ejemplares.

Desde el punto de vista micropaleontológico, se ha realizado un análisis taxonómico según Loeblich y Tappan (1988), calculando además la proporción entre tipos de caparazón: aglutinantes, porcelanaceos e hialinos. Las especies han sido denominadas según su porcentaje como: principales o dominantes (>10% de la totalidad), secundarias (5-10%) y otras (<5%). Se han obtenido, diversos índices de riqueza y diversidad: nF (número de foraminíferos bentónicos en un gramo de sedimento seco), S (número de especies por muestra) y α (relación entre número de individuos y de especies, Fisher *et al.*, 1943).

Además, se ha realizado un análisis cluster tipo Q de las muestras con el método Ward (programa PAST, Hammer *et al.*, 2001), incluyendo todas las especies. La muestra TMEN-17 de arena gruesa, grava y cantos, de la playa de Pechón (Fig. 1), no ha sido considerada por la escasez de los individuos encontrados en ella (Tabla I).

Resultados e interpretación

Un total de 4780 ejemplares han sido extraídos del estuario de Tina Menor, pertenecientes a 50 especies de las cuales 30 presentaban individuos vivos en el momento del muestreo (Tabla I). Las especies

más abundantes tanto de biocenosis como de tanatocenosis son: *Ammonia tepida* (Cushman, 1926), *Criboelphidium williamsoni* (Haynes, 1973), *Haynesina germanica* (Ehrenberg, 1840), *Jadammina macrescens* (Brady, 1870), *Lobatula lobatula* (Walker & Jacob, 1798), *Miliammina fusca* (Brady, 1870), *Rosalina globulares* d'Orbigny, 1826 y *Trochammina inflata* (Montagu, 1808). Los individuos vivos suponen el 43,5% de los ejemplares extraídos.

El análisis multivariante de clusters separa las muestras en tres grupos (Fig.2).

Grupo A

Las muestras TMEN-13, 14, 15 y 16 presentan como especies más abundantes: *L. lobatula* y *R. globularis*. El análisis estadístico separa dos muestras (A_1 y A_2) y un subgrupo (A_3).

Muestra A_1 (TMEN-15). De arena fina y con una asociación dominante formada por: *L. lobatula* (64%) y *R. globularis* (22%), es la muestra más rica del estuario (nF=1181), con mayoría de caparzones hialinos (96%) y diversidad media (S=17; α =4).

Muestra A_2 (TMEN-13). Consiste en arena fina limosa. *L. lobatula* es la especie más abundante (73%) y *R. globularis* es secundaria, dominando los hialinos (92%). El índice de riqueza (nF=176) es inferior al de la muestra anterior y los de diversidad son de parecido rango (S= 16; α =3.5).

Subgrupo A_3 (TMEN-14 y 16). Con arena fina, presenta un porcentaje de hialinos (93-94%), diversidad (S=13-18; α =3-4) y asociación de *L. lobatula* (media 75%) y *R. globularis* (14%) similares a los de la Muestra A_1 , de la que se diferencia por su menor riqueza (nF=20-319) (Tabla I).

El Grupo A representa por tanto la asociación de desembocadura de carácter marino, siendo (A_1) la correspondiente a la boca del estuario, (A_2) la del canal y (A_3) la de las zonas alejadas del mismo (Murray, 1991).

Grupo B

Las muestras TMEN-3, 4, 5, 7, 8, 9 y 12 tienen a *M. fusca* como especie más abundante. El análisis estadístico separa 3 subgrupos (B_1 , B_2 y B_3).

Subgrupo B_1 (TMEN-3 y 12). Con un sustrato limo arenoso con *Spartina* y *Halimione*, *M. fusca* es la especie dominante (media 60%), con *T. inflata* (11%), siendo secundarias: *A. tepida*, *H. germanica* y *J. macrescens*. Son mayoritarios los aglutinantes (74-87%), presentado los índices de riqueza y diversidad

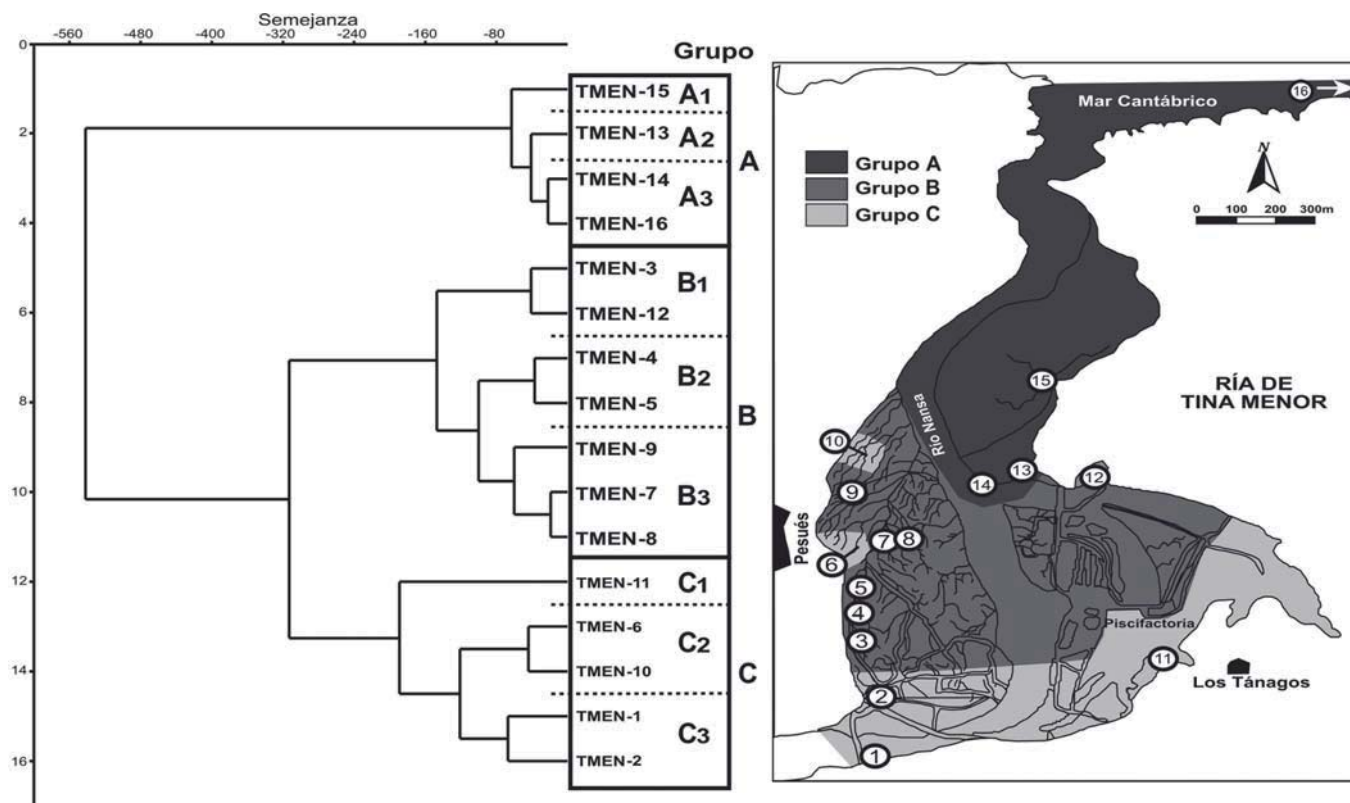


Fig. 2.- Dendrograma de las muestras (cluster-Q, método Ward) y distribución de las agrupaciones.

Fig. 2.- Dendrogram of samples (cluster-Q, Ward's method) and distribution of the clusters.

los siguientes valores: nF=10-612; S=9-10; $\alpha=1,7-2$.

Subgrupo B₂ (TMEN-4 y 5). Sobre limo arenoso con *Zostera* (Fig. 1) la asociación dominante la forman: *M. fusca* (media 35,5%), *T. inflata* (18,5%) y *H. germanica* (16,5%), con *A. tepida*, *C. williamsoni* y *J. macrescens* como secundarias. El nF varía entre 77 y 181, aumenta ligeramente la diversidad (S=11-13; $\alpha=2,5-3$) y disminuyen los aglutinantes (61-69%) respecto al Subgrupo B₁.

Subgrupo B₃ (TMEN-7, 8 y 9). Comprende muestras limo arenosas sin vegetación, donde aumentan los hialinos (media 54%), aunque siguen siendo abundantes los aglutinantes (46%). *M. fusca* (43%), *A. tepida* (15%), *C. williamsoni* (18%) y *H. germanica* (18%) son la asociación principal. Es el subgrupo más pobre del grupo (nF<1-72), a pesar de presentar una diversidad ligeramente superior (S=11-16; $\alpha=2,2-3,5$).

Por tanto, la asociación del Grupo B es la representante de los ambientes de marisma del estuario medio. (B₁) corresponde a los foraminíferos presentes en limos alejados del canal con *Spartina* y *Halimione*, (B₂) a los de los canales secundarios limosos y marismas con *Zostera* y (B₃) a los que aparecen en limos arenosos sin vegetación (Murray, 1991).

Este Grupo B es el que presenta mayores diferencias respecto a otros estuarios del sur del Golfo de Vizcaya, al ser *M. fusca* la especie más abundante. Esta es

minoritaria en los estuarios de Cantabria: 2 ejemplares en las marismas Victoria y 1 en Joyel, en Noja (Pascual *et al.*, 2004, 2006), 1,3% de los ejemplares vivos y 3%

ESPECIES/MUESTRA	TMEN-1	TMEN-2	TMEN-3	TMEN-4	TMEN-5	TMEN-6	TMEN-7	TMEN-8	TMEN-9	TMEN-10	TMEN-11	TMEN-12	TMEN-13	TMEN-14	TMEN-15	TMEN-16	TMEN-17
<i>Acerulina inhaerens</i> Schultze, 1854															5	3	
<i>Ammonia tepida</i> (Cushman, 1926)	27	58	6	31	21	42	42	36	66	76	26	27	4	3	4		
<i>Asterigerinata mamilla</i> (Williamson, 1858)						2							5	1	3		
<i>Bolivina pseudoplicata</i> Heron-Allen & Earland, 1930*	3						7										
<i>Cibicides refulgens</i> de Montfort, 1808										1			7	2	3	3	
<i>Criboelphidium williamsoni</i> (Haynes, 1973)	65	44	15	24	26	54	60	61	50	97		10	9	1	6	2	
<i>Cribratomoides jeffreysii</i> (Williamson, 1858)	13	5	6	23	4	9	6	3			36	2					
<i>Elphidium crispum</i> (Linné, 1758)								1					3	1	4	2	
<i>Elphidium excavatum</i> (Terquem, 1839)	1	1		3	1	5	2										
<i>Elphidium oceanensis</i> (d'Orbigny, 1826)	1	2			4	4		4				3					
<i>Haynesina germanica</i> (Ehrenberg, 1840)	6	16	11	32	69	82	29	51	88	95	63	32	13	1			1
<i>Jadammina macrescens</i> (Brady, 1870)	8	70	31	28	5	12	7	3	1	15	17	1					
<i>Lobatula lobatula</i> (Walker & Jacob, 1798)	5	4	2	1	8		1	1	6	2	1	222	225	188	254	4	
<i>Miliammina fusca</i> (Brady, 1870)	24	32	176	98	117	34	140	137	99	26		190	11				
<i>Planorbulina mediterraneensis</i> d'Orbigny, 1826													1	3	3	1	1
<i>Quinqueloculina seminula</i> (Linné, 1758)													2	6	3	3	
<i>Rosalina globularis</i> d'Orbigny, 1826					1	5					1		14	47	65	44	5
<i>Textularia conica</i> d'Orbigny, 1839																	7
<i>Textularia sagittula</i> Defrance, 1824*													2	2	3	1	
<i>Triloculina oblonga</i> (Montagu, 1803)		6	5				2		1	2	2	6	3	3			5
<i>Trochammina inflata</i> (Montagu, 1808)	2	61	58	57	56	24	10	19	6	5	163	13	5		1		
nF (nº individuos en 1 gr de sedimento)	<1	45	612	181	77	<1	72	<1	64	75	6	10	176	319	1181	20	<1
S (nº de especies)	14	15	9	11	13	15	15	16	11	9	9	10	16	18	17	13	6
α de Fisher	4	3,5	1,7	2,5	3	3,2	3,2	3,5	2,2	1,7	1,7	2	3,5	4	4	3	
% Aglutinantes	30	56	87	69	61	25	53	52	33	10	69	74	6	1	1	3	0
% Porcelániceos	0	3	2	0	0	1	0	0	1	1	1	2	2	5	3	4	15
% Hialinos	70	41	11	31	39	74	47	48	66	89	30	24	92	94	96	93	85

Tabla I.- Abundancia absoluta de las principales especies (>1% del total de individuos por muestra), índices de riqueza y diversidad y tipos de pared de los foraminíferos bentónicos, en el estuario de Tina Menor. En sombreado se indican las frecuencias más altas. (*) Especies con sólo individuos muertos.

Table I.- Absolute abundance of the main species (>1% of the total number of individuals per sample), richness and diversity indices and wall structure of benthic foraminifera in the Tina Menor estuary. Shaded areas indicate the most abundant. (*) Species with only dead individuals.

de los muertos en San Vicente de la Barquera (Cearreta, 1989). En Santoña, *M. fusca* representa el 7,35 % de la asociación viva y el 5% de la muerta en la parte superior del estuario, mientras que en la inferior supone el 1,5 y el 0,8% respectivamente (Cearreta, 1988). Sin embargo en Tina Menor *M. fusca* llega a alcanzar entre el 31 y el 63% (Tabla I) en el Grupo B, apareciendo también en el Grupo C.

En este trabajo, se considera *M. fusca* como especie aglutinada, siguiendo la última clasificación de los foraminíferos aglutinantes (Kaminski, 2004), sin entrar en la polémica creada entre taxónomos en relación a su mayor afinidad con los foraminíferos porcelanaceos. Esta especie eurihalina vive en la marisma baja (Nixon et al., 2009; Semensatto Jr. et al., 2009), pero, al estar muy controlada por la salinidad, aparece también en la marisma alta e incluso es mayoritaria en sedimentos sin vegetación (Armynot du Châtelet et al., 2009). Sin embargo, el tamaño de grano es un factor limitante, puesto que vive en arena fina, no apareciendo en sedimentos con mucho limo (Alve y Murray, 1999; Nixon et al., 2009). Este parámetro parece ser el causante de la proliferación de *M. fusca* en Tina Menor, ya que las muestras de dicha ría presentan un porcentaje importante de arena fina (Flor Blanco y Flor, 2008). El tamaño del sedimento en el estuario medio y la cabecera es el factor que diferencia Tina Menor de los citados estuarios de Cantabria con sedimento limo-arcilloso.

Grupo C

Las muestras TMEN-1, 2, 6, 10 y 11 poseen abundantes ejemplares de *A. tepida*, *C. williamsoni* y *H. germanica*. El análisis estadístico separa la muestra C_1 y los subgrupos C_2 y C_3 (Fig. 2).

Muestra C_1 (TMEN-11). Extraída junto a la piscifactoría (Fig. 1), presenta como asociación dominante: *H. germanica* (20%), *T. inflata* (53%) y *Cribrostomoides jeffreysii* (Williamson, 1858) (12%). *A. tepida* y *J. macrescens* son especies secundarias. Es una muestra muy pobre ($nF=6$) con diversidad baja ($S=9$; $\alpha=1,7$) y muchos aglutinantes (69%).

Subgrupo C_2 (TMEN-6 y 10). Comprende las muestras de arenas limosas con cantos y gravas de la margen izquierda del estuario medio (Fig. 2). Las especies principales son: *A. tepida* (media 20%), *C. williamsoni* (25%) y *H. germanica* (30%) acompañadas de *M. fusca* y *T. inflata* como secundarias. Presenta riqueza baja ($nF<1-75$), diversidad baja-media ($S=9-15$; $\alpha=1,7-3,2$) y abundantes hialinos (74-89%) (Tabla I).

Subgrupo C_3 (TMEN-1 y 2). Son muestras del estuario interno con *A. tepida* (media 18%), *C. williamsoni* (28%), *J. macrescens* (14%) *M. fusca* (13%) y *T. inflata* (10%) como asociación principal. Presenta baja riqueza ($nF<1-45$), diversidad media ($S=14-15$; $\alpha=3,5-4$) y abundancia de hialinos (media 56%) y aglutinantes (43%).

El Grupo C representa por tanto, la asociación de los medios más eurihalinos del estuario, diferenciándose (Fig. 2): la cabecera (C_3), la zona de la piscifactoría (C_1) y dos muestras situadas en el estuario medio (C_2). Este último (Subgrupo C_2) supone una anomalía dentro del grupo. Es muy probable que la presencia de ejemplares eurihalinos vivos en estos sedimentos de la zona central del estuario, sea debida a las surgencias de agua dulce. Estas aparecen en el contacto entre los materiales Cuaternarios del estuario y las cuarcitas y calizas del Paleozoico, asociadas a fallas colectoras, en especial en Pechón (Ramírez del Pozo et al., 1976). El agua dulce mezclada con la marina ha podido generar las condiciones ecológicas necesarias para el mantenimiento de dichas especies.

Conclusiones

Se han identificado 50 especies de foraminíferos bentónicos en el estuario de Tina Menor, de las que 30 presentaban abundantes individuos vivos en el momento del muestreo. Las asociaciones se suceden en el estuario, delimitando tres zonas: estuario externo con carácter marino (asociación de *L. lobatula* y *R. globularis*), estuario medio con llanuras de fango y ambientes de marisma (*M. fusca*) y estuario interno eurihalino (*A. tepida*, *C. williamsoni* y *H. germanica*).

La abundancia de *M. fusca* (31-63%) en especial en la zona media del estuario, diferencia Tina Menor del resto de estuarios de Cantabria. La gran cantidad de arena existente, incluso en las llanuras fangosas con o sin vegetación, parece ser la causante de esta proliferación.

La presencia en dos zonas del estuario medio arenoso-limoso de abundantes ejemplares vivos y muertos de *A. tepida*, *C. williamsoni* y *H. germanica*, pone de manifiesto áreas más eurihalinas debido a surgencias de agua dulce en el contacto entre los materiales Cuaternarios del estuario y las cuarcitas y calizas del Paleozoico.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por los proyectos CGL2007-64428/BTE del MEC

y GIC07/124-IT-369-07 del Gobierno Vasco. B. M. Martínez García disfruta de una beca predoctoral FPU del MEC.

Referencias

- Alve, E. y Murray, J.W. (1999). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 146, 171-193.
- Armynot du Châtelet, E., Bout-Roumazielle, V., Riboulleau, A. y Trentesaux, A. (2009). *Revue de micropaleontology*, 52, 75-84.
- Cearreta, A. (1988). *Revista Española de Paleontología*, 3, 23-38.
- Cearreta, A. (1989). *Revista Española de Micropaleontología*, XXI (1), 67-80.
- Fernández Iglesias, E. y Marquín García, J. (2002). *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 15, 141-157.
- Fisher, R.A., Corbert, A.S. y Williams, C.B. (1943). *Journal of Animal Ecology*, 12, 42-58.
- Flor Blanco, G. y Flor, G. (2008). *Trabajos de Geología. Universidad de Oviedo*, 28, 41-68.
- Hammer, O., Harper, D.A.T. y Ryan, P.D. (2001). *Palaeontologia Electronica*, 4, 1-9.
- Kaminski, M.A. (2004). En: *Proceedings of the Sixth International Workshop on Agglutinated Foraminifera* (M. Bubik y M.A. Kaminski, Eds.). London: Grzybowski Foundation Special Publication 8, 237-255.
- Loeblich, A.R. y Tappan, H. (1988). *Foraminiferal genera and their classification*. Van Nostrand Reinhold, New York., 970 p.
- Mary, G. (1985). En: *I Reunión del Cuaternario Ibérico, Lisboa*. Actas, 1, 119-126.
- Murray, J.W. (1991). *Ecology and Palaeoecology of benthic foraminifera*. Longman Scientific Technical, New York, 397 p.
- Nixon, F.C., Reinhardt, E.G. y Rothaus, R. (2009). *Marine Geology*, 257, 41-53.
- Pascual, A., Martín-Rubio, M. y Rodríguez-Lázaro, J. (2004). *Geogaceta*, 36, 151-154.
- Pascual, A., Elorza-Remón, M., Martín-Rubio, M. y Rodríguez-Lázaro, J. (2006). *Geogaceta*, 40, 183-186.
- Phleger, (1960). *Ecology and distribution of recent foraminifera*. The John Hopkins Press, Baltimore, 267 p.
- Ramírez del Pozo, J., Portero, J.M., Olivé, A., Martín Alafont, J.M., Aguilar, M. J. y Giannini, G. (1976). *Mapa Geológico de España 1:50.000, hoja nº 33 (Comillas)*. IGME.
- Semensatto Jr., D.L., Ferreira Funo, R.H., Dias-Brito, D. y Coelho Jr., C. (2009). *Revue de micropaléontologie*, 52, 67-74.