

# Asociaciones de Foraminíferos bentónicos en los sedimentos recientes del estuario de Tina Mayor (Asturias-Cantabria)

*Benthic foraminifer assemblages in recent sediments of the Tina Mayor estuary (Asturias-Cantabria, N. Spain)*

Ana Pascual, Blanca Martínez García y Julio Rodríguez Lázaro

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

## ABSTRACT

A total of 35 species of benthic foraminifers have been taxonomically determined in recent sediments of the Tina Mayor estuary (Asturias-Cantabria provinces, N. Spain). Alive individuals belonging to 22 species, reach up to 30.2% of the total obtained specimens. Most abundant species in both biocenotic and thanatocenotic individuals are: *Ammonia tepida*, *Criboelphidium williamsoni*, *Lobatula lobatula*, *Miliammina fusca* and *Trochammina inflata*. Multivariate analyses (Cluster-Q) of samples, considering all benthic foraminifer species, indicate that this microfauna is distributed into four main groups, corresponding to different sub-environments in this estuary: 1) marine, 2) high vegetated marsh, 3) low marsh-upper intertidal of channels, and 4) subtidal lower zone of those channels. Furthermore it is possible to differentiate sub-groups taking into account the sediment type. The sediment is an important factor that produces variations in the percentage of main species, as well as richness and diversity of the assemblages. The geomorphological pattern dividing the estuary into three areas (head, mid estuary and mouth) do not correspond with the results provided by benthic foraminifers, which assemblages only distinguishes the mouth of marine character and the euryhaline mid estuary environments, while the head is not separated from the mid estuary.

**Key words:** Benthic foraminifers, recent sediments, estuary, Asturias-Cantabria, Bay of Biscay.

*Geogaceta*, 48 (2010), 95-98  
ISSN: 0213-683X

Fecha de recepción: 15 de febrero de 2010

Fecha de revisión: 21 de abril de 2010

Fecha de aceptación: 28 de mayo de 2010

## Introducción

El estuario de Tina Mayor, frontera natural entre Cantabria y Asturias, se encuentra situado en la desembocadura del río Deva. Con una orientación norte-sur, secciona perpendicularmente el relieve del entorno caracterizado por vaguadas y cumbres, con cotas máximas de 219 m de altura.

Morfológicamente el estuario se divide en tres zonas (Fig. 1): desembocadura, estuario medio y cabecera. La desembocadura estrecha (anchura media de 100 m) presenta un cauce fuertemente encajado hacia el mar en las Formaciones Alba (caliza Griotte), Valdeteja y Barcaliente del Carbonífero y hacia el interior en los materiales ordovícicos representados por las cuarcitas de la Formación Barrios (Martínez García *et al.*, 1981, Ramírez del Pozo *et al.*, 1976). El estuario medio es más ancho (máximo de 1700 m) y atraviesa las margas arenosas del Eoceno medio. Por último en la cabecera el estuario se estrecha de nuevo (an-

chura del cauce <75 m), entre las calizas del Cretácico y del Terciario.

Tina Mayor es un estuario de valle sumergido cuya desembocadura tiene un confinamiento rocoso muy acusado. Se trata de un estuario mesomareal (Flor Blanco y Flor, 2008), con predominio de la componente fluvial, la mayor parte del tiempo altamente estratificado, con una cola del estuario o límite de la onda mareal localizada a 7,5 km de la desembocadura (Fernández Iglesias y Marquínez García, 2002).

Las diversas rasas litorales existentes en Tina Mayor representan indicios de importantes cambios ambientales acaecidos durante el Cuaternario en este estuario. Estas rasas están situadas desde las zonas topográficamente más elevadas (Martínez García *et al.*, 1981, Ramírez del Pozo *et al.*, 1976) hasta las zonas más bajas del estuario, como en la playa de Las Arenas, a 4 m de altura respecto a la bajamar viva (Flor Blanco y Flor, 2008).

Con el fin de obtener nuevos datos que ayuden a un mejor conocimiento de los cambios paleoambientales ocurridos

en el sur del Golfo de Vizcaya a lo largo del Cuaternario, se está llevando a cabo un estudio centrado en los estuarios de Tina Menor (Pascual *et al.*, 2009) y Tina



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

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

Mayor. La primera fase del mismo consiste en identificar los foraminíferos bentónicos que viven en la actualidad en los sedimentos recientes de ambos estuarios, así como su distribución a lo largo de los mismos, con el fin de obtener la señal ecológica actual. Posteriormente, la observación de cambios en la microfaua a lo largo de testigos sedimentarios permitirá la reconstrucción paleoambiental de ambos estuarios, empleándose la técnica de los análogos modernos.

### Material y métodos

Se estudian los foraminíferos ( $>63\mu\text{m}$ ) recuperados de 15 muestras de superficie recogidas, con un rascador modelo *Boltovskoy*, a lo largo del estuario de Tina Mayor en Mayo del año 2009 durante la bajamar (Fig. 1). El agua presentaba en el momento del muestreo los siguientes valores extremos medidos desde la cabecera hasta la desembocadura: temperatura = 14.1-17.9°C, salinidad = 0.14-33.4 ups y pH = 7.5-8.06.

Las muestras fueron sometidas a los mismos métodos de tinción, lavado y concentración que los utilizados en el estuario de Tina Menor (Pascual *et al.*, 2009). Se utilizó también la clasificación taxonómica de Loeblich y Tappan (1988) para el análisis micropaleontológico y se calcularon los mismos índices de riqueza y diversidad: nF, S y  $\alpha$  de Fisher, así como la proporción entre los tipos de caparazón más abundantes (ver Pascual *et al.*, 2009). Así mismo se efectuó un análisis cluster tipo Q de las muestras con el método Ward (programa PAST, Hammer *et al.*, 2001), empleándose todas las especies (vivas y muertas).

### Resultados e interpretación

Se han extraído del estuario de Tina Mayor 3623 foraminíferos bentónicos, agrupados en 35 especies. Los individuos vivos, pertenecientes a 22 especies, suponen el 30,2 % de la totalidad de los ejemplares obtenidos (Tabla I). Las especies más abundantes tanto en la biocenosis como en la tanatocenosis son: *Ammonia tepida* (Cushman), *Criboelphidium williamsoni* (Haynes), *Lobatula lobatula* (Walker & Jacob), *Miliammina fusca* (Brady) y *Trochammina inflata* (Montagu). El análisis estadístico agrupa las muestras en 4 grupos (Fig. 2).

#### Grupo 1

Comprende las muestras TMAY-3, 8 y 9, caracterizadas por presentar como es-

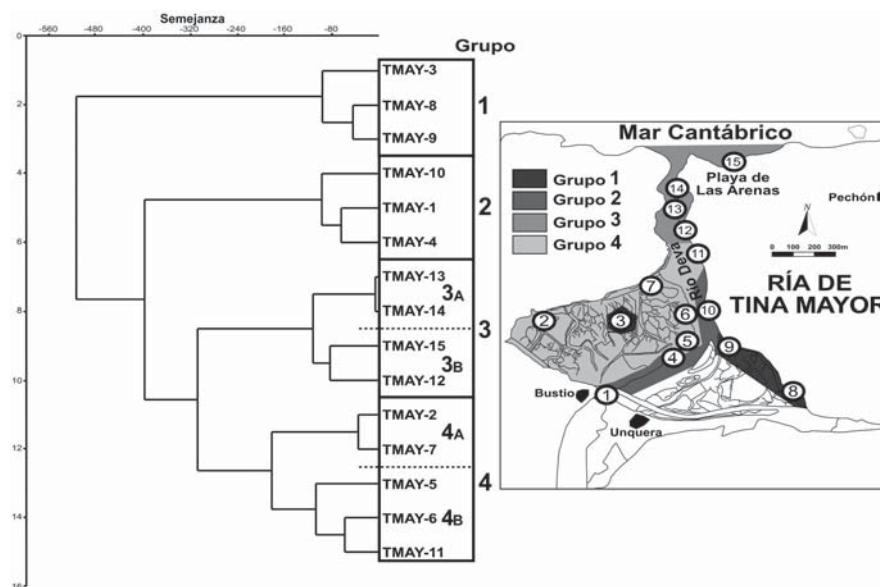


Fig. 2.- Dendrograma de las muestras (cluster-Q, método Ward) y distribución de las agrupaciones.

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

pecie dominante a *T. inflata* (57-93%). El índice de riqueza es bajo (nF=26-116) al igual que la diversidad (S=4-9;  $\alpha=0.5-1.8$ ) (Tabla I). Los caparazones aglutinantes son mayoritarios (83% de media).

Desde el punto de vista ecológico, *T. inflata* vive en la marisma alta (Scott *et al.*, 2003), alimentándose preferentemente de materia orgánica derivada de algas o de plantas vasculares (Armynot du Châtelet *et al.*, 2009). Es abundante sobre todo en sedimento limo arenoso, (Nixon *et al.*, 2009), favorecida por un aumento en el porcentaje en carbono orgánico (Armynot du Châtelet *et al.*, 2009).

Por lo tanto el Grupo 1 representa la asociación de marisma alta vegetada, sólo cubierta por el agua durante la pleamar de las grandes mareas. La muestra TMAY-3 que aparece aislada en la zona central del estuario, en la mitad de la marisma antropizada (Fig. 1), queda englobada en este grupo por estar situada junto a un pequeño canal que atraviesa los campos de cultivo, permitiendo la existencia de un ecosistema de marisma alta justo en el borde de dicho canal.

#### Grupo 2

Engloba a las muestras TMAY-1, 4 y 10, cuya asociación dominante está formada por *M. fusca* (45-66%) junto con *C. williamsoni* (rango: 9-33%) y *T. inflata* (1-32%). Presenta una menor riqueza que el grupo anterior (nF<1-6) pero mayor diversidad (S=10-13;  $\alpha=2-3.2$ ), siendo también dominantes los caparazones aglutinantes (62-88%) (Tabla I).

La especie más abundante, *M. fusca*, es eurihalina y vive en medios intermareales con abundancia en detritus de plantas, así como en ambientes de marisma baja (Murray, 1991). Como el tamaño de grano del sedimento es un factor limitante para esta especie, vive preferentemente en arena fina, no apareciendo en sedimentos con alta concentración en limo (Alve y Murray, 1999; Nixon *et al.*, 2009). Es además, una especie oportunista muy resistente al stress ambiental (Semensatto-Jr. *et al.*, 2009).

El Grupo 2 representa por tanto la asociación eurihalina que vive sobre las arenas limosas vegetadas intertidales en el borde superior del canal principal, tanto en la cabecera como en la zona media del estuario.

#### Grupo 3

Incluye las muestras TMAY-12, 13, 14 y 15 que presentan un sedimento con numerosos restos de briozoos, equinodermos y moluscos. Poseen como especie más abundante a *L. lobatula*, siendo mayoritarios en ellas los caparazones calcáreos hialinos (media: 93%) (Tabla I). El análisis estadístico separa dos subgrupos (3<sub>A</sub> y 3<sub>B</sub>) (Fig. 2).

Subgrupo 3<sub>A</sub> (TMAY-13 y 14). Sobre arena fina-media, y con dominio de foraminíferos de caparazón hialino (91-96%), la especie dominante es *L. lobatula* (78-79 %). Se trata de un subgrupo muy pobre (nF=2) con diversidad baja (S=7-9), en el que no ha sido posible calcular el  $\alpha$  de Fisher, dada la escasez de los ejemplares.

FORAMINIFEROS BENTONICOS TOTALES (VIVOS Y MUERTOS) TINA MAYOR	TMAY-1	TMAY-2	TMAY-3	TMAY-4	TMAY-5	TMAY-6	TMAY-7	TMAY-8	TMAY-9	TMAY-10	TMAY-11	TMAY-12	TMAY-13	TMAY-14	TMAY-15
<i>Ammonia tepida</i> (Cushman, 1926)	7	167		10	32	55	199	46	16	4	83	5		1	
<i>Bolivina pseudoplicata</i> Heron-Allen & Earland, 1930											3	1			
<i>Criboelphidium williamsoni</i> (Haynes, 1973)	24	54		104	107	82	22	30	15	29	7	73	2		
<i>Crirostomoides jeffreysii</i> (Williamson, 1858)	10	4	9	5	12	5	6	11	19	19	2	2			
<i>Elphidium crispum</i> (Linné, 1758)*											1	1	2	1	
<i>Elphidium excavatum</i> (Terquem, 1839)	4	6		1	1										
<i>Haplopragmoides canariensis</i> (d'Orbigny, 1839)*	1								4	2					
<i>Haynesina germanica</i> (Ehrenberg, 1840)	3	8			3		8	3	1	2	8				1
<i>Jadammina macrescens</i> (Brady, 1870)	24	17	11	7	20	10	9	43	21	12	1				
<i>Lepidodeuterammina ochracea</i> (Williamson, 1858)*										5					
<i>Lobatula lobatula</i> (Walker & Jacob, 1798)	1			2	1	1	1			1	11	164	60	52	76
<i>Massilina secans</i> (d'Orbigny, 1826)															2
<i>Miliammina fusca</i> (Brady, 1870)	154	20	1	145	33	14	4	1	36	144	10	16			
<i>Planorbulina acervalis</i> Brady, 1884*												5			
<i>Quinqueloculina seminula</i> (Linné, 1758)*												2	1	2	2
<i>Rosalina globularis</i> d'Orbigny, 1826	1			1		2	1				2	29	8	6	10
<i>Textularia conica</i> d'Orbigny, 1839*												1			2
<i>Textularia sagittula</i> DeFrance, 1824*													2	1	3
<i>Trochammina inflata</i> (Montagu, 1808)	2	45	284	39	94	14	55	176	207	102	17				1
nº	233	322	305	315	303	183	307	310	321	322	148	313	76	67	98
nF	<1	40	110	5	<1	<1	28	68	26	6	<1	16	2	2	<1
S	13	9	4	10	9	8	10	7	9	11	14	21	7	9	10
α de Fisher	3,2	1,7	0,5	2	1,8	1,8	2	1,2	1,8	2,2	4	5			
% Aglutinantes	82	27	100	62	52	23	24	61	89	88	20	6	3	3	5
% Porcelanáceos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	1	6	3
% Hialinos	18	73	0	38	48	77	76	39	11	12	79	92	96	91	92

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 Mayor. 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 Mayor estuary. Shaded areas indicate the most abundant. (\*) Species with only dead individuals.

*Subgrupo 3<sub>B</sub>* (TMAY-12 y 15). Comprende las muestras de cantos rodados con una fracción de arena gruesa, donde abundan los ejemplares hialinos (92%). Presenta mayor riqueza (nF<16) y diversidad (S=10-21) que el *Subgrupo 3<sub>A</sub>*. *L. lobatula* sigue siendo la especie mayoritaria (52-78%) aunque aparece acompañada de *C. williamsoni* y *Rosalina globularis* d'Orbigny.

El *Grupo 3* constituye por tanto la asociación del estuario externo o desembocadura, con un carácter marino, puesto de manifiesto por la especie dominante *L. lobatula* (Murray, 1991). Los Subgrupos descritos, independientemente de la situación de las muestras con respecto a la boca del estuario, separan tamaños de grano del sedimento: arena fina-media (*3<sub>A</sub>*) y cantos rodados con arena gruesa (*3<sub>B</sub>*). Estos últimos están ausentes en el vecino estuario de Tina Menor y han sido interpretados como consecuencia del mayor tamaño de la cuenca hidrográfica del río Deva, que favorece el aporte de materiales muy gruesos (Fernández Iglesias y Marquín García, 2002; Flor Blanco y Flor, 2008).

#### Grupo 4

Engloba a las muestras TMAY-2, 5, 6, 7 y 11, que presentan como especies más abundantes: *A. tepida*, *T. inflata* y *C. williamsoni*. El análisis estadístico separa dos Subgrupos (*4<sub>A</sub>* y *4<sub>B</sub>*) (Fig. 2).

*Subgrupo 4<sub>A</sub>* (TMAY-2 y 7). Reúne a las muestras limo-arenosas recogidas en el canal secundario del margen occidental (Fig. 1), donde son mayoritarios los caparzones hialinos (rango: 73-76%). Las especies que constituyen la asociación principal representan los porcentajes siguientes: *A. tepida* (rango: 52-65%), *T. inflata* (14-18%) y *C. williamsoni* (7-17%). El subgrupo presenta valores bajos tanto de riqueza (nF=28-40) como de diversidad (S=9-10; α de Fisher=1.7-2).

*Subgrupo 4<sub>B</sub>* (TMAY-5, 6 y 11). Comprende muestras con una mezcla de cantos rodados, arenas heterométricas y una fracción limosa, recogidas en el canal principal, donde aparece como asociación más importante la misma que la del *Subgrupo 4<sub>A</sub>* (*A. tepida* =11-56%, *T. inflata* =8-31% y *C. williamsoni* =5-45%) pero acompañada de *M. fusca* (7-46%). El número de ejemplares hialinos disminuye ligeramente (media: 68%), aumentando

los aglutinantes (media: 32%). Se trata del subgrupo más pobre de todo el estuario (nF<1) con una diversidad específica media (S=8-14; α=1.8-4) (Tabla I).

*A. tepida* y *C. williamsoni* son especies dominantes en las cabeceras y zonas medias de los estuarios de Cantabria, con características eurihalinas (Cearreta, 1988, Pascual *et al.*, 2004, 2006 y 2009). Por lo tanto la asociación del *Grupo 4* representa los ambientes eurihalinos submareales de canal en la zona media del estuario. Los subgrupos indicarían los diferentes tamaños de grano del sedimento: limo-arenoso (*Subgrupo 4<sub>A</sub>*) y arena con cantos rodados (*Subgrupo 4<sub>B</sub>*). La muestra TMAY-11 señala claramente la extensión hacia la desembocadura de los dominios eurihalinos del estuario.

#### Conclusiones

Un total de 35 especies de foraminíferos bentónicos, 22 de ellas vivas, han sido identificadas en el estuario de Tina Mayor. Las asociaciones delimitan los ambientes marinos y los eurihalinos.

En la desembocadura y con carácter marino domina la especie *L. lobatula*.

En la cabecera y zona media del estuario, se suceden las asociaciones eurihalinas siguiendo un perfil desde las áreas altas de la marisma vegetada hasta las zonas submareales del canal. Así en la marisma alta abundan los ejemplares de *T. inflata*, mientras que en la parte superior de los canales domina *M. fusca* y en la zona inferior submareal de dichos canales aparece mayoritariamente *A. tepida*. Además, dentro de estos ambientes, el tipo de sedimento es el factor principal de control de las variaciones tanto de los porcentajes de las especies mayoritarias como de la riqueza y diversidad.

El esquema morfológico de división del estuario en tres zonas, no se corresponde con los datos aportados por los foraminíferos bentónicos. Estos dividen al estuario únicamente en dos partes: la desembocadura de carácter marino y el resto del estuario (cabecera y zona media) con ambientes eurihalinos.

#### 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 dis-

fruta de una beca predoctoral FPU del MEC.

Los autores agradecen al Doctor Josep Tosquella, la cuidadosa revisión del manuscrito.

#### Referencias

- Alve, E. y Murray, J.W. (1999). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 146, 171–193.
- Armynot du Châtelet, E., Bout-Roumazeilles, V., Riboulleau, A. y Trentesaux, A. (2009). *Revue de Micropaléontologie*, 52, 75–84.
- Cearreta, A. (1988). *Revista Española de Paleontología*, 3, 23–38.
- Fernández Iglesias, E. y Marquinez García, J. (2002). *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 15, 141–157.
- 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.
- Loeblich, A.R. y Tappan, H. (1988). *Foraminiferal genera and their classification*. Van Nostrand Reinhold, 970 p.
- Martínez García, E., Corrales, I., Valladares, I., Méndez, I., Ramírez de Pozo, J., van Ginke, A.C., Lamolda, M., Moreno de Castro, E. y Marcos, A. (1981). *Mapa Geológico de España 1:50.000, hoja nº 32 (Llanes)*. IGME.
- Murray, J.W. (1991). *Ecology and Palaeoecology of benthic foraminifera*. Longman Scientific Technical, 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.
- Pascual, A., Martínez García, B., Rodríguez-Lázaro, J. y Martín-Rubio, M. (2009). *Geogaceta*, 47, en prensa.
- 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.
- Scott, D.B., Collins, E.S., Gayes, P.T. y Wright, E. (2003). *Geological Society of America Bulletin*, 115, 1027–1039.
- Semensatto-Jr., D.L., Ferreira Funo, R.H., Dias-Brito, D. y Coelho-Jr., C. (2009). *Revue de Micropaléontologie*, 52, 67–74.