

# Situación medioambiental de la marisma Joyel (Cantabria): datos aportados por los foraminíferos bentónicos

*Environmental assessment of the Joyel marsh (Cantabria, N Spain): results from the benthic foraminifers*

A. Pascual<sup>(1)</sup>, M. Elorza Remón<sup>(2)</sup>, M. Martín-Rubio<sup>(1)</sup> y J. Rodríguez-Lázaro<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Universidad del País Vasco. Facultad de Ciencia y Tecnología. Dpto. de Estratigrafía y Paleontología. Apdo. 644, 48080 Bilbao. E-mail: ana.pascual@ehu.es

<sup>(2)</sup> Reyes de Navarra 12, 01002 Vitoria-Gasteiz.

## ABSTRACT

*A total of sixty nine species of benthic foraminifers have been identified in the Joyel-Ria of Quejo marsh (Cantabria, N Spain). Fifty six of those species had living individuals in the time of sampling. Main foraminifer assemblages change from the mouth to the head of the estuary. Thus, in the silty channels of the marsh area, the most abundant species is Ammonia tepida, while in the vegetated middle marsh area is Trochammina inflata the dominant species. In the mid area of the Ria of Quejo, dominant assemblage is composed by Ammonia tepida, Cribroelphidium williamsoni, Haynesina germanica and Lobatula lobatula. The last one, besides Rosalina globularis are dominant at the mouth and with Quinqueloculina seminula, in the beaches. The occurrence of abundant living individuals of A. tepida at the flooded area of the head, now occupied by an old sewage point, confirms the recovering of this area thanks to the environmental policy of the last years. Finally, the occurrence of live specimens of Ammonia tepida and Haynesina germanica inside the lagoon of Joyel indicates the influence of brackish water.*

**Key words:** benthic foraminifera, Recent, biodiversity, marsh, Cantabria, Bay of Biscay

*Geogaceta, 40 (2006), 183-186*

*ISSN: 0213683X*

## Introducción

La marisma Joyel se sitúa en la zona oriental del litoral Cántabro. Pertenece a la Reserva Natural de las Marismas de Santoña - Noja, uno de los humedales más importantes del norte de la Península Ibérica. Administrativamente, el núcleo de Joyel, es compartido por los municipios de Arnuero al oeste (barrio de Isla) y sur (barrio de Soano), y Noja al este. Por el SW, es el monte Cincho, con sus 241m de cota, el que limita la marisma. La leve depresión en sentido SE-NW que aloja a Joyel, abarca una extensión de 249 Ha y 8,24 Km de perímetro, abriéndose hacia el mar a través de la ría de Quejo, lugar por el cuál penetra el dominio marino en el humedal. Esta zona de contacto ha sido secularmente cegada por una barrera arenosa que en la actualidad conforma el arenal de Ris, que a su vez, ha generado un sistema de dunas de trasplaya que delimita por el norte la marisma (Fig.1). La entrada de agua salada que penetra en el humedal, se ve frenada por unos diques de contención, que embalsaban el agua procedente del ascenso mareal en la cabecera del estuario, aprovechando su fuerza motriz para la molienda del grano en el molino de Santa Olalla, construido en el siglo XVII. Como conse-

cuencia de esta acción antrópica, que originó una progresiva desecación de las marismas, el espacio natural de Joyel ha visto diezmada su superficie a lo largo de la historia reciente.

En 1994, la Reserva Natural de las Marismas de Santoña y Noja, fue declarada Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA) e incluida en la lista del Convenio internacional de Ramsar, relativo a humedales, así como en la Red «Natura 2000». Estas figuras de protección ambiental, chocaban frontalmente con la situación real en la que se encontraba la marisma Joyel hasta el año 2004, puesto que además de los diques antes citados, la existencia de un vertedero incontrolado, había supuesto un relleno de sus márgenes y un importante foco de contaminación. Recientemente, el Ministerio de Medio Ambiente, más concretamente la Dirección General de Costas de Cantabria, ha llevado a cabo un proyecto, finalizado en octubre de 2004, de «Recuperación y restauración de las Marismas Joyel», cuyo principal objetivo ha sido la eliminación de este vertedero situado tras el molino de mareas. Para ello, se ha realizado la completa limpieza del paraje, eliminando residuos inertes (62.725 m<sup>3</sup>) y sólidos urbanos (4.687 m<sup>3</sup>), mediante la excavación y vaciado por

medios mecánicos, de una profundidad superior a los 3,5 m.

Como otros estuarios, la ría de Quejo y marismas Joyel se han formado en la zona de transición entre el continente y el océano. Su forma y extensión, han sido alteradas continuamente por la erosión y el depósito de sedimentos, siendo además afectadas por los cambios eustáticos. Dentro de estos sedimentos aparecen foraminíferos, que son de gran utilidad en reconstrucciones paleoceanográficas, como consecuencia de su sensibilidad a los cambios en los factores físico-químicos del medio, aportando información oceanográfica sobre masas de agua, modelos de circulación, influencia de mar abierto, cambios en el nivel del mar o distribución de la salinidad (Murray, 1991). Con este trabajo se pretende conocer la situación medioambiental de la marisma Joyel - Ría de Quejo, tras las obras de saneamiento, en base a la distribución actual de los foraminíferos bentónicos, aportando datos sobre la biodiversidad de dichos ecosistemas. Estos datos servirán como base, para un trabajo posterior de reconstrucción de los paleoambientes que se han ido sucediendo a lo largo del Cuaternario en estas marismas, aplicando el principio del Actualismo.

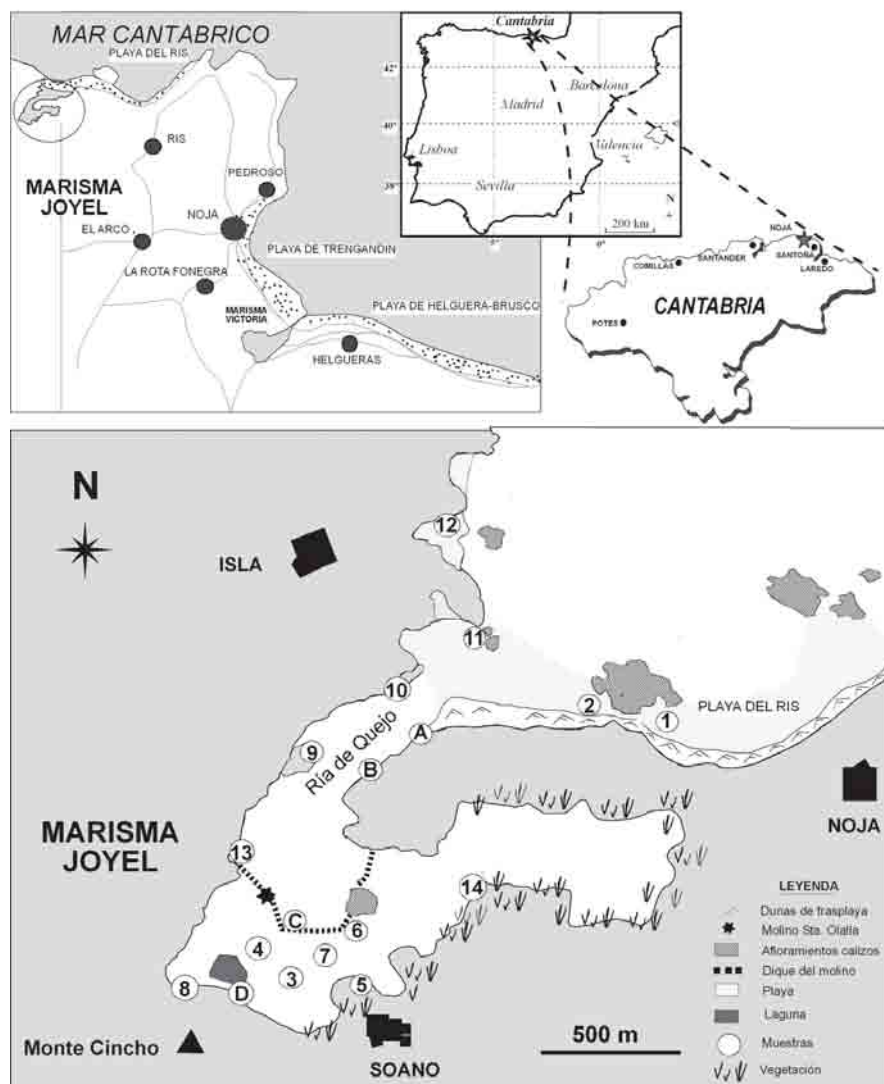


Fig.1.- Situación geográfica de las muestras estudiadas.

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

En Cantabria, estudios similares al presente han sido realizados con anterioridad en la ría de Santoña (Cearreta, 1988), en la de San Vicente de la Barquera (Cearreta, 1989), y en la marisma Victoria de Noja (Pascual *et al.*, 2004).

### Material y métodos

Se han estudiado 18 muestras de sedimento (Fig.1) extraídas durante noviembre del año 2004 (JOY-04) y febrero de 2005 (JOY-05), que fueron preservadas y teñidas siguiendo las técnicas de Murray (1991). Posteriormente fueron lavadas y tamizadas, recogiendo la fracción mayor de 0,063 mm. Se extrajeron 300 ejemplares por muestra, cuando fue posible, o en su defecto la totalidad de los foraminíferos presentes en las mismas. Cuando las muestras poseían escasos ejemplares, fueron pasadas por

Tricloroetileno para concentrar los caparazones.

La clasificación taxonómica, se llevó a cabo siguiendo la normativa de Loeblich y Tappan (1988). Además, se obtuvieron una serie de índices de riqueza y diversidad: nF (número de foraminíferos vivos y totales extraídos de un gramo de sedimento seco), S (número de especies por muestra), a de Fisher (relación entre el número de individuos y especies por muestra, según el método gráfico de Murray, 1973).

### Resultados

Un total de 4666 ejemplares de foraminíferos bentónicos fueron extraídos de la marisma Joyel - ría de Quejo, de los que 2540 corresponden a individuos vivos en el momento del muestreo (54%). Han sido determinadas 69 especies, 56 de

las cuales presentan ejemplares vivos (Tabla I). Las diferentes asociaciones de foraminíferos vivos que se suceden en la marisma y estuario, coinciden todas ellas con las asociaciones dominantes cuando se contempla la totalidad de la población (biocenosis y tanatocenosis). Estas, junto a los distintos índices de riqueza y diversidad, así como el predominio de alguno de los tipos de caparazón permiten diferenciar varios subambientes en la marisma Joyel- ría de Quejo: laguna, cabecera del estuario con sus ambientes de canales fangosos, marisma media y alta, zona intermedia, desembocadura del estuario y por último las playas adyacentes.

### Laguna

La muestra JOY 04-4 (D) fue tomada en una laguna interior abastecida por la escorrentia del monte Cincho (Fig. 1) y por la surgencia de diversos acuíferos subterráneos localizados en las calizas kársticas Urgonianas, donde se asienta la marisma. En ella es dominante la especie *L. lobatula* acompañada por *A. tepida* y *R. globularis*. La muestra es pobre (nF=9) pero de elevada diversidad (S =27, a = 7), con predominio de caparazones hialinos (92%). Presenta la menor proporción de ejemplares vivos (9%) de todo el área de trabajo (Tabla II).

### Cabecera del estuario: marisma Joyel

En esta zona se han recogido 7 muestras (JOY 05-8, JOY 05-3, JOY 05-4, JOY 05-5, JOY 05-6, JOY 05-7 y JOY 05-14), siendo *A. tepida* la especie más abundante en todas ellas. Los índices de riqueza y diversidad, así como las especies secundarias varían de acuerdo a la situación geográfica de las muestras.

Así, la muestra recogida en la zona recuperada tras la eliminación del vertedero (JOY 05-8), presenta el mayor índice de riqueza de todo el estuario (nF=1435), siendo sin embargo la diversidad muy baja (S=6, a =1), con un dominio total de *A. tepida* (90%) y un elevado porcentaje de ejemplares vivos (88%) (Tablas I y II). Las muestras extraídas de los canales fangosos de la cabecera (JOY 05-4, JOY 05-5 y JOY 05-6) presentan unas características micropaleontológicas similares a la anterior, aunque el índice nF disminuye (nF 33-534). En todas estas muestras son mayoritarios los caparazones hialinos (>99%)

En la muestra JOY 05-3 recogida en el límite entre el canal y la marisma baja, *A. tepida* está acompañada por *H. germanica*. Presenta una riqueza menor (nF =33), aumentando sin embargo su diversidad (S =21, a =5). Aunque dominan

los caparazones hialinos, los aglutinantes alcanzan el 7,6%. El porcentaje de ejemplares vivos supone el 56% de la muestra.

La muestra JOY 05-14, extraída en la marisma media, presenta una asociación dominante formada por las especies: *A. tepida* y *T. inflata*, siendo por tanto abundantes los caparazones aglutinantes

(42,6%). El índice nF presenta valores muy bajos (nF =4) al igual que la diversidad (S=8, a =1,5). Son mayoritarios los individuos vivos (61%).

En la muestra obtenida en la marisma alta desecada (JOY 05- 7) sólo han podido extraerse 10 ejemplares coloreados correspondientes a las especies: *A.*

*tepida*, *Elphidium gerthi*, *Elphidium oceanensis* y *H. germanica*. El índice de riqueza nF es inferior a 1.

*Zona intermedia del estuario: ría de Quejo*

En este área se han estudiado 4 muestras (JOY 04-3-C, JOY 05-13, JOY 05-9 y JOY 04-2-B), que presentan como asocia-

| ESPECIES TOTALES  | D        |          |          |          |          |          |          |           |              |           |          |              |              |           |           |           |          |          |
|---|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|--------------|-----------|----------|--------------|--------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|
|   | JOY-04-4 | JOY-05-8 | JOY-05-3 | JOY-05-4 | JOY-05-5 | JOY-05-6 | JOY-05-7 | JOY-05-14 | JOY-04-3 (C) | JOY-05-13 | JOY-05-9 | JOY-04-2 (B) | JOY-04-1 (A) | JOY-05-10 | JOY-05-11 | JOY-05-12 | JOY-05-2 | JOY-05-1 |
| <i>Adelosina laevigata</i> d'Orbigny, 1826                    |          |          |          |          |          |          |          |           |              |           |          |              |              | 4         |           |           |          |          |
| <i>Ammonia beccarii</i> (Linné, 1758)                         | 1        |          | 2        |          |          |          |          |           |              |           |          | 1            |              | 4         |           | 2         |          |          |
| <i>Ammonia tepida</i> (Cushman, 1926)                         | 38       | 296      | 90       | 301      | 293      | 295      | 2        | 158       | 57           | 38        | 35       | 79           | 6            | 9         | 1         | 12        | 1        | 1        |
| <i>Astacolus crepidulus</i> (Fichtel & Moll, 1798)            |          |          |          |          |          |          |          |           |              |           |          |              |              |           | 1         |           |          |          |
| <i>Asterigerinata mamilla</i> (Williamson, 1858)              | 3        |          | 2        |          |          |          |          |           | 2            |           | 1        | 2            | 2            | 3         |           | 1         | 3        | 2        |
| <i>Brizalina alata</i> (Seguenza, 1862) *                     |          |          |          |          |          |          |          |           |              |           |          |              | 1            |           |           |           |          |          |
| <i>Brizalina subaenariensis</i> (Cushman, 1922)               | 2        |          |          |          |          |          |          |           |              |           |          |              |              |           |           |           |          |          |
| <i>Brizalina variabilis</i> (Williamson, 1858)                | 1        |          | 1        |          |          |          |          |           |              |           |          |              | 5            | 1         |           |           |          |          |
| <i>Bulimina gibba</i> Fornasini, 1902                         | 1        |          |          |          |          |          |          |           |              |           |          |              | 1            | 2         |           | 2         |          |          |
| <i>Cassidulina laevigata</i> d'Orbigny, 1826                  |          |          | 1        |          |          |          |          |           |              |           |          |              | 1            |           |           |           |          | 1        |
| <i>Cibicides refulgens</i> Montfort, 1808                     | 21       |          | 9        |          | 3        | 2        |          | 2         | 39           | 3         | 10       | 18           | 21           | 11        | 4         | 10        | 15       | 17       |
| <i>Cornuspira foliacea</i> (Philippi, 1844)                   |          |          |          |          |          |          |          |           |              |           |          |              |              | 1         |           |           |          |          |
| <i>Criboelphidium williamsoni</i> (Haynes, 1973)              | 21       | 3        | 37       |          |          |          |          |           | 83           | 137       | 89       | 37           | 3            | 16        |           | 7         |          |          |
| <i>Cribrostomoides jeffreysii</i> (Williamson, 1858) *        |          |          |          |          |          |          |          |           |              |           |          |              |              |           |           | 1         |          |          |
| <i>Cyclammmina cancellata</i> Brady, 1879 *                   |          |          |          |          |          |          |          |           | 1            |           |          |              |              |           |           |           |          |          |
| <i>Cyclogyra carinata</i> (Costa, 1856)                       |          |          |          |          |          |          |          |           |              |           |          |              | 2            |           |           |           |          |          |
| <i>Elphidium advenum</i> (Cushman, 1922)                      |          |          |          |          |          |          |          |           |              |           |          |              | 1            | 1         |           |           |          |          |
| <i>Elphidium complanatum</i> (d'Orbigny, 1839) *              |          |          |          |          |          |          |          |           |              | 1         |          |              |              |           |           |           |          |          |
| <i>Elphidium crispum</i> (Linné, 1758)                        | 1        |          |          |          |          |          |          |           | 3            |           | 2        |              | 2            | 7         | 2         | 1         | 2        | 2        |
| <i>Elphidium discoidale</i> (d'Orbigny, 1839)                 | 1        |          | 1        |          | 1        |          |          |           | 4            |           |          | 1            | 1            |           | 3         | 4         | 2        | 2        |
| <i>Elphidium gerthi</i> Van Voorhuysen, 1957                  | 1        |          | 1        |          |          |          |          | 3         |              |           |          |              |              |           |           |           |          |          |
| <i>Elphidium macellum</i> (Fichtel & Moll, 1798)              |          |          | 1        |          |          |          |          |           |              |           |          |              |              |           |           |           |          |          |
| <i>Elphidium oceanensis</i> (d'Orbigny, 1826)                 | 1        | 20       | 4        | 3        | 4        | 1        | 2        | 3         |              | 1         |          |              |              |           |           |           |          |          |
| <i>Eponides repandus</i> (Fichtel & Moll, 1798)               | 1        |          |          |          |          |          |          |           | 1            |           |          |              | 2            | 1         |           |           | 2        | 4        |
| <i>Fissurina orbignyana</i> Seguenza, 1862                    |          |          |          |          |          |          |          |           |              |           |          |              |              | 1         |           |           |          |          |
| <i>Fontbotia wuellerstorfi</i> (Schwager, 1866)               |          |          |          |          |          |          |          |           |              |           |          |              | 2            |           |           |           |          |          |
| <i>Gaudryina rudis</i> Wright, 1900                           |          |          |          |          |          |          |          |           |              |           |          |              | 1            | 3         | 4         |           |          |          |
| <i>Globocassidulina subglobosa</i> (Brady, 1881)              |          |          |          |          |          |          |          |           |              | 1         |          |              | 2            | 2         |           | 3         |          | 1        |
| <i>Globulina gibba</i> (d'Orbigny, 1826) *                    |          |          |          |          |          |          |          |           | 1            |           |          |              |              |           |           |           |          |          |
| <i>Haynesina germanica</i> (Ehrenberg, 1840)                  | 18       | 5        | 116      | 3        | 7        | 11       | 2        | 15        | 56           | 129       | 129      | 2            | 5            | 13        |           | 8         | 1        |          |
| <i>Hormosina globulifera</i> Brady, 1879 *                    |          |          |          |          | 1        |          |          |           |              |           |          |              |              |           |           |           |          |          |
| <i>Jadammina macrescens</i> (Brady, 1870)                     | 1        |          | 21       |          | 1        |          |          | 21        | 6            | 1         |          | 63           | 5            |           |           |           |          |          |
| <i>Lagena striata</i> (d'Orbigny, 1839) *                     |          |          |          |          |          |          |          |           |              |           |          |              | 1            |           |           |           |          |          |
| <i>Lagena sulcata</i> (Walker & Jacob, 1798)                  |          |          |          |          |          |          |          |           | 1            |           |          |              | 1            | 1         |           |           |          |          |
| <i>Lobatula lobatula</i> (Walker & Jacob, 1798)               | 144      | 3        | 28       |          | 5        | 1        |          | 36        | 11           | 37        | 26       | 80           | 149          | 37        | 172       | 32        | 43       |          |
| <i>Martinottiella communis</i> (d'Orbigny, 1826) *            | 1        |          |          |          |          |          |          |           |              |           |          |              |              |           |           |           |          |          |
| <i>Massilina secans</i> (d'Orbigny, 1826)                     | 5        |          |          |          |          |          |          |           |              |           |          |              | 4            | 3         | 2         |           |          |          |
| <i>Melonis barleeanum</i> (Williamson, 1858) *                |          |          | 1        |          |          |          |          | 1         |              |           |          |              |              | 1         |           |           |          |          |
| <i>Miliammina fusca</i> (Brady, 1870)                         | 1        |          |          |          |          |          |          |           |              |           |          |              |              |           |           |           |          |          |
| <i>Miliolinella subrotunda</i> (Montagu, 1803)                | 3        | 3        |          |          |          |          |          |           |              | 1         |          |              | 5            | 1         |           |           |          |          |
| <i>Oolina squamosa</i> (Montagu, 1803)                        |          |          |          |          |          |          |          |           |              |           |          |              |              | 2         |           |           |          |          |
| <i>Patellina corrugata</i> Williamson, 1858                   |          |          |          |          |          |          |          |           |              |           |          |              | 1            |           |           |           |          |          |
| <i>Pateoris hauerinoides</i> (Rhumbler, 1936)                 |          |          |          |          |          |          |          |           |              |           |          |              | 1            |           |           |           |          |          |
| <i>Planoglabratella</i> sp.                                   | 3        |          |          |          |          |          |          |           |              |           |          | 6            |              |           |           |           |          |          |
| <i>Planorbulina mediterranensis</i> d'Orbigny, 1826           | 2        |          |          |          |          |          |          |           |              |           | 1        |              | 7            | 1         | 1         |           |          |          |
| <i>Quinqueloculina costata</i> d'Orbigny, 1826                |          |          |          |          |          |          |          |           |              |           |          |              |              |           |           | 2         |          |          |
| <i>Quinqueloculina lamarckiana</i> d'Orbigny, 1839            | 1        |          | 1        |          |          |          |          |           | 1            |           |          |              | 2            | 1         |           |           |          | 1        |
| <i>Quinqueloculina lata</i> Terquem, 1876 *                   |          |          | 2        |          |          |          |          |           |              |           |          |              | 2            |           |           | 2         | 1        |          |
| <i>Quinqueloculina oblonga</i> (Montagu, 1803)                |          |          | 1        | 1        |          |          |          |           |              |           |          |              | 2            |           |           | 1         |          |          |
| <i>Quinqueloculina quadrata</i> Nörvang, 1945                 |          |          |          |          |          |          |          |           |              |           |          |              | 2            | 2         | 10        | 1         |          |          |
| <i>Quinqueloculina seminula</i> (Linné, 1758)                 | 1        |          | 4        |          |          |          |          | 3         |              | 4         | 3        | 8            | 21           | 14        | 17        | 14        | 12       |          |
| <i>Quinqueloculina undulata</i> d'Orbigny, 1852               |          |          |          |          |          |          |          |           |              |           |          |              | 1            | 2         | 1         |           |          |          |
| <i>Quinqueloculina vulgaris</i> d'Orbigny, 1826               |          |          |          |          |          |          |          |           |              |           |          |              |              |           | 1         |           |          |          |
| <i>Reophax</i> sp.  |          |          |          | 1        |          |          |          |           |              | 1         |          |              |              |           |           |           |          |          |
| <i>Rosalina globularis</i> d'Orbigny, 1826                    | 26       |          | 2        |          | 1        |          |          | 1         | 2            | 3         | 9        |              | 121          | 52        | 2         | 38        | 1        | 2        |
| <i>Siphotextularia concava</i> (Karrer, 1868)                 |          |          |          |          |          |          |          |           |              |           |          |              |              | 1         |           |           |          |          |
| <i>Spiroloculina excavata</i> d'Orbigny, 1846 *               |          |          |          |          |          |          |          |           |              |           |          |              |              | 1         |           |           |          |          |
| <i>Textularia agglutinans</i> d'Orbigny, 1839                 |          |          |          |          |          |          |          |           |              |           |          |              |              |           |           |           |          | 1        |
| <i>Textularia conica</i> d'Orbigny, 1839                      |          |          |          |          |          |          |          |           |              |           |          |              | 2            | 1         | 2         | 2         |          |          |
| <i>Textularia sagittula</i> Defrance, 1824                    | 6        |          |          |          |          |          |          | 1         |              |           | 1        |              | 4            | 5         | 1         | 6         | 3        | 1        |
| <i>Textularia</i> sp.   |          |          |          |          |          |          |          |           |              |           |          |              |              |           |           |           |          | 1        |
| <i>Textularia stricta</i> Cushman, 1911                       |          |          |          |          |          |          |          |           |              |           | 1        |              |              |           |           |           |          |          |
| <i>Trifarina angulosa</i> (Williamson, 1858)                  |          |          |          |          |          |          |          |           |              |           |          |              | 1            |           |           |           |          |          |
| <i>Triloculina bermudezi</i> Acosta, 1940 *                   |          |          |          |          |          |          |          |           |              |           |          |              |              | 1         | 1         |           |          |          |
| <i>Triloculina oblonga</i> (Montagu, 1803)                    | 3        |          |          |          |          |          |          |           |              |           |          | 2            |              |           |           | 2         |          |          |
| <i>Trochammina inflata</i> (Montagu, 1808)                    | 3        |          | 4        |          | 1        |          |          | 111       | 3            | 2         |          | 58           | 1            | 1         |           |           |          |          |
| <i>Trochammina rotaliformis</i> Heron-Allen & Earland, 1911 * |          |          |          |          |          |          |          |           |              |           |          |              |              |           |           | 1         |          |          |
| <i>Uvigerina peregrina</i> Cushman, 1923                      |          |          |          |          |          |          |          |           |              |           |          |              | 1            |           |           |           |          |          |
| <i>Valvulineria bradyana</i> (Fornasini, 1900)                | 1        |          | 1        |          |          | 1        |          |           |              |           | 2        | 1            | 1            | 1         |           |           |          |          |

Tabla I.- Abundancia absoluta de los foraminíferos bentónicos en las muestras. (\*) Especies con sólo ejemplares muertos.

Table I.- Absolute abundance of benthic foraminifera in the samples. (\*) Species with dead individuals.

ción dominante: *A. tepida*, *C. williamsoni*, *H. germanica* y *L. lobatula*, estando acompañadas de *Jadammina macrescens* y *T. inflata* en la muestra JOY 04-2-B (recogida sobre vegetación). Presentan un índice de riqueza medio a bajo (nF = 41- 427) y una diversidad media (S = 11-17, a = 2,5 - 4). Son mayoritarios los caparazones hialinos, aunque en la muestra JOY 04-2-B los aglutinantes alcanzan el 40,5% (Tabla II). La proporción de ejemplares vivos supera el 46%, a excepción de la muestra JOY 04-3-C donde los individuos coloreados suponen el 14% (Tabla II).

#### Desembocadura del estuario

En las dos muestras (JOY 04-1-A y JOY 05-10), recogidas aguas abajo del estuario, las especies más abundantes son: *L. lobatula* y *R. globularis* (Tabla I). En esta zona, la riqueza en foraminíferos es baja (nF = 10-27), registrándose, sin embargo la diversidad mayor de todo el estuario (S = 33-36, a = 9-11). Son mayoritarios los caparazones hialinos, aunque los porcelanáceos alcanzan el 10,8%. El porcentaje de individuos vivos con respecto a la totalidad de la población supera el 61%.

#### Playas

Se han estudiado cuatro muestras correspondientes tanto al arenal de la desembocadura (JOY 05-11) como a las playas limítrofes (JOY 05-12, JOY 05-2 y JOY 05-1) (Fig.1). En todas ellas la asociación principal está compuesta por *L. lobatula* y *Q. seminula*. Se trata de áreas pobres (nF<11) donde salvo en la muestra JOY 05-12, no ha sido posible obtener los 300 ejemplares. Los índices de diversidad son medio-altos (S = 14-23, a = 3,5-6). Es importante la presencia de porcelanáceos (11,5 -27,5 %), aunque los caparazones más abundantes siguen siendo los de pared calcárea hialina. El porcentaje de ejemplares vivos es inferior al 41%.

#### Discusión y Conclusiones

Las especies de foraminíferos bentónicos descritas en este estudio como dominantes, han sido ya identificadas en otras zonas de Cantabria (Cearreta 1988, 1989; Pascual *et al.*, 2004). En estos trabajos, al igual que en el resto del Atlántico Norte (Murray, 1991), las asociaciones varían de la cabecera a la desembocadura de los estuarios. Así en la cabecera, sobre marisma vegetada media y alta, abundan *J. macrescens* y *T. inflata*. En ambientes intertidales o subtidales eurihialinos de las cabeceras de los estuarios, sobre fondos limosos viven *A. tepida*, *C. williamsoni* y *H. germanica*. Estas especies están con-

| MUESTRAS JOYEL | nF   | S  | a   | % Aglutinantes | % Porcelanáceos | % Hialinos | % Vivos/ Total |
|----------------|------|----|-----|----------------|-----------------|------------|----------------|
| JOY-04-4 (D)   | 9    | 27 | 7   | 3,8            | 4,2             | 92         | 9              |
| JOY-05-8       | 1435 | 6  | 1   | 0              | 0,9             | 99,1       | 88             |
| JOY-05-3       | 33   | 21 | 5   | 7,6            | 2,4             | 90         | 56             |
| JOY-05-4       | 172  | 5  | 1   | 0,3            | 0,3             | 99,4       | 89             |
| JOY-05-5       | 330  | 10 | 2   | 0,9            | 0               | 99,1       | 56             |
| JOY-05-6       | 534  | 5  | 1   | 0              | 0               | 100        | 54             |
| JOY-05-7       | <1   | 5  | 1   | 0              | 0               | 100        | 100            |
| JOY-05-14      | 4    | 8  | 1,5 | 42,6           | 0               | 57,4       | 61             |
| JOY-04-3 (C)   | 148  | 17 | 4   | 3,3            | 1,3             | 95,4       | 14             |
| JOY-05-13      | 275  | 11 | 2,5 | 1,2            | 0,3             | 98,5       | 59             |
| JOY-05-9       | 41   | 15 | 3,5 | 0,6            | 1,2             | 98,2       | 59             |
| JOY-04-2 (B)   | 427  | 14 | 3   | 40,5           | 1,7             | 57,8       | 46             |
| JOY-04-1 (A)   | 10   | 36 | 11  | 4,2            | 7,8             | 88         | 64             |
| JOY-05-10      | 27   | 33 | 9   | 3,4            | 10,8            | 85,8       | 61             |
| JOY-05-11      | 6    | 16 | 5   | 8,8            | 27,5            | 63,7       | 35             |
| JOY-05-12      | 11   | 23 | 6   | 3,3            | 11,5            | 85,2       | 41             |
| JOY-05-2       | 9    | 14 | 4,5 | 5,1            | 20,3            | 74,6       | 35             |
| JOY-05-1       | 10   | 14 | 3,5 | 2,2            | 14,4            | 83,4       | 30             |

**Tabla II.- Índices de riqueza y diversidad, porcentaje de tipos de caparazones de foraminíferos bentónicos y proporción de ejemplares vivos de las muestras estudiadas en la marisma Joyel-ría de Quejo.**

*Table II.- Richness and diversity index, percentage of test composition types of benthic foraminifers and live individuals rate in the studied samples of the Joyel-ria of Quejo marsh.*

dicionadas por el nivel de las mareas (Haslett *et al.*, 2001). Así, *H. germanica* habita en los lodos de la zona central de los canales del estuario, es decir en zonas cubiertas por la pleamar media incluso en las mareas muertas. *A. tepida* vive en los lodos de los bordes más altos del canal e incluso en la marisma baja, es decir zonas cubiertas en una pleamar media. En este último ambiente también habita *C. williamsoni*. Por último, aparecen *L. lobatula*, *R. globularis* y *Q. seminula*, que aunque viven en aguas con salinidad marina normal, están también presentes en la desembocadura arenosa de los estuarios.

El índice a de Fisher permite diferenciar ambientes marinos de transicionales (Murray 1991). Valores del índice a comprendidos entre <1 y 3 se registran en las marismas, mientras que cifras superiores corresponden a medios de plataforma. Los tipos de caparazón también aportan datos ambientales: los aglutinantes están presentes en la vegetación de las marismas, los hialinos dominan en la zona submareal de los estuarios y por último los porcelanáceos aparecen en la desembocadura de las rías.

A la vista de todos estos criterios micropaleontológicos, se puede deducir que en el entorno de las marismas Joyel-ría de Quejo, se suceden los mismos ambientes sedimentarios que en el resto de estuarios del Atlántico Norte. Las obras llevadas a cabo para la regeneración de áreas degradadas, ha supuesto una normalización de los ambientes, como queda

patente en la muestra JOY05-8 obtenida en la zona inundada de la cabecera, que antes ocupaba el vertedero, tras el dique del molino de Santa Olalla (Fig.1). En esta muestra la especie dominante (*A. tepida*) es la misma que en el resto de la cabecera del estuario, demostrando que cuatro meses después del final de las obras, esta zona de la marisma estaba ya completamente recuperada.

No sucede lo mismo con la pequeña laguna allí existente (Fig.1). La presencia en la muestra JOY 04-4 (D) de abundantes ejemplares muertos de especies procedentes del exterior del estuario y en especial de *L. lobatula*, indican que en algún momento de las obras, está laguna se puso en comunicación con las aguas del resto del estuario, de ahí la aparición de numerosos ejemplares alóctonos que explican la elevada diversidad allí registrada (S =27; a =7). El cierre posterior de la laguna ha causado la muerte de muchos de esos especímenes, lo que ha supuesto que en esta zona se registre la menor proporción de individuos vivos del estuario (9%). La aparición en la laguna de ejemplares coloreados de *A. tepida* y *H. germanica* permite concluir que de alguna manera el agua salada penetra en la laguna, y que por tanto, el anterior carácter de laguna interior ha sido transformado en una laguna salobre como consecuencia de las obras de recuperación de la marisma Joyel.

#### Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el Proyecto del Ministerio de Educación y Ciencia CGL2004-02987 y GIU 05/49 de la Universidad del País Vasco/EHU.

#### Referencias

- Cearreta, A. (1988). *Revista Española de Paleontología*, 3, 23-38.
- Cearreta, A. (1989). *Revista Española de Micropaleontología*, XXI, 67-80.
- Haslett, S.K. Strawbridge, F., Martin, N.A. y Davies, C.F.C. (2001). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 52, 143-153.
- Loeblich, A.R. y Tappan, H. (1988). *Foraminiferal genera and their classification*. Van Nostrand Reinhold, 970 p.
- Murray, J.W. (1973). *Distribution and Ecology of Living Benthic Foraminifera*. Heinemann, 288 p.
- Murray, J.W. (1991). *Ecology and Palaeoecology of benthic foraminifera*. Longman Scientific Technical, 397 p.
- Pascual, A., Martín-Rubio, M. y Rodríguez-Lázaro, J. (2004). *Geogaceta*, 36, 151-154.