

## **Seguimiento Planes Nacionales de Cultivos Marinos-JACUMAR**

### **Informe final**

**Proyecto coordinado:** Identificación de parámetros físico-químicos y biológicos que actúen como mejores indicadores del impacto ambiental generado por los cultivos marinos en jaulas flotantes.

**Subproyecto:** Identificación de parámetros del sedimento que actúen como mejores indicadores del impacto ambiental generado por los cultivos marinos en jaulas flotantes. Valoración de diferentes métodos de obtención de las muestras: Galicia.

**Organismo:** Universidade de Santiago de Compostela. Dpto. Bioloxía Animal. Equipo de Estudios del Bentos Marino de Substratos Blandos.

**Investigador principal:** José Mora Bermúdez

**Investigadores:** José Manuel Parada, Joxe Mikel Garmendia, Javier Murillo

Santiago de Compostela Mayo de 2006

---

### **1.- INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS**

El objetivo general del presente proyecto coordinado persigue la determinación de los parámetros físicos, químicos y biológicos que pueden ser utilizados como mejores indicadores del impacto de los cultivos marinos en jaulas flotantes sobre el dominio bentónico próximo a las instalaciones.

La propuesta de este objetivo busca encontrar los parámetros más adecuados no sólo en función de su significado ecológico, ya que éstos son bien conocidos en la literatura científica sobre ecología bentónica, sino también en función del esfuerzo material y humano, de los costes, y de la rapidez y facilidad que cada uno de estos parámetros requieren en la obtención de resultados.

Se habrían de buscar, por tanto, los parámetros que, desde un punto de vista eminentemente práctico, permitieran detectar de forma rápida, sencilla y con el menor esfuerzo humano y económico, el impacto de una instalación sobre el sistema bentónico.

Para ello se eligió una zona en la que nunca se habían instalado sistemas de cultivo flotantes y en la que estaba previsto que una empresa iniciara esta actividad. De esta forma se podría reconocer el impacto a partir de un "punto 0" marcado por el inicio de la actividad y sin interferencias de otras actividades próximas. En la costa gallega las zonas que cumplen estos requisitos se restringen a las rías altas y responden a ambientes con una fuerte exposición hidrodinámica. En este tipo de ambientes expuestos, las condiciones meteorológicas, con escasos días de buena mar, dificultan la programación de trabajos de muestreo. Sin embargo, el fuerte hidrodinamismo reinante reduce el impacto de las instalaciones sobre el sistema bentónico, por lo que son lugares excelentes para poner a prueba la sensibilidad de los parámetros indicadores. Se eligió finalmente la ría de O Barqueiro, en la costa lucense.

Además de los parámetros que permiten estimar el impacto de estas instalaciones, se consideró de gran utilidad conocer los valores máximos que éstos pueden alcanzar en condiciones de uso intensivo. Dado que en Galicia se vienen desarrollando diferentes cultivos en sistemas flotantes desde varias décadas atrás, existen diversas áreas que, *a priori*, podrían ser tomadas como ejemplo de zonas de uso intensivo. En este caso, se eligió la zona del estrecho de Rande, en el interior de la ría de Vigo. En esta zona, existe un polígono de bateas de mejillón y ostra desde hace varias décadas. Tras la reordenación de este polígono, parte del mismo ha sido empleado para la instalación de jaulas flotantes para engorde de rodaballo, de modo que el impacto de esta instalación se suma al previamente existente derivado del cultivo en batea

En el presente informe se muestran los resultados obtenidos tras el tratamiento de las muestras recogidas en ambas zonas a lo largo de los tres años que ha durado el presente proyecto.

## **2.- METODOLOGÍA**

Los parámetros físicoquímicos más habitualmente empleados en los estudios de comunidades bentónicas que tienen por objeto monitorizar la contaminación orgánica producida por diversas actividades humanas sobre el fondo marino suelen ser, el contenido en componentes pelíticos de la granulometría, la materia orgánica y los perfiles de óxido-reducción (Fenchel y Riedl, 1.970; Pearson y Stanley, 1.979; Gray 1.981). Sin embargo, las características cualitativas y cuantitativas de las comunidades bentónicas, son reconocidas como los mejores parámetros en este tipo de estudios dado que integran las características del medio de forma crónica (Sanders, 1.958; Pearson, 1971b; Rhoads, 1.974; Warwick, 1986; Pearson, 1.987) y muestran una mayor sensibilidad. En este sentido Weston (1990) concluye que mientras el efecto sobre los parámetros físicoquímicos comienza a desaparecer a partir de 45 m de distancia de las jaulas, los parámetros faunísticos continúan alterados hasta una distancia de 150 m. Con el desarrollo de la piscicultura en sistemas flotantes, en los últimos tiempos se han introducido el estudio del contenido en determinados componentes directamente relacionables con esta actividad, esto es, el contenido en C, N, S y P del sedimento, dada su relación con la actividad biológica de los organismos cultivados y con la adición de piensos al medio (Hargrave, *et al.*, 1995; Wildish *et al.*, 2001; Carroll, *et al.*, 2003).

En este estudio hemos analizado la evolución de las características granulométricas, el contenido orgánico y el potencial redox, así como el contenido en C, N, S y P del sedimento. Los resultados obtenidos han sido contrastados con los arrojados por el estudio de los parámetros faunísticos básicos ampliamente utilizados (riqueza específica, densidad, diversidad y dominancia) y por los diagramas de rango-frecuencia de Frontier (1985) clásicamente utilizados en los estudios bentónicos sobre alteración de la estructura de las comunidades bentónicas.

## **TRABAJO EN EL MAR**

En ambas localidades estudiadas se establecieron 10 estaciones de muestreo: 2 bajo las jaulas y 8 a lo largo de dos transectos, distanciadas 50, 100, 200 y 500 m de la instalación. En cada estación se recogieron muestras imperturbadas del fondo con una draga box-corer. La draga empleada es la adaptación de Bouma y Marshall (1964) de la draga de Reineck (1958) y consiste en una caja de acero inoxidable extraíble, abierta en ambos extremos, de dimensiones 10x17x35 cm, que se introduce en el sustrato por medio de un lastrado con plomos; el extremo

inferior de la caja se obtura con un cierre sujeto en el extremo de un brazo que pivota deslizándose a través del sedimento cerrando la boca de la caja. La gran ventaja de la draga box-corer consiste en que la caja que contiene la muestra se puede sacar de la draga intacta y con el agua intersticial, lo cual permite el análisis de los parámetros físicoquímicos en la columna de sedimento.

En el propio cajetín de la draga se midió el potencial redox y el pH a 1, 3, 5, 7, 9 y 12,5 cm de profundidad en el sedimento con un autoanalizador WTW. Los valores de potencial redox obtenidos en el campo fueron posteriormente corregidos en función del valor de referencia del electrodo de hidrógeno, del pH y del valor obtenido frente a la disolución patrón proporcionada por la casa suministradora del equipo autoanalizador. Posteriormente, el contenido del cajetín fue fraccionado en las capas 0-2 cm, 2-4, 4-6 y 6-final para el estudio de la granulometría y contenido orgánico en la vertical del sedimento.

Para el estudio de la fauna se tomaron seis réplicas en cada estación, y para el del sedimento dos; una para la granulometría y la otra para el estudio de la materia orgánica y el contenido en carbono, nitrógeno, azufre y fósforo en las capas de 0 a 2 y de 2 a 4 cm de profundidad.

Cada réplica destinada al estudio faunístico presenta una superficie de 0,017 m<sup>2</sup> y un volumen aproximado de 0,001 m<sup>3</sup> (10x17x6=1020 cm<sup>3</sup>) puesto que se tomaron exclusivamente los 6 primeros centímetros del sustrato, ya que, según estudios precedentes realizados por nuestro equipo en fondos similares, es en este estrato donde se concentra más del 90% de la fauna presente. La superficie total muestreada para el estudio faunístico será de 0,1 m<sup>2</sup> (10x17=170 cm<sup>2</sup> x 6= 0,1020 m<sup>2</sup>). Al igual que para las muestras de sedimento, las réplicas destinadas a la fauna fueron cortadas en capas: de 0 a 2 cm, de 2 a 4 cm, de 4 a 6 cm, el resto de la muestra fue guardada por si fuera necesario un posterior análisis.

Las réplicas obtenidas en cada punto, destinadas a los análisis faunísticos, fueron lavadas en un tamiz con luz de malla de 1 mm y fijados con formol salino al 8 %, neutralizado con bórax.

Las muestras destinadas al estudio del contenido en materia orgánica y en carbono, nitrógeno, azufre y fósforo se conservaron congeladas a -10°C hasta el momento de su análisis.

## TRABAJO EN EL LABORATORIO

### Estudio faunístico

#### 1. Triado de las muestras.

Previamente a la separación, las muestras fueron pasadas de nuevo por un tamiz de 1 mm de luz de malla, con el fin de lavar el exceso de sedimento y de eliminar el formaldehído de fijación.

#### 2. Identificación del material triado.

Una vez triada la fauna se procedió a su identificación hasta el taxón de especie, siempre que fue posible. Igualmente, se anotó el número de individuos por cada especie y muestra.

### Estudio sedimentológico

Cada una de las capas de sedimento recogidas en el mar fueron secadas a temperatura ambiente en el laboratorio. A continuación fueron sometidas a los siguientes análisis:

#### 1. Granulometría.

Para conocer la distribución ponderal de la fracción arenosa del sedimento se realizó un tamizado en húmedo. Para ello, la muestra de sedimento se dispuso en una columna de tamices -de acuerdo con la escala phi- y se sometió a agitación mecánica en una tamizadora RETSCH modelo VIBRO a la vez que se le aplicaba agua pulverizada a presión.

Para el análisis de la fracción pelítica -limos y arcillas- se aplicó el método gravitacional de la pipeta Robinson (Buchanan, 1984).

#### 2. Materia orgánica.

El contenido en materia orgánica se calculó por medio del análisis de pérdida de peso por ignición, sometiendo la fracción granulométrica menor de 0,5 mm de cada muestra, por triplicado, a un secado en estufa a 90°C durante 24 h y, posteriormente, a calcinación en mufla a 450°C durante 4 h. (Parada, Palacio & Mora, 1993).

El contenido así calculado fue corregido en función de la importancia de la fracción granulométrica menor de 0,5 mm en el total del sedimento. En esta corrección no se tuvo en cuenta la fracción mayor de 2 mm, para minimizar la influencia de la presencia de valvas de mejillón y ostra procedentes de instalaciones próximas, existentes en la zona anteriormente o desprendidas de la estructura del sistema de cultivo.

#### 3. Contenido en carbono, nitrógeno, azufre y fósforo.

Se realizó con un cromatógrafo en fase gaseosa C/N/S y sobre réplicas duplicadas.

## HIPÓTESIS DE TRABAJO

La presencia de las jaulas en el medio marino provoca la introducción en el sistema bentónico situado bajo ellas de partículas de materia orgánica (Carroll, 2003). El origen de estas partículas es diverso, pero principalmente se debe a la propia actividad biológica de los peces cultivados, pérdidas de pienso y desprendimiento de organismos sésiles que forman parte del "fouling" de la estructura de la instalación. Este desprendimiento de organismos puede ser accidental o derivado de las labores de limpieza que forman parte de las actividades de mantenimiento.

Este aporte de partículas de materia orgánica al sistema bentónico puede derivar en una acumulación de materia orgánica en las proximidades de la instalación más o menos patente en función del grado de dispersión de las mismas. La dispersión, a su vez, será mayor cuanto mayores sean el hidrodinamismo reinante y la profundidad existente en la zona elegida para la instalación de los sistemas de cultivo (Yokoyama, *et al.*, 2004).

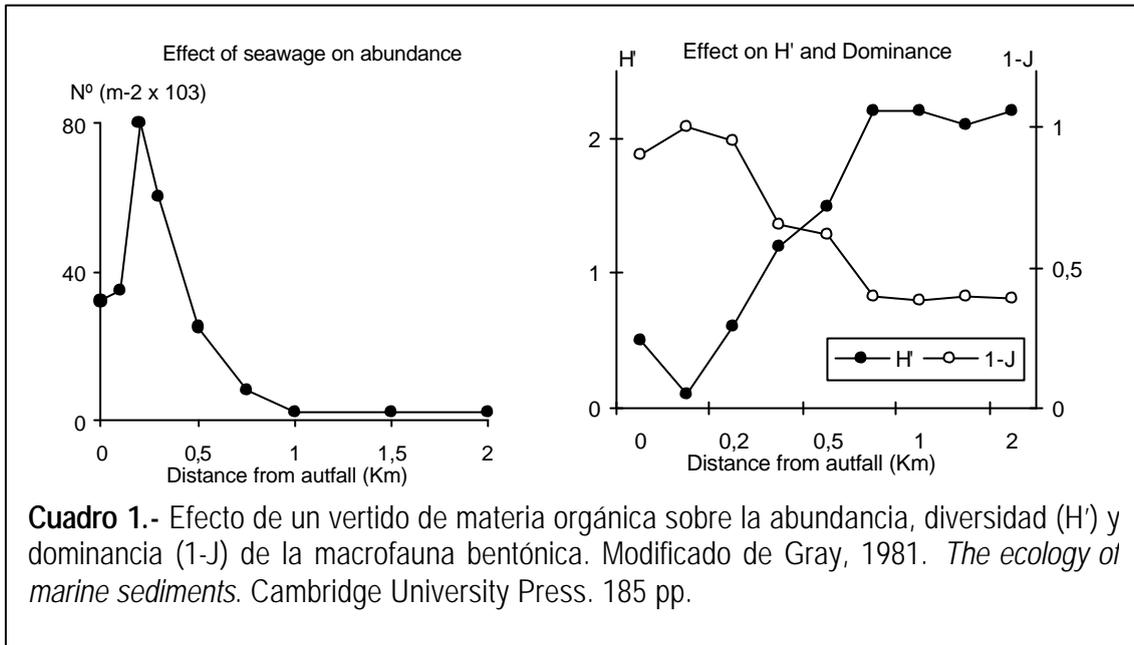
Una vez que estas partículas llegan al fondo marino pasan a formar parte de los sedimentos. A partir de este momento es posible cuantificar el impacto de la instalación a partir de la evolución de los parámetros fisicoquímicos. En ausencia de fenómenos de resuspensión o de substratos móviles derivados del hidrodinamismo, se produce un incremento del contenido pelítico, aumento del contenido en materia orgánica, disminución del potencial redox e incremento del contenido en C, N, S y P en las proximidades de la instalación (Hargrave *et al.*, 1995). Los cambios en estos parámetros serán menores cuanto mayor sea la distancia a la instalación.

El incremento de materia orgánica propicia la aparición de organismos bentónicos propios de áreas orgánicamente enriquecidas. El grado de alteración del sistema bentónico es cuantificable a partir de la presencia y dominancia de las diferentes especies con mayor o menor tolerancia a la carga orgánica, la modificación de las proporciones de los grupos tróficos, del grado de modificación de la estructura de la comunidad y, en último término, del cambio de comunidad bentónica (Pearson y Rosenberg, 1978).

La respuesta de los parámetros faunísticos básicos al incremento de la carga orgánica ha sido muy estudiada en relación a diferentes actividades industriales, urbanas y sistemas de cultivos marinos (Planas y Mora, 1987). La abundancia, medida como número de individuos tanto en términos absolutos como de densidad, aumenta drásticamente pero no en las inmediaciones del origen de la carga orgánica sino a una cierta distancia. Luego, a medida que aumenta la distancia al vertido, se produce un descenso paulatino hasta los valores normales (**Cuadro 1**). La diversidad ( $H'$ ) es baja en las proximidades del vertido, pero desciende algo más un poco más lejos para después recuperar sus valores normales a medida que aumenta la distancia. La dominancia, definida como el inverso de la diversidad relativa ( $1-J$ ) se comporta de manera simétrica a la diversidad (**Cuadro 1**). Los valores absolutos de estos tres índices están en relación con la importancia cuantitativa del impacto del vertido, aunque siempre se han de tener en cuenta los valores propios de la comunidad existente en la zona previamente al inicio del impacto (Gray, 1981).

Debido a que el estudio de los cambios de diversidad suele conllevar multitud de problemas interpretativos, los estudios bentónicos que tienen por objeto estudiar los cambios en

la estructura de las comunidades suelen incorporar diferentes índices. En el caso de los diagramas de rango-frecuencia de Frontier, las estaciones más afectadas por el aporte orgánico presentarán diagramas de tipo 1, propios de comunidades con la estructura alterada, mientras que aquellas no afectadas mostrarán diagramas de tipo 2 (comunidad bien estructurada) ó 3 (comunidad clímax) en función de la estructura propia de la comunidad en "condiciones normales" (Frontier, 1976, 1977).



### **3.- RESULTADOS EN LA RIA DE VIGO**

#### **3.1.- POSICIÓN DE LAS ESTACIONES**

Las estaciones muestreadas en la instalación de la ría de Vigo se disponen en dos transectos que, partiendo de los extremos del polígono de jaulas se orientan uno hacia el E en dirección al estrecho de Rande, y el otro hacia el SW, ambos paralelos a la línea de costa (**Mapa 1**).

En el transecto dispuesto hacia el E se sitúan las estaciones L1, L2, L3 L4 y L5 a 0, 50, 100, 200 y 500 m de la instalación y sobre el segundo transecto las estaciones L0, L6, L7, L8 y L9 igualmente a 0, 50, 100, 200 y 500 m de distancia a la instalación.

#### **3.2.- RESULTADOS SEDIMENTOLÓGICOS**

##### **3.2.1.- Granulometría**

En las **tablas I, II y III** se muestran los resultados obtenidos tras el análisis granulométrico en cada una de las capas en que se dividieron las muestras de sedimento. En las **figuras 1, 2 y 3** se exponen las curvas granulométricas acumuladas resultantes de estos análisis

Todas las estaciones salvo L9 presentaron unas características granulométricas semejantes, con la moda en los limos gruesos, finos, o bien arcillas y un contenido en pelitas superior al 60%. El contenido en gravas en todas las estaciones fue siempre inferior o igual al 10%, y cuando superaba este valor se correspondía con la presencia de valvas de mejillón u ostra procedentes de la actividad de las instalaciones próximas o existentes antiguamente en esta misma zona.

La única estación que no se ajustó a esta descripción fue L9. Bajo la influencia de la desembocadura de un río próximo, la granulometría de esta estación se mostró totalmente diferente, con la moda en las arenas medias y un bajo contenido pelítico, que únicamente superó el 3% en el muestreo de mayo de 2005.

En la **figura 4** se muestran la evolución del contenido pelítico a lo largo de los dos transectos. Este parámetro mostró un ligero incremento en las proximidades de la instalación, pero la mayor fluctuación se correspondió con un descenso de las pelitas en las estaciones más próximas a las jaulas debido a la presencia de valvas de mejillón que hicieron disminuir el porcentaje de finos. Los valores más elevados de este parámetro alcanzaron el 90% de pelitas. Para minimizar el efecto de la presencia de valvas de mejillones u ostras procedentes de instalaciones próximas o pretéritas, se ha recalculado el contenido en pelitas (pelitas\*, **tabla IV**) sin tener en cuenta la fracción mayor de 2 mm (gravas) en el total de la granulometría.

La evolución espacial del contenido pelítico a lo largo de los transectos mostró la disparidad de la estación L9 con respecto a las restantes. Por tanto, no ha de tenerse en cuenta esta estación en el análisis de los resultados, que al mismo tiempo, pone de manifiesto la complejidad de este tipo de estudios en áreas de heterogeneidad espacial y gran diversidad de comunidades bentónicas.

### 3.2.2. - Materia orgánica

En la **tabla V** se muestran los resultados de los análisis de contenido orgánico en cada una de las capas de sedimento estudiadas en cada estación de los transectos establecidos en torno a la instalación de cultivos marinos de la ría de Vigo. La **tabla VI** muestra los valores medios del contenido en materia orgánica en los seis primeros centímetros del sedimento. El contenido en materia orgánica se situó a lo largo de ambos transectos en torno al 12-13%, salvo en ocasiones puntuales como en la estación L3 en julio de 2004. La estación L9 mostró valores dispares con respecto a las demás también en cuanto a este parámetro. El contenido en materia orgánica pareció presentar valores ligeramente más elevados en el transecto L0-L8 que en el L1-L5 (**Figura 5**).

### 3.2.3. - Potencial redox

En la **tabla VII** se muestran los valores de potencial redox hallados en la vertical del sedimento de cada una de las estaciones. Como valores de referencia del Eh los diferentes autores toman el medido a 4 ó 5 cm de profundidad ya que consideran que los valores medidos a menor profundidad son fácilmente alterables por la propia fauna. En la **figura 6** se presenta la evolución del Eh a 5 cm de profundidad a lo largo de los dos transectos para las diferentes campañas de muestreo.

El Eh a 5 cm de profundidad mostró valores por debajo de los  $-200$  mV, que se hacían progresivamente más negativos, a lo largo de los transectos, a medida que disminuía la distancia a la instalación de cultivo. En las estaciones más próximas a la instalación los valores se situaron entre  $-350$  y  $-400$  mV.

### 3.2.4. - Contenido en carbono, nitrógeno, fósforo y azufre

La **tabla VIII** contiene los valores de contenido en carbono obtenido en las diferentes estaciones de los transectos de la instalación de la ría de Vigo. Los valores promediados para las dos capas (de 0 a 4 cm) se presentan en la **tabla IX** y en la **figura 7**. En las estaciones más próximas a la instalación se encontraron valores entre 5 y 7 %, pero fueron semejantes a los obtenidos en la estación más alejada.

Los valores de contenido en nitrógeno en las capas de 0 a 2 y de 2 a 4 cm en las estaciones de la instalación de la ría de Vigo se exponen en la **tabla X**. El promedio de estos valores para los 4 primeros centímetros de profundidad se muestran en la **tabla XI** y en la **figura 8**. Los valores obtenidos en las estaciones más próximas a la instalación se situaron en torno al 0,4%, al igual que en la estación más alejada, L5.

El contenido en fósforo encontrado en las estaciones de los transectos establecidos en la ría de Vigo se muestra en la **tabla XII** desglosado para las capas de 0 a 2 y de 2 a 4 cm. El promedio de estos valores para los cuatro primeros centímetros del sedimento se expone en la **tabla XIII** y

su evolución espacial a lo largo de los dos transectos en la **figura 9**. Obviando los valores de L9, descartada desde un principio debido a su diferente granulometría y a influencia de la desembocadura de un río en sus proximidades y L5 en julio de 2005, los valores más elevados de ese parámetro se encontraron en L1, L2 y, puntualmente, en L0 y se situaron en torno a las 20 ppm. A lo largo del transecto L1 – L4 se apreció una disminución progresiva de este parámetro.

Los resultados de los análisis del contenido en azufre se muestran desglosados para las capas de 0 a 2 y 2 a 4 cm en la **tabla XIV** y promediados para los cuatro primeros centímetros en la **tabla XV**. La evolución espacial del contenido en azufre a lo largo de los dos transectos de la ría de Vigo se muestra en la **figura 10**. En esta figura, en vez de azufre, pone fósforo. Los valores más altos se encontraron entre las estaciones L7 y L1 (100 y 0 m) y superaron el 1%.

### 3.2.5.- Relación entre los parámetros físicoquímicos y la distancia a la instalación

Con el objetivo de simplificar la exposición de resultados se han promediado los valores obtenidos para cada parámetro en las distintas profundidades a un único valor representativo de la capa de 0 a 4 cm. De esta forma se emplean en este estudio de correlación el contenido en pelitas, materia orgánica, fósforo, carbono, nitrógeno y azufre en los 4 primeros centímetros del sedimento. En el caso del potencial redox mantenemos la medida a 5 cm de profundidad por estar considerado como una medida ya reconocida como estándar. Una vez agrupadas las estaciones en función de su distancia a la instalación, se promediaron los valores de estas variables a lo largo de todo el período de estudio con el fin de estudiar la existencia de correlaciones. Los valores así obtenidos se exponen en **tabla XVI**. Igualmente, en esta tabla se pueden ver los resultados del análisis de correlación tanto para un modelo lineal como logarítmico.

De los parámetros estudiados sólo el potencial redox y el contenido en azufre presentaron una correlación significativa con la distancia a la instalación. La correlación entre el Eh y la distancia fue significativa y de signo positivo en el modelo logarítmico, mientras que la del azufre fue de signo negativo y para un modelo lineal. En la **figura 11** se muestran las relaciones de regresión existentes entre estos dos parámetros y la distancia a las jaulas y sus funciones correspondientes.

## 3.3.- RESULTADOS FAUNÍSTICOS

### 3.3.1.- Descriptores sinecológicos de la fauna global

En la **tabla XVII** y las **figuras 12, 13, 14 y 15**, se muestran los valores de la riqueza específica, densidad, diversidad y dominancia de las estaciones estudiadas y su evolución a lo largo de los transectos establecidos.

La abundancia presenta en L6 (a 50 m) y L0 (a 0 m de las jaulas) el esperado pico propio de las especies oportunistas en las proximidades de una fuente de materia orgánica. La diversidad ( $H'$ ) presenta un patrón bien definido con valores bajos en las estaciones más próximas a la instalación y altos en las más alejadas. La dominancia (1-J) presenta un patrón simétrico.

### 3.3.2. - Descriptores de la estructura de las comunidades

En las **figuras 16, 17 y 18** se muestran los diagramas de rango-frecuencia correspondientes a cada estación en las diferentes campañas de muestreo. La **figura 19** representa la evolución del estado de la estructura derivado de aquellos diagramas, a lo largo de los transectos.

El estado 1, propio del inicio de la sucesión y de comunidades con una estructura pobre, que refleja la presencia de perturbaciones en las comunidades se mantuvo de forma constante a lo largo del estudio al menos en las estaciones situadas a 0 y 50 m de la instalación. En diversas ocasiones este estado fue encontrado en la estructura de estaciones como L3 y L7, situadas a 100 m.

### 3.3.3. - Composición faunística

En las **tablas XVIII, XIX y XX** se muestran las 25 primeras especies de mayor frecuencia relativa en cada una de las estaciones muestradas en la instalación de la ría de Vigo en los meses de enero de 2004, octubre de 2004 y julio de 2005 respectivamente. En el **anexo I** se incluye un listado faunístico de los taxones determinados.

En función de la fauna existente en cada estación puede decirse que en todas las estaciones, salvo en L9, se asienta una comunidad de *Abra alba* - *Melinna palmata*, propia de áreas orgánicamente enriquecidas. La estación L9 muestra una comunidad de transición de la de *Abra alba* - *Melinna palmata* hacia comunidades más propias de fondos heterogéneos, como denota la presencia de *Aponuphis bilineata*, entre otras.

### 3.3.4. - Distribución vertical de la fauna

En el **anexo II** se incluye un trabajo sobre la optimización del estudio de la fauna basado en la distribución vertical de la misma, presentado al X Congreso Nacional de Acuicultura y actualmente en prensa en el Boletín del Instituto Español de Oceanografía.

Como principal conclusión de este estudio puede señalarse que la fauna existente en los 6 primeros centímetros del sedimento supera el 80% del total y que limitando el estudio faunístico a estos 6 primeros centímetros se obtienen resultados semejantes a los obtenidos con el estudio de mayores volúmenes de sedimento, lo que supone un importante ahorro de esfuerzo.

## 4.- RESULTADOS EN LA RÍA DE O BARQUEIRO

### 4.1.- POSICIÓN DE LAS ESTACIONES

Las estaciones muestreadas en la primera campaña realizada en torno a la instalación de la ría de O Barqueiro en mayo de 2.003 se disponen en dos transectos que, partiendo de los extremos del polígono de jaulas, se orientan uno hacia el E y el otro hacia el SW (**Mapa 2**).

La presente memoria expone los resultados correspondientes a las estaciones JB1, JB2, JB3, JB4 y JB5 situadas a 0, 50, 100, 200 y 500 m de la instalación, sobre el primer transecto y en dirección a la boca de la ría y las estaciones JB6, JB7, JB8; JB9 y JB10, situadas sobre el segundo transecto a 0, 50, 100, 200 y 500 m de las jaulas en dirección al interior de la ría.

### 4.2.- RESULTADOS SEDIMENTOLÓGICOS

#### 4.2.1.- Granulometría

En las **tablas XXI, XXII, XXIII y XXIV** se muestran los resultados obtenidos tras el análisis granulométrico de las muestras de sedimento procedentes de los diferentes muestreos. Igualmente se pueden ver estos resultados en las **figuras 20 a 23**.

Los dos transectos establecidos en torno a la instalación de la ría de O Barqueiro se encuentran sobre un sedimento fundamentalmente arenoso. Las curvas granulométricas acumuladas son similares en todas las estaciones, salvo en JB5, cuyo sedimento tiene un mayor contenido en elementos finos que hacen que su moda granulométrica se sitúe en las arenas muy finas. Esto hace que esta estación no se deba tener en cuenta en la interpretación de los resultados obtenidos. Por otra parte muestra, nuevamente, la dificultad de los estudios de distribución espacial del impacto en áreas de gran heterogeneidad de comunidades bentónicas

El contenido pelítico medio diferencia claramente a JB5, con porcentajes entre el 5 y el 10,8% (**Tabla XXV**), mientras que en el resto de las estaciones el porcentaje de la fracción finamente alcanza el 1%. Obviando JB5, el contenido pelítico es mayor en JB6, JB7 y JB1, situadas entre 0 y 50 m de la instalación (**Figura 24**).

#### 4.2.2.- Materia orgánica

En las **tablas XXVI y XXVII** se muestran los resultados de los análisis del contenido orgánico en cada una de las capas de sedimento de las estaciones de la ría de O Barqueiro.

Los valores de materia orgánica encontrados son muy bajos, como corresponde a una ría expuesta al hidrodinamismo como es la de O Barqueiro. De nuevo, JB5 debe excluirse de los análisis toda vez que se trata de una estación situada en una cubeta de sedimentación y, en todo caso, no puede ser considerada como estación control del resto de las condiciones del área circundante de la instalación. El contenido orgánico de las estaciones más alejadas de la influencia de la instalación se sitúa entre el 1 y 0,5%. La distribución espacial de este parámetro muestra un incremento de la materia orgánica hasta valores próximos al 1,5% e incluso 2% en

las estaciones más próximas a la instalación, principalmente JB6, JB1, JB2, y puntualmente, JB7, todas ellas situadas entre 0 y 50 m de la instalación (**Figura 25**)

#### 4.2.3. - Potencial redox

La **tabla XXVIII** contiene los valores de potencial redox en el perfil del sedimento de cada una de las estaciones estudiadas en torno a la instalación de la ría de O Barqueiro. También este parámetro invalida la estación JB5 como referencia para el resto de las estaciones, con valores de Eh mucho más positivos que ésta a las diferentes profundidades en el sedimento.

La evolución espacial del Eh a 5 cm de profundidad a lo largo de los dos transectos delata la presencia de la instalación, con valores negativos, que incluso alcanzan en ocasiones los -200 mV. Estos valores negativos se registran en JB1, JB6 y JB7, situadas bajo las jaulas, las dos primeras y a 50 m de ellas la tercera (**Figura 26**).

#### 4.2.4. - Contenido en carbono, nitrógeno, fósforo y azufre

La **tabla XXIX** muestra el contenido en carbono en las capas de 0 a 2 y de 2 a 4 cm de profundidad en el sedimento de las diferentes estaciones estudiadas. Los valores medios de este parámetro para los 4 primeros centímetros del sedimento se presentan en la **tabla XXX**.

El contenido en carbono se sitúa en la mayoría de los casos entre el 3 y el 4% y no se observa un patrón espacial de su evolución a lo largo de los transectos en relación a la distancia a la instalación (**Figura 27**).

El contenido en nitrógeno de cada una de las capas de sedimento estudiadas en cada estación se muestra en la **tabla XXXI**. Los valores medios de este parámetro para los 4 primeros centímetros del sedimento se exponen en la **tabla XXXII**. Como valor "normal" de contenido en nitrógeno en los 4 primeros centímetros de esta zona podría hablarse de un porcentaje en torno al 0,02 %. En las estaciones más próximas a la instalación se superó el 0,03% y en ocasiones se alcanzó el 0,06% (**Figura 28**).

Los valores resultantes del análisis del contenido en fósforo se exponen en la **tabla XXXIII** desglosados para cada una de las capas y en términos de valores medios para los cuatro primeros centímetros del sedimento, en la **tabla XXXIV**. Si tomamos como valores característicos de la zona los correspondientes a las estaciones JB8, JB9 y JB10 (**Figura 29**), el contenido "normal" en fósforo se situó en torno a 20 ppm en los 4 primeros centímetros del sedimento. Los valores de este parámetro aumentan de forma acusada en las estaciones más próximas a la instalación, de forma que en JB1 se superaron 25 ppm en los últimos muestreos y en JB6 se alcanzaron 130 ppm en el primer muestreo y 35 ppm en el último.

Los valores correspondientes al contenido en azufre se presentan en las **tablas XXXV y XXXVI**. La distribución espacial de los valores de este parámetro a lo largo de los transectos presentó un patrón bastante irregular en relación a la distancia a la instalación (**Figura 30**).

#### 4.2.5.- Relación entre los parámetros físicoquímicos y la distancia a la instalación

Al igual que en el caso de la ría de Vigo, en la instalación de la ría de O Barqueiro se han promediado los valores obtenidos para cada parámetro en las distintas profundidades a un único valor representativo de la capa de 0 a 4 cm. Los valores promedios de los distintos parámetros en el total de las muestras agrupadas en función de la distancia se exponen en **tabla XXXVII**. En esta misma tabla se pueden ver los resultados del análisis de correlación tanto para un modelo lineal como logarítmico.

En torno a la instalación de la ría de O Barqueiro, los parámetros que mostraron una correlación significativa con la distancia a las jaulas fueron el potencial redox, el contenido en fósforo y el contenido en nitrógeno. En el primer caso la correlación fue de signo positivo y en los dos últimos negativo. En todos los casos la correlación significativa se dio frente al valor logarítmico de la distancia. Las funciones logarítmicas y su coeficiente de regresión se muestran en la **figura 31**.

### 4.3.- RESULTADOS FAUNÍSTICOS

#### 4.3.1.- Descriptores sinecológicos de la fauna global

En la **tabla XXXVIII** y las **figuras 32, 33, 34 y 35**, se muestran los valores de la riqueza específica, densidad, diversidad y dominancia de las estaciones estudiadas y su evolución a lo largo de los transectos establecidos en la ría de O Barqueiro.

Cabe destacar el marcado pico de abundancia en JB7 en los meses de mayo y noviembre de 2004, el descenso experimentado por la diversidad en JB6, JB1, JB2 y JB3, con la simétrica evolución de la dominancia (1-J).

#### 4.3.2.- Descriptores de la estructura de las comunidades

Los diagramas de rango-frecuencia correspondientes a las diferentes estaciones estudiadas en cada campaña de muestreo se muestran en las **figuras 36, 37, 38 y 39**. Cada diagrama se corresponde con un estado de la sucesión, la evolución de estos estados a lo largo de los transectos establecidos en torno a la instalación se esquematiza en la **figura 40**.

Los resultados obtenidos con este método muestran la incidencia de la actividad de la instalación sobre la estructura de la comunidad bentónica haciéndola retroceder hasta el estado 1 de inicio de la sucesión en las estaciones JB1, JB2, JB6 y JB7, situadas entre 0 y 50 m de las jaulas. Esporádicamente también se ha observado este estado en JB3 y JB8, a 100 m de la instalación.

### 4.3.3.- Composición faunística

En las **tablas XXXIX, XL, XLI y XLII** se incluyen las 25 primeras especies de mayor frecuencia relativa en las estaciones estudiadas en el entorno de las jaulas de engorde de peces instaladas en la ría de O Barqueiro. En el **anexo I** se muestra el listado faunístico de los taxones encontrados.

Así, parece que la fauna existente en las estaciones JB8, JB7, JB6 y JB1, todas ellas en el transecto situado al sur y bajo la instalación, podría incluirse dentro de una comunidad de *Tellina*, propia de arenas finas y medias moderadamente expuestas, o bien como sucesión de comunidades de áreas expuestas en bordes costeros más someros. Las estaciones JB2 y JB3 es posible encuadrarlas como una transición de la citada comunidad a la de *Venus striatula*; mientras que, más hacia el centro de la ría, la fauna encontrada en JB4 parece señalar una transición hacia la de *Venus fasciata* - *Spisula elliptica* - *Branchiostoma lanceolatus*, debido a la mayor presencia de elementos gruesos. Por último, esta sucesión remata en JB5, con una probable transición de la comunidad de *Venus striatula* a *Abra alba*, al aumentar el contenido en elementos finos, probablemente derivados de los aportes continentales a esta ría.

La presencia de *Capitella capitata* y de diferentes especies de espionidos y capitélidos entre las más abundantes, así como el tanaidáceo *Apseudes latreillii* reflejan un incipiente enriquecimiento orgánico en JB1, JB6 y, en cierta medida, en JB2 y JB7. Algunas de estas especies, junto con *Spiochaetopterus costarum* o *Mysella bidentata*, aparecen en JB5, señalando el comienzo de una posible cubeta de fangos o, al menos, arenas fangosas en el centro de la ría.

### 4.3.4.- Distribución vertical de la fauna

En el **anexo II** se incluye un trabajo sobre la optimización del estudio de la fauna basado en la distribución vertical de la misma, presentado al X Congreso Nacional de Acuicultura y actualmente en prensa en el Boletín del Instituto Español de Oceanografía.

Como principal conclusión de este estudio puede señalarse que la fauna existente en los 6 primeros centímetros del sedimento supera el 80% del total y que limitando el estudio faunístico a estos 6 primeros centímetros se obtienen resultados semejantes a los obtenidos con el estudio de mayores volúmenes de sedimento, lo que supone un importante ahorro de esfuerzo.

## 5.- INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Entre los trabajos sobre la incidencia de la presencia de instalaciones de cultivos marinos sobre el medio bentónico existen dos grandes líneas. Una de ellas se basa en los cambios producidos por los aportes orgánicos de orígenes diversos sobre las comunidades bentónicas. Esta línea, basada en la composición cuantitativa y cualitativa de las comunidades, ha venido desarrollándose desde los años 70, con su mayor apogeo tras los trabajos de Pearson y Rosenberg sobre los cambios producidos por los vertidos de la industria papelera (Pearson, 1971b; Pearson y Rosenberg, 1978). Los trabajos surgidos en aquella época permitieron conocer comunidades y especies "indicadoras" del diferente grado de enriquecimiento orgánico (Hily, 1983). Al mismo tiempo, autores como Gray o Warwick centraron más sus esfuerzos en los

cambios cuantitativos de la estructura y en la búsqueda de índices numéricos que reforzaran y facilitaran la interpretación de los resultados de una forma más visual (Gray y Mirza, 1979; Gray y Pearson, 1982; Warwick, 1986). Con el crecimiento de la acuicultura en instalaciones flotantes, se aplicaron de forma directa los conocimientos derivados de estos estudios de los cambios producidos por el enriquecimiento orgánico, ya fuera de origen industrial concreto o, de forma más difusa, en términos de eutrofización (Henderson y Ross, 1995; Ritz *et al.*, 1989).

Una segunda línea de trabajo se basa en la aplicación de las técnicas analíticas de los sedimentos (Hall *et al.*, 1990; Holby y Hall, 1991; Hall *et al.*, 1992; Holmer y Kristensen, 1992; Holby y Hall, 1994; Hargrave *et al.*, 1995; Chou *et al.*, 2004). Muchos de los parámetros empleados por esta línea, como la granulometría y el contenido orgánico, y, posteriormente, el potencial redox, ya eran analizados en los trabajos eminentemente faunísticos, dado que se conocía la relación entre estos parámetros y las diferentes comunidades bentónicas. En el caso concreto de las instalaciones de cultivo en las que se introduce materia orgánica en el sistema en forma de piensos, el conocimiento de la composición de la materia orgánica suministrada, así como del metabolismo e índices de conversión de las especies cultivadas, ofrecía la posibilidad de relacionar el incremento de materia orgánica en las proximidades de las instalaciones, con aquella aportada en el sistema de cultivo.

El estudio de los cambios en las comunidades bentónicas como indicadores de la incidencia de cualquier tipo de estrés se considera el más conveniente al contener la biocenosis una información integrada de los cambios crónicos registrados en el ecosistema. Sin embargo, los estudios bentónicos requieren una gran cantidad de tiempo en el triado de las muestras e identificación de la fauna. Esto ha originado multitud de trabajos que tienen como objetivo la reducción de costes de este tipo de estudios (Karakassis y Hatziyanni, 2000; Wildish, *et al.*, 2001; Borja, 2002), tanto en el esfuerzo de muestreo como en las técnicas de triado y, sobre todo, en el nivel taxonómico mínimo o la necesidad de un conocimiento especializado de los distintos grupos faunísticos a la hora de la determinación de los ejemplares que conforman la comunidad. Un ejemplo de esto es el artículo que se incluye en los anexos y que busca minimizar la profundidad de sedimento a muestrear y, por tanto, reducir el volumen de arenas a triar, sin menoscabo de los resultados obtenidos.

Cada vez con mayor frecuencia, las administraciones requieren estudios rápidos a corto plazo que les permitan tomar decisiones o imponer restricciones sobre las concesiones del dominio público para la instalación de sistemas de cultivos marinos. Ante esta perspectiva los estudios faunísticos, a pesar de dar una información más sólida, al requerir estudios a medio plazo, difícilmente pueden dar respuesta a las premuras de las administraciones. Por otra parte, los costes originados por este tipo de estudios, dificultan su aplicación como sistema de control de la incidencia de la actividad acuicultora tanto por parte de la administración como por parte de la propia empresa. Los estudios analíticos se presentan como una herramienta más rápida, aunque no siempre mucho más barata que los estudios faunísticos y, además, permiten el establecimiento de límites numéricos que facilitan la regularización de la actividad en función de su incidencia sobre el medio bentónico.

El presente trabajo demuestra la existencia de impacto de las instalaciones acuícolas estudiadas sobre el bentos en dos condiciones extremas. Las herramientas basadas en diversos índices faunísticos y ecológicos permitieron detectar el impacto de las instalaciones tanto desde los primeros meses de su puesta en marcha en un lugar tan expuesto al hidrodinamismo como la ría de O Barqueiro, como tras años de actividad en una zona de la ría de Vigo ya anteriormente empleada para otros sistemas de cultivo en sedimentos originariamente de naturaleza fangosa.

Pero una vez demostrada la existencia de este impacto sobre las comunidades bentónicas, el objetivo principal del trabajo se centra en la búsqueda de las variables físicoquímicas que permitan detectar este mismo impacto. A su vez, estas variables físicoquímicas han de ser aplicables y de igual utilidad en las dos condiciones extremas aquí estudiadas: jaulas recientemente instaladas en ambientes expuestos y bien oxigenados e instalaciones situadas en áreas anteriormente sometidas a otros usos y/o con sedimentos con alto contenido orgánico previamente al inicio de la actividad.

En la ría de Vigo los contenidos en pelitas y en materia orgánica resultaron poco útiles al ser ya muy elevados los valores basales (**Figuras 4 y 5**). El contenido orgánico llegó a valores próximos al 13% en el entorno de las jaulas, no muy diferente del registrado en L5 a 500 m de la instalación. Estos valores de materia orgánica son semejantes a los encontrados en otras áreas afectadas por cultivo de mejillón. El valor más alto de este parámetro por nosotros conocido es del 17,11% y se corresponde a un área afectada por el vertido de un complejo de fabricación de pasta de papel en la ría de Pontevedra.

El potencial redox discriminó perfectamente el área afectada por la instalación (**Figura 6**) a pesar de que en las estaciones más alejadas el valor basal era ya muy reducido (entre -200 y -250 mV). En coincidencia con la hipótesis de trabajo, los valores de Eh disminuyeron a medida que también lo hacía la distancia a las jaulas. Los valores encontrados son también habituales en los fangos afectados por el cultivo de mejillón y en los fangos de la facies de *Spiochaetopterus costarum* de la comunidad de *Abra alba*, propia de fangos fluidos orgánicamente enriquecidos del canal de las rías.

El potencial redox y el contenido en azufre fueron los únicos parámetros físicoquímicos que presentaron una correlación significativa con la distancia a las jaulas; la primera de signo positivo y la segunda negativa (**Tabla XVI, Figuras 6 y 10**). En los niveles de contenido orgánico y reducción existentes en estos sedimentos el balance de azufre está directamente relacionado con el pH y el Eh siendo bien conocida la biogeoquímica del sulfuro de hidrógeno. Hargrave *et al.* (1995), entre otros autores, también citan el contenido en azufre y el potencial redox como los parámetros físicoquímicos más sensibles para el seguimiento de instalaciones de este tipo. Es necesario señalar que también en el caso de estos autores se trataba de instalaciones que llevaban varios años en funcionamiento.

En la ría de O Barqueiro el contenido pelítico no experimentó más que un ligero incremento en las inmediaciones de la instalación e incluso a 50 m de las jaulas (**Figura 24**). Aunque el estudio da comienzo en el mismo momento en que se inicia la actividad de cultivo, la estructura llevaba ya varios meses instalada. El hecho de que ya desde el inicio se aprecie un ligero pico de pelitas bajo las jaulas muestra la importancia de los desprendimientos de organismos bentónicos fijados a la estructura. En los diferentes muestreos hemos constatado la presencia de valvas de mejillón en las estaciones más próximas a la estructura.

El contenido en materia orgánica también se mostró afectado por la actividad (**Figura 25**). Valores del 2% de materia orgánica como los encontrados a menos de 50 m de la instalación, son propios de áreas limpias, pero no dejan de representar un incremento del doble del existente previamente al inicio de la actividad. Al igual que el contenido pelítico, la materia orgánica respondió según lo esperado en la hipótesis de trabajo. Sin embargo, no hemos encontrado una correlación significativa entre estos parámetros y la distancia a las jaulas.

En este sentido los únicos parámetros físicoquímicos correlacionados significativamente con la distancia a la instalación de O Barqueiro fueron el Eh, el contenido en fósforo y en nitrógeno (**Tabla XXXVII, Figuras 26, 28 y 29**). Obviamente, mientras la correlación del potencial redox mostró un signo positivo (mayor reducción a menor distancia a la instalación), en los otros dos casos la correlación fue de signo negativo (mayor contenido en fósforo y nitrógeno a menor distancia).

El potencial redox presentó valores negativos en el borde de la instalación (JB6) un año después de iniciada la actividad. Dos años después la presencia de la instalación se apreciaba, a través de este parámetro, a 50 m de la última jaula (JB7) y en la estación situada al borde de la instalación hacia la boca de la ría (JB1). Los valores de Eh a 5 cm de profundidad se situaron entre -100 y -200 mV (**Figura 26**). Estos valores pueden considerarse propios de sedimentos moderadamente reducidos, de forma que este parámetro muestra de manera clara el impacto de la instalación. Este impacto se aprecia desde el primer momento, incluso cuando se puede considerar derivado del desprendimiento de epibiontes.

Así pues, el Eh se presenta como un parámetro físicoquímico correlacionado con la distancia a las jaulas en los dos casos extremos estudiados, mientras que el contenido en azufre lo está en sedimentos orgánicamente muy enriquecidos y el nitrógeno y fósforo en la instalación situada en arenas limpias que nunca habían estado sometidas a este impacto. Atendiendo a los factores de tiempo y dinero necesarios para la realización de un seguimiento rutinario del impacto de este tipo de instalaciones es necesario tener en cuenta que, los valores de potencial redox se miden en la embarcación de muestreo con un simple autoanalizador y un electrodo específico, de forma que los resultados se pueden obtener de forma casi inmediata, mientras que la analítica necesaria para la obtención de los valores de azufre, nitrógeno y fósforo requiere de un equipamiento muy caro y es necesaria una preparación previa del sedimento, de forma que, una vez en el laboratorio, es necesaria un periodo de tiempo relativamente prolongado.

La distancia a la que se deja sentir la incidencia de la instalación depende básicamente de la profundidad y la velocidad de la corriente (Yokoyama, *et al.*, 2004). Por otra parte del análisis de las dos condiciones extremas aquí estudiadas, se desprende que los valores absolutos que se podrían considerar como límite para valorar el impacto son diferentes para cada una de las condiciones iniciales de la zona en la que se asiente el cultivo. Sin embargo, el hecho de la relación entre la evolución de los parámetros físicoquímicos y la distancia a las jaulas responda en la mayoría de los casos a un modelo logarítmico nos permite establecer unos límites espaciales al efecto esperado de las jaulas sobre el sistema bentónico. Las funciones logarítmicas encontradas muestran una reducción drástica del efecto de las jaulas sobre los valores de Eh, fósforo y nitrógeno en el sedimento a partir de los 50 o, como mucho, 100 m de distancia al borde de las mismas (**Figuras 11 y 31**). Diversos autores coinciden en señalar que el efecto del cultivo de peces en jaulas es intenso pero localizado, de forma que se concentran alrededor de la instalación sin extenderse más allá de 25 - 50 m de sus límites (Brown *et al.*, 1987; en Thompson *et al.*, 1995; Kaspar *et al.*, 1988; McLusky, 1989; Hall *et al.* 1990; Holmer y Kristensen; 1992; Henderson y Ross, 1995; Brooks y Mahnken, 2003).

Por lo que se refiere a los parámetros faunísticos, como se indica en el **anexo II**, con una profundización de 6 cm en cada una de las muestras recogidas, se obtienen resultados suficientemente representativos del total de la fauna. De este modo es posible reducir sensiblemente el volumen del material recogido y, por tanto, disminuir considerablemente el trabajo y tiempo necesarios para la obtención de resultados.

Por otra, Kingston y Riddle (1989) proponen la reducción del esfuerzo de determinación de la fauna encontrada ya que, con una identificación hasta niveles taxonómicos superiores al de especie, obtienen resultados similares. Hemos repetido los diagramas de rango-frecuencia obtenidos con los resultados provenientes de la fauna determinada sólo hasta nivel de familia. Al igual que aquellos autores, podemos decir que los resultados obtenidos con la determinación de la fauna hasta nivel de familia son totalmente superponibles a los resultantes de la identificación hasta el nivel de especie (**Figuras 41 a 47**). Así, para trabajos cuyo objetivo no va más allá de seguimiento rutinario, la determinación hasta el nivel de familia es suficiente e implica una considerable reducción de la necesidad de conocimiento profundo de los diferentes grupos zoológicos y una muy importante reducción del tiempo y del esfuerzo necesarios para la obtención de resultados.

## **6.- CONCLUSIONES**

Los diferentes parámetros empleados son comúnmente utilizados en la detección de los efectos de la contaminación orgánica en el dominio bentónico. La mayoría de ellos respondieron como cabría esperar según la hipótesis de trabajo basada en la bibliografía existente al respecto. Muchos se han mostrado válidos en las dos zonas estudiadas a pesar de que cada una de ellas representaba las situaciones extremas en cuanto a grado de contaminación orgánica. Los contenidos en pelitas y en materia orgánica han sido los dos parámetros que evidenciaron en menor grado el efecto de las instalaciones debido, precisamente, al carácter extremo de las dos situaciones. Los resultados del potencial redox fueron coincidentes con los obtenidos a través de los datos derivados del estudio faunístico. El contenido en nitrógeno, fósforo y azufre han demostrado diferente correlación con la distancia a la instalación en las dos situaciones estudiadas. Si bien los datos aportados por la fauna arrojan más información y el análisis de N, P y S resultan más económicos y rápidos que los estudios faunísticos, el potencial redox se muestra igualmente sensible en las dos situaciones extremas y, al mismo tiempo, permite la obtención de resultados de forma inmediata, en la misma embarcación de muestreo.

El potencial de óxido-reducción, que se obtiene de manera sencilla con un autoanalyzer de campo, se presenta como un parámetro fiable en tanto que muestra resultados concordantes con los faunísticos; de obtención rápida, dado que es de medida directa en la embarcación de muestreo sin necesidad de acudir al laboratorio; y, por último, es el más económico de todos los empleados, tanto en términos de tiempo como de material y de mano de obra necesarios para la obtención de resultados.

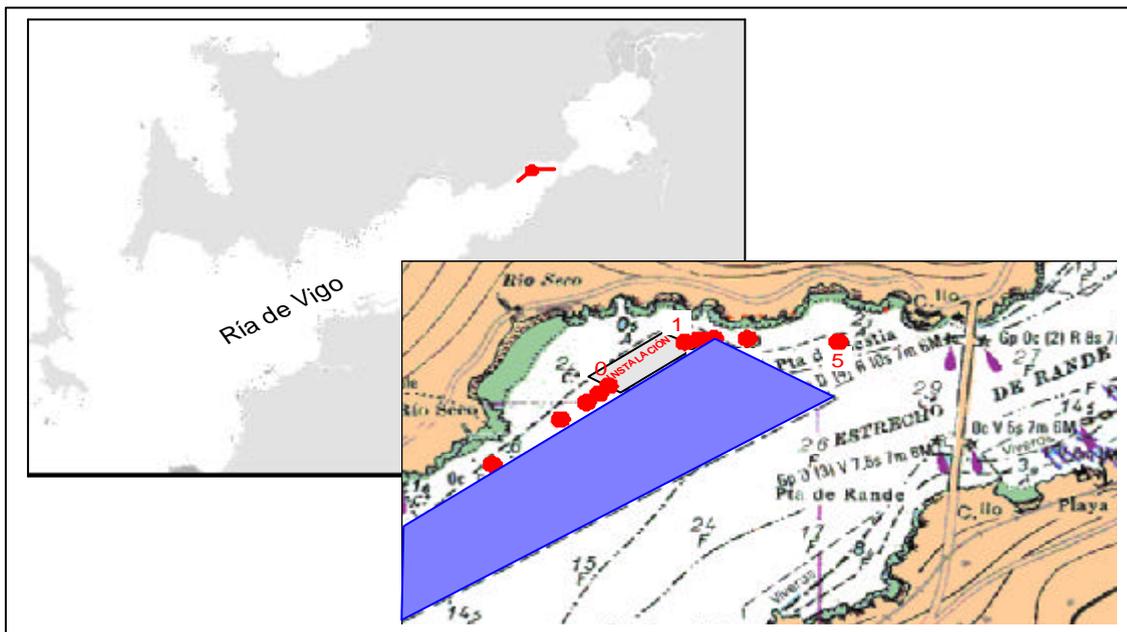
Desde nuestro punto de vista, un posible protocolo para el seguimiento del impacto de las instalaciones de cultivos marinos incluiría los siguientes puntos mínimos:

- Estudio inicial completo de las comunidades bentónicas determinadas hasta nivel de especie y características físicoquímicas del sedimento en el área de cultivo a realizar previamente a la instalación del sistema de cultivo. Este estudio permite, en caso de necesidad, la posibilidad de comparar la situación de las comunidades en cualquier momento una vez iniciado el cultivo.
- Seguimiento de las características bionómicas del bentos con precisión hasta nivel de familia complementado con un seguimiento de los perfiles completos de potencial redox, o al menos, a 5 cm de profundidad en el sedimento. El diseño del muestreo debería contemplar dos o más transectos radiales con origen en el borde de las jaulas externas y no precisa una profundización de más de 6 cm en la recogida de muestras.
- En función de los resultados encontrados en la ría de Vigo, en los casos más extremos, el Eh no debería mostrar valores diferentes a los iniciales en una distancia superior a los 100 m de los bordes de la instalación.

## 7.- BIBLIOGRAFÍA

- Borja, A. 2002. Los impactos ambientales de la acuicultura y la sostenibilidad de esta actividad. *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.* 18 (1-4): 41-49.
- Bouma, A.H. y F. Marshall. 1964. A method for obtaining and analysing undisturbed oceanic sediment samples. *Mar. Geol.*, 2: 81-99.
- Brooks, K.M. y C.V.W. Mahnken. 2003. Interactions of atlantic salmon in the pacific northwest environment II. Organic wastes. *Fisheries Research*, 62: 255-293.
- Buchanan, J.B. 1984. Sediment analysis. En: Holme, N.A. y McIntyre, A.D. (Eds.). *Methods for the study of marine benthos*. IBP Handboock, N° 16. Blackwell Scientific Publications. Oxford. 387 pp.
- Carroll, M.L.; S. Cochrane, R. Fieler y P. White. 2003. Organic enrichment of sediments from salmon farming in Norway: environmental factors, management practices, and monitoring techniques. *Aquaculture*, 226: 165-180.
- Chou, C.L.; K. Haya; L.A. Paon y J.D. Moffatt. 2004. A regression model using sediment chemistry for the evaluation of marine environmental impacts associated with salmon aquaculture cage wastes. *Mar. Pollut. Bull.*, 49: 465-472.
- Fenchel, T.M. y R.J. Riedl. 1970. The sulfide system: a new biotic community underneath the oxidized layer of marine sand bottoms. *Mar. Biol.*, 7: 255-268.
- Frontier, S. 1976. Utilisation des diagrammes rang-fréquence dans l'analyse des écosystèmes. *J.Rech. Océanogr.*, 1(3): 35-48.
- Frontier, S. 1977. Réflexions pour une théorie des écosystèmes. *Bull. Ecol.*, 8(4): 445-464.
- Frontier, S. 1985. Diversity and structure in aquatic ecosystems. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, 23: 253-312.
- Gray, J.S. 1981. The ecology of marine sediments. An introduction to the structure and function of benthic communities. Cambridge university press. 185 pp.
- Gray, J.S. y F. Mirza. 1979. A possible method for the detection of pollution-induced disturbance on marine benthic communities. *Mar. Pollut. Bull.*, 10(5): 140-146.
- Gray, J.S. y T.H. Pearson. 1982. Objective selection of sensitive species indicative of pollution-induced change in benthic communities. I.-Comparative methodology. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 9: 111-119.
- Hall, P.O.J.; L.G. Anderson; O. Holby; S. Kollberg y M.O. Samuelsson. 1990. Chemical fluxes and mass balances in a marine fish cage farm. I. Carbon. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 61: 61-73.
- Hall, P.O.J.; O. Holby, S. Kollberg y M.O. Samuelsson. 1992. Chemical fluxes and mass balances in a marine fish cage farm. IV. Nitrogen. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 89: 81-91.
- Hargrave, B.T.; M.J. Doucette, G.A. White, G.A. Phillips, T.G. Milligan, D.J. Wildish y R.E. Cranston. 1995. Biogeochemical observations to assess benthic impacts of organic enrichment from marine aquaculture in the Western Isles region of the Bay of Fundy, 1994. *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.*, 2062: 159pp.
- Henderson, A.R. y D.J. Ross. 1995. Use of macrobenthic infaunal communities in the monitoring and control of the impact of marine cage fish farming. *Aquaculture Research*, 26: 659-678.
- Hily, C. 1983. Modifications de la structure écologique d'un peuplement de *Melinna palmata* (anneélide - polychète) soumis aux effluents urbains et industriels en rade de Brest. *Ann. Inst. océanogr.* 59(1): 37-56.
- Holby, O. y P.O.J. Hall. 1991. Chemical fluxes and mass balances in a marine fish cage farm. II. Phosphorus. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 70: 263-272.
- Holby, O. y P.O.J. Hall. 1994. Chemical fluxes and mass balances in a marine fish cage farm. III. Silicon. *Aquaculture*, 120: 305-318.
- Holmer, M. y E. Kristensen. 1992. Impact of marine fish cage farming on metabolism and sulfate reduction on underlying sediments. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 80: 191-201.
- Karakassis, I y E. Hatziyanni. 2000. Benthic disturbance due to fish farming analyzed under different levels of taxonomic resolution. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 203: 247-253.

- Kaspar, H.F.; H.H. Grahame y A.J. Holland. 1988. Effects of sea cage salmon farming on sediment nitrification and dissimilatory nitrate reductions. *Aquaculture*, 70: 333-344.
- McLusky, D.S. 1989. *The estuarine ecosystem*. Blackie and Son Ltd. (Ed.). Glasgow. 215 pp.
- Parada, J.M.; J. Palacio y J. Mora. 1993. Estudio comparativo de dos métodos de cuantificación de la materia orgánica en sedimentos marinos. *Cuadernos de química oceanográfica*. 1: 1-17.
- Pearson, T.H. 1971b. Studies on the ecology of the macrobenthic fauna of lochs linnhe and eil, west coast of Scotland. II.- Analysis of the macrobenthic fauna by comparison of feeding groups. *Vie et Milieu*, 22(1): 53-91.
- Pearson, T.H. y S.O. Stanley. 1979. Comparative measurement of the redox potential of marine sediments as a rapid means of assessing the effect of organic pollution. *Mar. Biol.*, 53: 371-379.
- Pearson, T.H. y R. Rosenberg. 1978. Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, 16: 229-311.
- Pearson, T.H. y R. Rosenberg. 1987. Feast and famine: structuring factors in marine benthic communities. In: Gee, J.H.R. y Giller, P.S. (eds.), *Organization of communities, Past and Present*. Blackwell Scientific Publications, Oxford, pp: 373-395.
- Planas, M. y J. Mora. 1987. Estado de conocimiento actual del bentos en zonas orgánicamente enriquecidas. *Thalassas* 5(1): 125-134.
- Reineck, H.E. 1958. Kastengreifer und Lötrohre "Schneepfe". *Senckenbergiana Lethaea*, 39: (1/2): 45-48.
- Ritz, D.A.; M.E. Lewis y Ma Shen. 1989. Response to organic enrichment of infaunal macrobenthic communities under salmonid seacages. *Mar. Biol.* 103: 211-214.
- Rhoads, D.C. 1974. Organism-sediment relations on the muddy sea floor. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, 12: 263-300.
- Sanders, H.L. 1958. Benthic studies in Buzzards Bay. I. Animal-sediment relationships. *Limnol. Oceanogr.*, 3(3): 245-258.
- Thompson, S.; J.R. Treweek y D.J. Thurling. 1995. The potential application of strategic environmental assessment (SEA) to the farming of atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in Mainland Scotland. *Journal of Environmental Management*, 45: 219-229.
- Warwick, R.M. 1986. A new method for detecting pollution effects on marine macrobenthic communities. *Mar. Biol.*, 92: 557-562.
- Weston, D.P. 1990. Quantitative examination of macrobenthic community changes along an organic enrichment gradient. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 61: 233-244.
- Wildish, D.J.; B.T. Hargrave y G. Pohle. 2001. Cost-effective monitoring of organic enrichment resulting from salmon mariculture. *ICES Journal of Marine Science*, 58: 469-476.
- Yokoyama, H.; M. Inoue y K. Abo. 2004. Estimation of the assimilative capacity in fish-farm environments based on the current velocity measured by plaster balls. *Aquaculture*, 240: 233-247.



**Mapa 1.-** Estaciones de muestreo en la ría de Vigo. El polígono rallado en azul está representa la zona actualmente dedicada al cultivo de mejillón y ostra en batea. El polígono en gris representa la zona en la que se ubica la instalación de engorde de rodaballo.

**Tabla I.-** Granulometría de las capas de sedimento estudiadas en cada una de las estaciones muestreadas en enero de 2.004 en la instalación de la ría de Vigo.

GR, Contenido (%) en gravas; AMG, arenas muy gruesas; AG, arenas gruesas; AM, arenas medias; AF, arenas finas; AMF, arenas muy finas; LG, limos gruesos; LF, limos finos; ARC, arcillas; PEL, pelitas; ARN, arenas totales; MD, Moda; MN, mediana; Q3, tercer cuartil; Q1, primer cuartil y So, coeficiente de selección.

	GR	AMG	AG	AM	AF	AMF	LG	LF	ARC	PEL	ARN	MD	MN	Q3	Q1	So
	<-1 phi	-1 - 0 phi	0 - 1 phi	1 - 2 phi	2 - 3 phi	3 - 4 phi	4 - 6 phi	6 - 8 phi	8-> phi	4-> phi			(mm)	(mm)	(mm)	
L1-0/2	2,6	0,6	0,6	2,0	7,6	14,4	17,5	32,7	22,0	72,2	25,2	LG	0,06	0,02	0,1	2,7
L1-2/4	12,2	1,8	1,4	2,4	4,8	8,8	13,9	31,9	22,8	68,6	19,2	LG	0,06	0,02	0,2	3,4
L1-4/6	11,8	2,0	1,6	2,4	4,6	8,2	15,2	31,5	22,7	69,4	18,8	LG	0,06	0,02	0,2	3,3
L1-6/F	17,1	2,6	2,3	3,5	6,0	7,7	12,5	28,7	19,5	60,8	22,1	LG	0,07	0,02	0,6	4,8
L2-0/2	1,0	1,0	1,0	1,2	5,6	11,2	23,8	29,2	26,0	79,0	20,0	LG	0,05	0,02	0,1	2,8
L2-2/4	3,6	0,8	1,0	1,8	4,2	7,8	21,0	32,4	27,4	80,8	15,6	LG	0,05	0,01	0,1	2,7
L2-4/6	2,0	1,4	1,2	1,2	4,8	8,8	17,2	34,3	29,0	80,5	17,4	LG	0,04	0,01	0,1	2,7
L2-6/F	2,4	1,0	1,0	1,1	3,0	6,4	17,7	37,0	30,7	85,4	12,3	LG	0,04	0,01	0,1	2,6
L3-0/2	1,6	1,2	1,4	1,4	5,0	9,0	11,3	39,5	29,6	80,4	18,0	LG	0,04	0,01	0,1	2,6
L3-2/4	1,6	0,8	0,6	1,6	6,4	9,4	20,3	32,3	27,0	79,6	18,8	LG	0,05	0,01	0,1	2,7
L3-4/6	10,0	3,0	3,0	1,8	4,2	7,4	10,3	31,9	28,4	70,6	19,4	LG	0,05	0,01	0,2	3,7
L3-6/F	11,3	2,6	1,8	1,7	3,0	5,0	8,7	34,2	32,0	74,9	13,9	LG	0,04	0,01	0,1	3,1
L4-0/2	4,4	2,0	1,0	1,2	3,2	5,2	17,1	36,7	29,2	83,0	12,6	LG	0,04	0,01	0,1	2,6
L4-2/4	6,4	2,0	1,8	2,4	4,2	6,2	9,3	36,4	31,3	77,0	16,6	LG	0,04	0,01	0,1	2,9
L4-4/6	12,8	3,6	2,2	1,8	4,2	5,6	8,0	33,4	28,4	69,8	17,4	LG	0,05	0,01	0,2	4,1
L4-6/F	15,5	2,1	1,4	1,6	2,1	4,7	10,1	35,5	27,0	72,6	11,9	LG	0,05	0,01	0,2	3,6
L5-0/2	0,0	0,4	0,8	1,0	3,4	6,2	21,4	34,3	32,5	88,2	11,8	LG	0,04	0,01	0,1	2,6
L5-2/4	1,2	0,6	0,6	2,0	9,8	9,6	17,4	32,3	26,5	76,2	22,6	LG	0,05	0,01	0,1	2,8
L5-4/6	2,2	0,4	0,4	1,2	7,4	9,4	15,9	38,1	25,0	79,0	18,8	LG	0,05	0,02	0,1	2,6
L5-6/F	1,3	0,4	0,4	1,0	3,8	6,7	19,4	37,2	29,9	86,5	12,3	LG	0,04	0,01	0,1	2,5
L7-0/2	5,4	2,4	1,4	1,6	3,8	7,6	15,9	34,0	27,9	77,8	16,8	LG	0,05	0,01	0,1	2,8
L7-2/4	4,4	0,8	0,8	2,6	3,6	5,6	20,1	34,8	27,3	82,2	13,4	LG	0,05	0,01	0,1	2,7
L7-4/6	2,4	1,6	1,8	1,8	4,0	6,6	14,9	37,3	29,6	81,8	15,8	LG	0,04	0,01	0,1	2,6
L7-6/F	3,8	1,5	1,3	1,9	3,7	5,2	13,1	37,8	31,9	82,7	13,5	LG	0,04	0,01	0,1	2,6
L8-0/2	8,0	2,0	1,4	1,0	2,0	5,0	14,6	35,0	31,0	80,6	11,4	LG	0,04	0,01	0,1	2,8
L8-2/4	7,2	2,6	1,6	1,8	5,6	9,8	10,4	32,2	28,8	71,4	21,4	LG	0,05	0,01	0,2	3,5
L8-4/6	7,8	3,6	3,4	1,6	2,4	5,6	10,3	32,9	32,3	75,5	16,6	LG	0,04	0,01	0,1	3,1
L8-6/F	5,0	2,1	1,9	2,0	2,6	4,7	11,4	37,3	33,3	81,9	13,2	LG	0,04	0,01	0,1	2,6
L9-0/2	7,5	9,0	26,7	34,1	16,5	3,2	1,0	1,0	1,0	3,0	89,5	AM	0,90	0,53	1,7	1,8
L9-2/4	9,8	10,0	26,4	35,8	14,1	2,2	0,6	0,6	0,6	1,8	88,4	AM	0,95	0,60	1,8	1,7
L9-4/6	9,8	12,0	27,2	34,7	13,3	1,6	0,4	0,4	0,4	1,3	88,9	AM	0,99	0,63	1,9	1,7
L9-6/F	16,7	15,8	29,0	28,9	8,1	0,9	0,3	0,3	0,2	0,8	82,5	AG	1,39	0,76	2,9	2,0

**Tabla II.-** Granulometría de las capas de sedimento estudiadas en cada una de las estaciones muestreadas octubre de 2.004 en la instalación de la ría de Vigo.

GR, Contenido (%) en gravas; AMG, arenas muy gruesas; AG, arenas gruesas; AM, arenas medias; AF, arenas finas; AMF, arenas muy finas; LG, limos gruesos; LF, limos finos; ARC, arcillas; PEL, pelitas; ARN, arenas totales; MD, Moda; MN, mediana; Q3, tercer cuartil; Q1, primer cuartil y So, coeficiente de selección.

	GR	AMG	AG	AM	AF	AMF	LG	LF	ARC	PEL	ARN	MD	MN	Q3	Q1	So
	<-1 phi	-1-0 phi	0-1 phi	1-2 phi	2-3 phi	3-4 phi	4-6 phi	6-8 phi	8-> phi	4-> phi	(mm)					
L0-0/2	1,0	0,6	0,2	0,2	2,2	5,8	16,0	40,3	33,7	90,0	98,6	LG	0,0	0,0	0,0	1,6
L0-2/4	0,4	0,0	0,0	0,4	2,4	7,0	15,4	40,5	33,9	89,8	98,9	LG	0,0	0,0	0,0	1,5
L0-4/6	0,0	0,0	0,0	0,2	1,8	5,4	17,7	39,6	35,3	92,6	98,6	LG	0,0	0,0	0,0	1,5
L0-6/F	0,0	0,0	0,0	0,2	1,2	4,4	16,3	40,9	37,0	94,2	98,8	LG	0,0	0,0	0,0	1,5
L1-0/2	23,4*	2,6	1,8	2,0	5,6	8,0	12,1	22,5	22,0	56,6	99,4	LG	0,0	0,0	1,4	8,9
L1-2/4	22,0*	2,8	2,0	2,6	5,4	9,0	12,0	20,9	23,2	56,2	99,6	LG	0,0	0,0	1,0	7,5
L1-4/6	23,4*	2,6	1,8	2,2	4,6	7,6	11,1	23,7	23,0	57,8	99,7	LG	0,0	0,0	1,4	9,1
L1-6/F	18,8*	2,0	1,6	2,0	3,6	5,2	12,9	27,7	26,2	66,8	97,2	LG	0,0	0,0	0,2	3,9
L2-0/2	0,0	0,4	0,4	1,2	5,4	11,2	25,4	28,5	27,4	81,4	99,6	LG	0,0	0,0	0,1	1,9
L2-2/4	0,0	0,2	0,8	1,4	5,2	11,8	23,6	29,5	27,6	80,6	99,6	LG	0,0	0,0	0,1	1,9
L2-4/6	1,0	0,6	0,6	1,2	5,0	12,2	23,7	29,4	26,3	79,4	99,2	LG	0,0	0,0	0,1	1,9
L2-6/F	2,6	0,4	0,4	0,6	3,0	8,2	24,0	33,5	27,2	84,8	98,9	LG	0,0	0,0	0,0	1,8
L3-0/2	1,8	1,4	2,6	2,0	5,6	9,4	21,6	29,7	25,9	77,2	96,0	LG	0,0	0,0	0,1	2,0
L3-2/4	0,0	0,4	0,6	0,8	2,2	5,8	27,7	33,5	29,0	90,2	95,5	LG	0,0	0,0	0,0	1,8
L3-4/6	0,0	0,4	0,2	0,4	2,2	6,0	31,3	31,8	27,7	90,8	93,6	LG	0,0	0,0	0,0	1,8
L3-6/F	2,8	0,0	0,2	0,4	3,6	7,2	20,3	34,1	31,4	85,8	92,4	LG	0,0	0,0	0,0	1,8
L4-0/2	2,0	1,0	1,0	1,4	6,2	10,0	19,0	30,6	28,8	78,4	99,5	LG	0,0	0,0	0,1	2,0
L4-2/4	0,8	0,4	0,4	1,0	5,8	9,0	21,5	31,4	29,7	82,6	99,0	LG	0,0	0,0	0,1	1,9
L4-4/6	0,0	0,0	0,4	0,8	5,0	9,4	21,9	31,3	31,2	84,4	99,4	LG	0,0	0,0	0,0	1,9
L4-6/F	2,4	0,4	0,8	0,8	3,0	5,4	18,3	35,3	33,7	87,2	98,9	LG	0,0	0,0	0,0	1,7
L5-0/2	2,8	1,2	0,8	1,0	8,4	9,2	15,7	30,0	30,9	76,6	99,1	LG	0,0	0,0	0,1	2,0
L5-2/4	1,6	1,0	0,6	1,2	7,2	8,0	15,8	31,6	33,0	80,4	98,5	LG	0,0	0,0	0,1	1,9
L5-4/6	0,4	0,4	0,2	0,6	4,8	7,0	20,6	32,4	33,6	86,6	99,1	LG	0,0	0,0	0,0	1,8
L5-6/F	0,0	0,2	0,0	0,4	3,8	7,0	14,7	35,2	38,7	88,6	97,7	LG	0,0	0,0	0,0	1,6
L6-0/2	1,6	0,8	0,8	1,0	4,6	6,8	16,4	33,4	34,7	84,4	96,5	LG	0,0	0,0	0,0	1,8
L6-2/4	1,4	0,4	0,4	0,6	3,8	5,8	14,8	36,8	36,1	87,6	86,3	LG	0,0	0,0	0,0	1,6
L6-4/6	0,6	0,4	0,2	0,4	3,2	5,0	14,8	39,9	35,5	90,2	82,1	LG	0,0	0,0	0,0	1,5
L6-6/F	0,0	0,0	0,0	0,2	1,4	5,0	14,5	37,3	41,6	93,4	84,1	LG	0,0	0,0	0,0	1,5
L7-0/2	2,6	1,2	0,4	0,4	3,2	8,2	20,2	33,2	30,7	84,0	99,3	LG	0,0	0,0	0,0	1,8
L7-2/4	2,0	0,4	0,4	0,8	3,2	6,8	19,0	37,5	29,9	86,4	98,5	LG	0,0	0,0	0,0	1,7
L7-4/6	3,0	0,8	0,8	1,2	4,0	7,8	16,8	34,6	31,1	82,4	96,7	LG	0,0	0,0	0,0	1,9
L7-6/F	0,4	0,8	0,6	0,8	2,8	6,8	19,9	36,5	31,3	87,8	93,0	LG	0,0	0,0	0,0	1,7
L8-0/2	19,8*	2,0	1,2	1,0	3,4	8,4	11,5	30,8	21,8	64,2	98,1	LG	0,0	0,0	0,2	3,5
L8-2/4	19,8*	1,8	0,6	1,0	4,2	6,8	11,4	29,1	25,3	65,8	98,8	LG	0,0	0,0	0,2	3,6
L8-4/6	15,6*	1,2	1,0	1,0	5,2	6,6	15,0	30,5	23,9	69,4	99,1	LG	0,0	0,0	0,1	2,7
L8-6/F	31,0*	5,8	4,0	3,0	4,0	4,8	4,5	25,3	17,6	47,4	97,9	LG	0,1	0,0	2,4	10,9
L9-0/2	10,1	11,7	19,9	33,8	18,1	3,8	0,9	0,9	0,9	2,6	99,4	AM	0,5	0,3	0,9	1,9
L9-2/4	9,4	11,2	21,2	37,8	15,6	2,8	0,7	0,7	0,7	2,0	98,6	AM	0,5	0,3	0,9	1,8
L9-4/6	4,9	10,4	24,6	39,5	16,8	2,5	0,4	0,4	0,4	1,3	98,1	AM	0,5	0,3	0,8	1,7
L9-6/F	8,2	14,1	32,2	35,0	8,7	1,0	0,3	0,3	0,3	0,8	99,2	AM	0,6	0,4	1,0	1,6

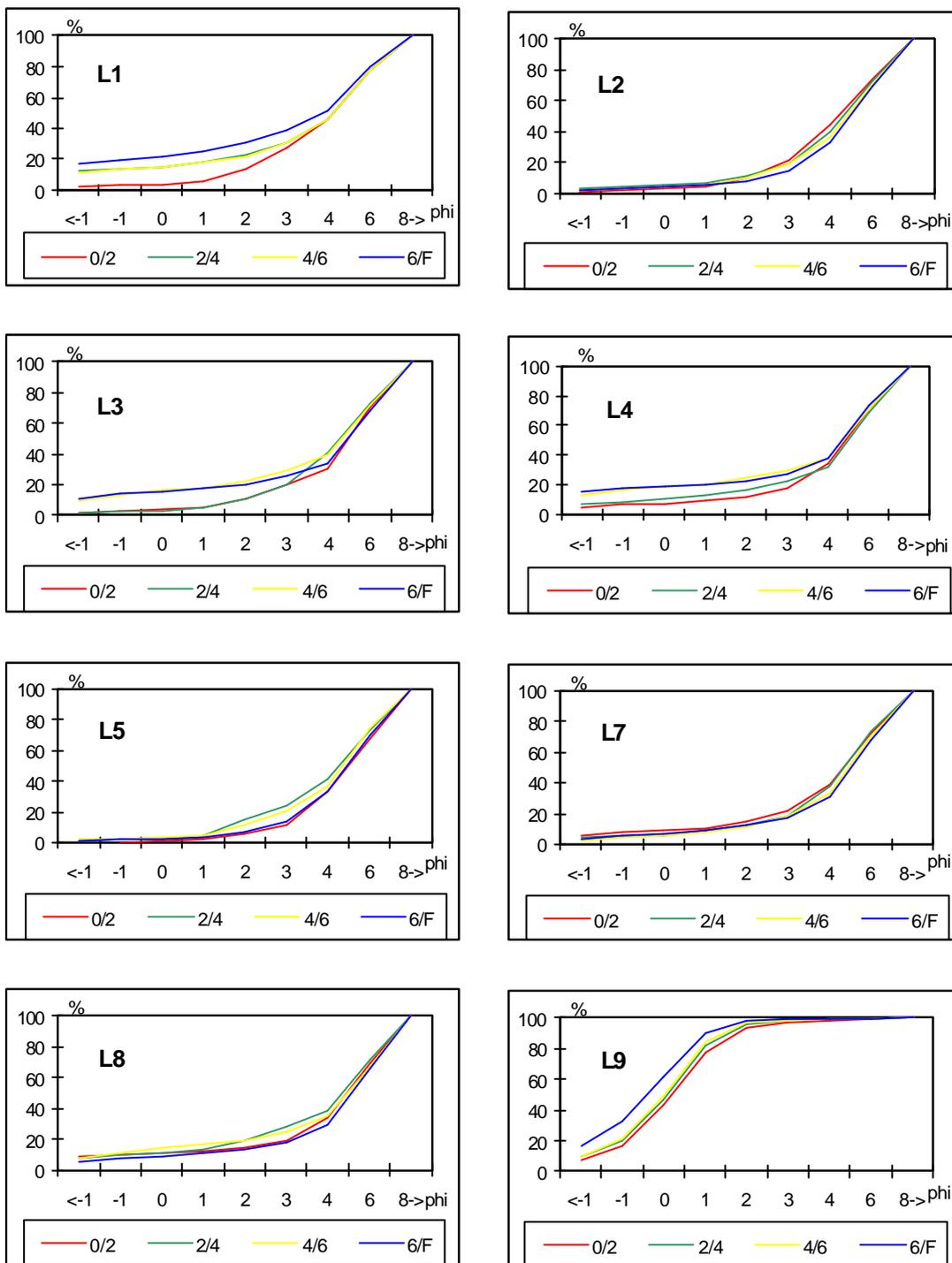
**Tabla III.-** Granulometría de las capas de sedimento estudiadas en cada una de las estaciones muestreadas en julio de 2.005 en la instalación de la ría de Vigo.

GR, Contenido (%) en gravas; AMG, arenas muy gruesas; AG, arenas gruesas; AM, arenas medias; AF, arenas finas; AMF, arenas muy finas; LG, limos gruesos; LF, limos finos; ARC, arcillas; PEL, pelitas; ARN, arenas totales; MD, Moda; MN, mediana; Q3, tercer cuartil; Q1, primer cuartil y So, coeficiente de selección. (\*) Valvas de mejillón.

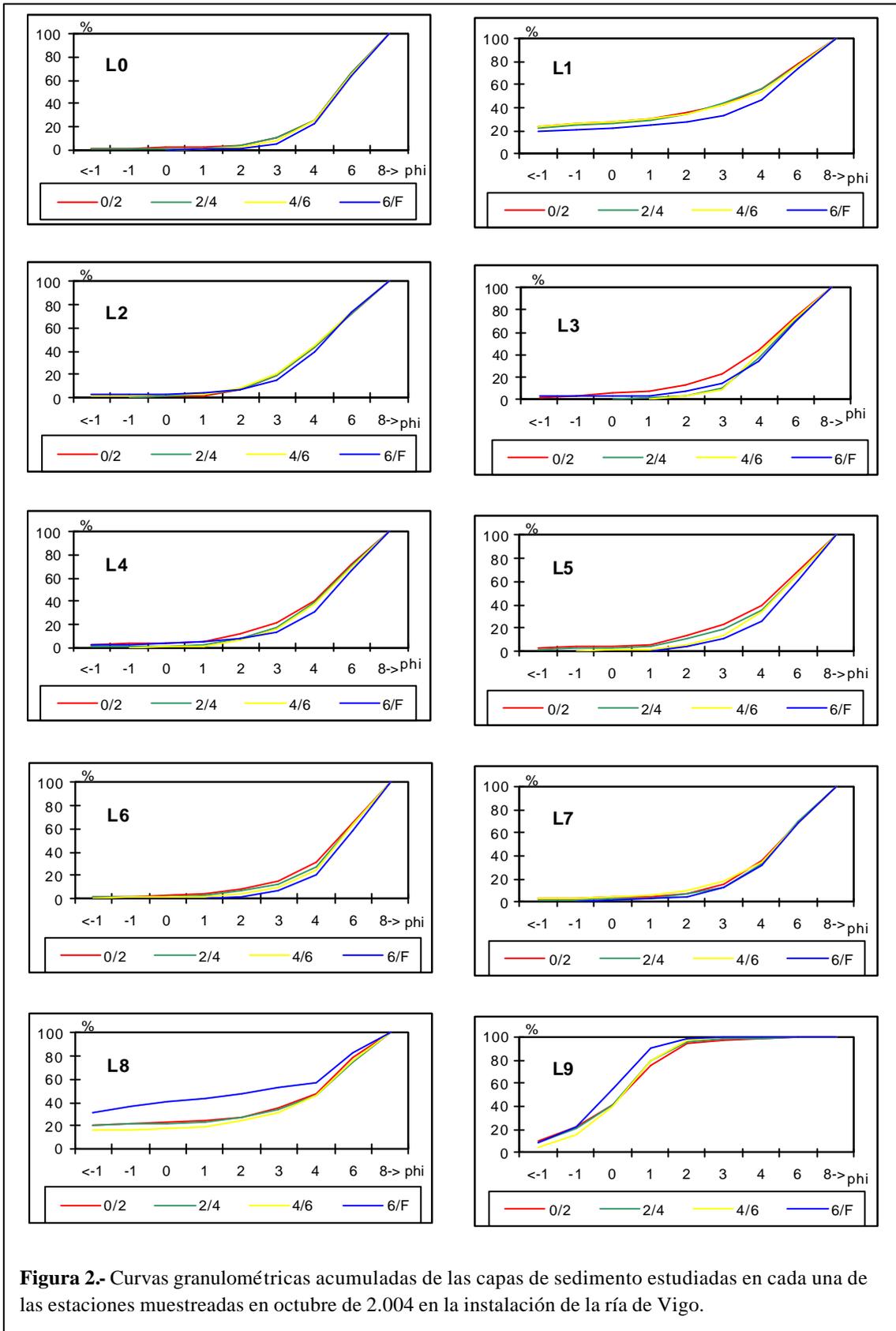
	GR	AMG	AG	AM	AF	AMF	LG	LF	ARC	PEL	ARN	MD	MN	Q3	Q1	So
	<-1 phi	-1-0 phi	0-1 phi	1-2 phi	2-3 phi	3-4 phi	4-6 phi	6-8 phi	8-> phi	4-> phi	(mm)					
L0-0/2	31,2*	5,0	2,4	1,4	3,8	5,2	4,1	25,1	21,8	51,0	17,8	LF	0,1	0,0	2,4	11,7
L0-2/4	47,2*	4,0	2,4	1,6	2,6	3,0	1,7	29,0	8,5	39,2	13,6	GR	1,3	0,0	2,9	11,0
L0-4/6	38,8*	5,4	2,4	2,0	2,8	3,2	2,7	22,8	19,9	45,4	15,8	GR	0,2	0,0	2,7	11,9
L0-6/F	45,0*	3,6	2,2	1,8	2,6	3,4	2,8	20,7	17,9	41,4	13,6	GR	0,7	0,0	2,9	11,8
L1-0/2	0,6	0,8	1,0	1,6	7,2	14,8	18,8	26,2	29,0	74,0	25,4	ARC	0,0	0,0	0,1	2,2
L1-2/4	0,6	0,6	0,8	1,4	5,2	9,6	17,7	29,4	34,7	81,8	17,6	ARC	0,0	0,0	0,1	1,9
L1-4/6	0,2	0,2	0,4	1,2	4,6	8,6	18,8	31,5	34,4	84,8	15,0	ARC	0,0	0,0	0,0	1,9
L1-6/F	0,6	0,0	0,0	0,4	1,6	5,6	20,3	36,2	35,3	91,8	7,6	LF	0,0	0,0	0,0	1,7
L2-0/2	0,4	0,6	0,8	1,4	5,4	12,6	22,5	26,0	30,3	78,8	20,8	ARC	0,0	0,0	0,1	2,0
L2-2/4	0,6	0,6	1,2	2,4	7,0	10,0	22,1	28,1	28,1	78,2	21,2	ARC	0,0	0,0	0,1	2,0
L2-4/6	0,8	0,8	1,2	2,4	5,6	10,2	23,5	27,0	28,6	79,0	20,2	ARC	0,0	0,0	0,1	2,0
L2-6/F	1,4	0,8	0,6	1,0	2,4	6,6	23,7	31,1	32,4	87,2	11,4	ARC	0,0	0,0	0,0	1,8
L3-0/2	5,6	3,8	9,0	4,8	7,0	9,0	16,5	20,4	23,9	60,8	33,6	ARC	0,0	0,0	0,2	3,7
L3-2/4	0,8	2,0	4,8	3,0	4,2	8,2	27,0	24,7	25,3	77,0	22,2	LG	0,0	0,0	0,1	2,0
L3-4/6	1,6	1,2	3,0	2,2	6,2	10,2	22,7	26,8	26,1	75,6	22,8	LF	0,0	0,0	0,1	2,0
L3-6/F	0,6	0,6	1,2	1,0	3,6	9,0	18,4	30,9	34,6	84,0	15,4	ARC	0,0	0,0	0,0	1,9
L4-0/2	1,2	0,8	1,0	3,2	12,8	13,2	15,6	25,0	27,2	67,8	31,0	LF	0,0	0,0	0,1	2,9
L4-2/4	0,6	0,6	0,8	2,4	10,8	11,8	20,2	27,7	25,0	73,0	26,4	LF	0,0	0,0	0,1	2,8
L4-4/6	0,8	0,6	1,2	2,2	9,2	11,2	20,3	29,1	25,4	74,8	24,4	LF	0,0	0,0	0,1	2,9
L4-6/F	0,4	1,0	0,8	0,8	2,4	7,6	18,0	35,8	33,1	87,0	12,6	LF	0,0	0,0	0,0	1,7
L5-0/2	2,8	1,6	1,2	3,0	11,8	11,0	12,3	28,6	27,7	68,6	28,6	LF	0,0	0,0	0,1	2,9
L5-2/4	3,8	2,2	1,6	2,4	11,0	9,0	11,0	29,3	29,7	70,0	26,2	ARC	0,0	0,0	0,1	3,0
L5-4/6	3,2	1,4	1,6	2,2	5,6	7,2	12,5	33,9	32,4	78,8	18,0	LF	0,0	0,0	0,1	2,0
L5-6/F	2,2	0,0	0,0	0,0	0,6	1,6	16,9	39,8	38,9	95,6	2,2	LF	0,0	0,0	0,0	1,5
L6-0/2	0,4	0,4	0,0	0,6	2,6	5,8	14,6	39,5	36,1	90,2	9,4	LF	0,0	0,0	0,0	1,5
L6-2/4	0,0	0,4	1,0	1,4	3,8	6,8	16,9	38,9	30,8	86,6	13,4	LF	0,0	0,0	0,0	1,7
L6-4/6	1,2	0,6	0,4	0,8	3,0	7,0	17,8	37,8	31,4	87,0	11,8	LF	0,0	0,0	0,0	1,7
L6-6/F	0,4	0,4	0,0	0,2	0,8	3,8	14,6	37,7	42,1	94,4	5,2	ARC	0,0	0,0	0,0	1,5
L7-0/2	4,4	1,0	1,0	1,2	5,8	7,6	16,8	33,9	28,2	79,0	16,6	LF	0,0	0,0	0,1	1,9
L7-2/4	3,0	1,8	1,0	1,4	4,4	5,8	14,6	36,3	31,7	82,6	14,4	LF	0,0	0,0	0,0	1,8
L7-4/6	0,6	0,4	0,4	0,6	3,0	4,2	16,6	40,5	33,7	90,8	8,6	LF	0,0	0,0	0,0	1,6
L7-6/F	0,2	0,2	0,4	1,2	2,6	6,4	17,7	40,3	31,0	89,0	10,8	LF	0,0	0,0	0,0	1,6
L8-0/2	23,0*	3,4	2,0	1,4	3,0	4,4	7,6	36,2	19,0	62,8	14,2	LF	0,0	0,0	1,4	8,8
L8-2/4	26,2*	3,6	2,4	1,8	3,0	3,2	6,5	28,8	24,5	59,8	14,0	LF	0,0	0,0	2,1	11,5
L8-4/6	23,6*	3,4	2,2	1,6	2,4	3,0	7,8	37,7	18,3	63,8	12,6	GR	0,0	0,0	1,6	9,3
L8-6/F	22,2*	2,8	2,0	1,6	2,4	2,6	6,6	33,9	26,0	66,4	11,4	LF	0,0	0,0	1,0	8,1
L9-0/2	6,0	8,2	13,6	25,0	21,6	4,6	7,0	7,0	7,0	21,0	73,0	AM	0,5	0,1	0,6	2,3
L9-2/4	11,4	12,2	15,8	23,4	17,2	3,0	5,7	5,7	5,7	17,0	71,6	AM	0,5	0,2	1,0	2,4
L9-4/6	11,2	14,2	22,6	27,2	13,8	1,6	3,1	3,1	3,1	9,4	79,4	AM	0,5	0,3	1,0	2,0
L9-6/F	14,6	18,0	24,4	23,8	10,4	1,0	2,6	2,6	2,6	7,8	77,6	AG	0,6	0,3	1,2	1,9

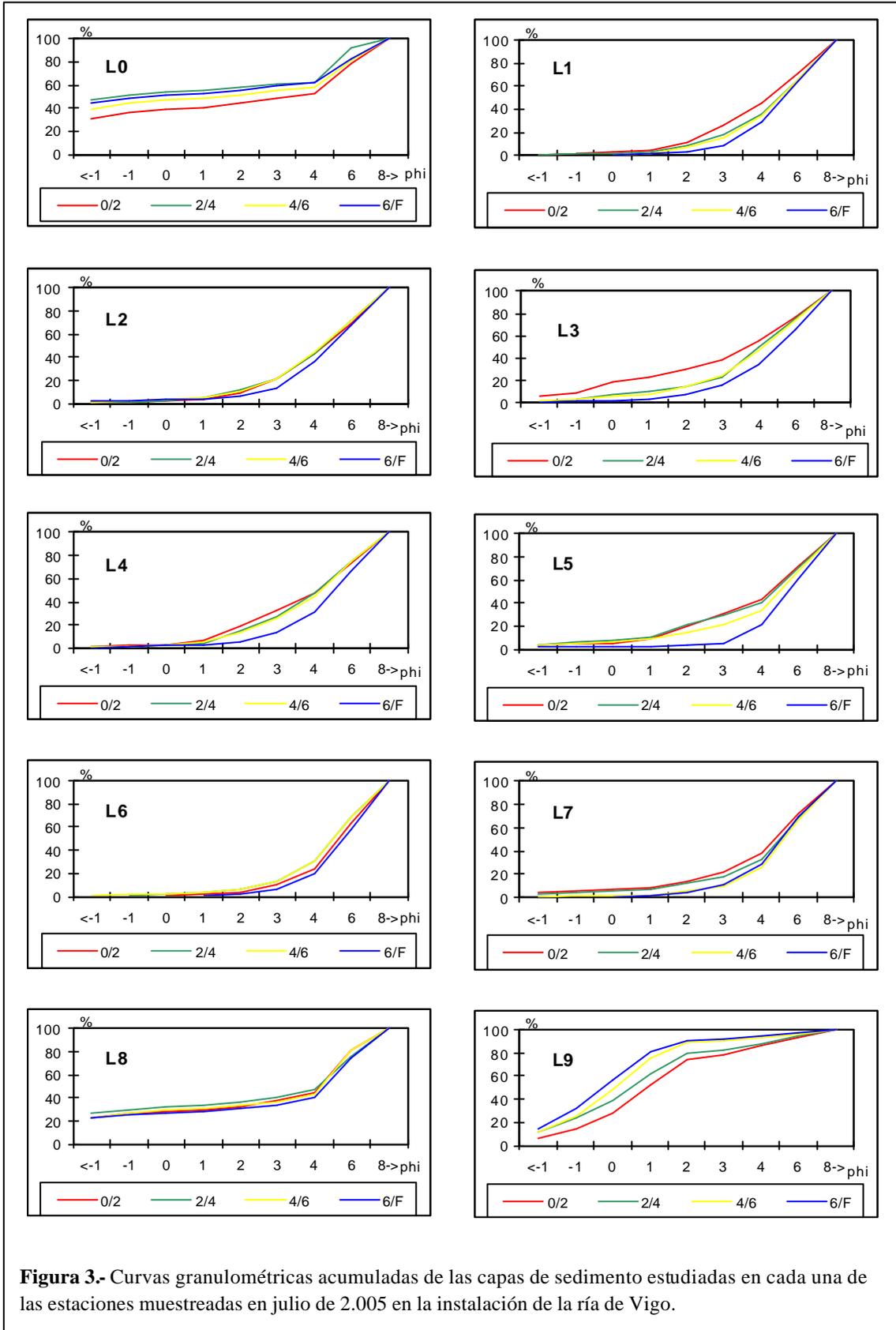
**Tabla IV.-** Porcentaje de pelitas corregido para la fracción granulométrica menor de 2 mm en los 6 primeros centímetros del sedimento en la ría de Vigo.

estación	distancia	fecha		
		1/04	10/04	7/05
L9	500	2,22	2,17	17,37
L8	200	82,17	81,47	82,03
L7	100	84,01	86,39	86,38
L6	50		88,39	88,41
L0	0		91,22	74,18
L1	0	76,98	73,83	80,57
L2	50	81,95	80,73	79,14
L3	100	80,35	86,54	72,95
L4	200	83,04	82,56	72,49
L5	500	82,03	82,49	74,92

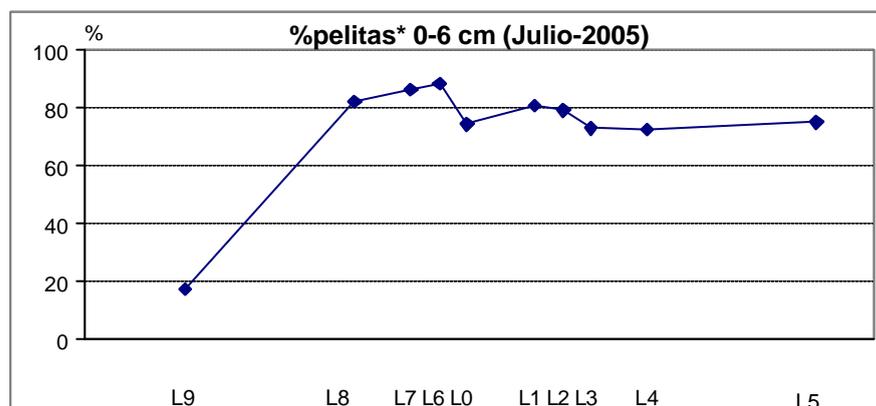
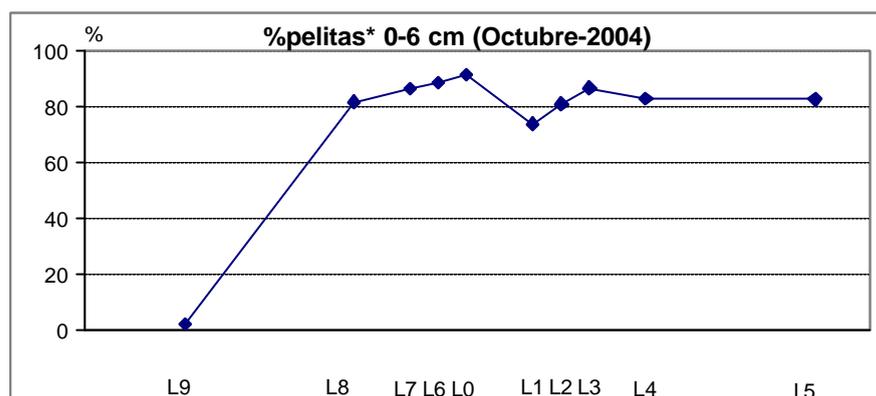
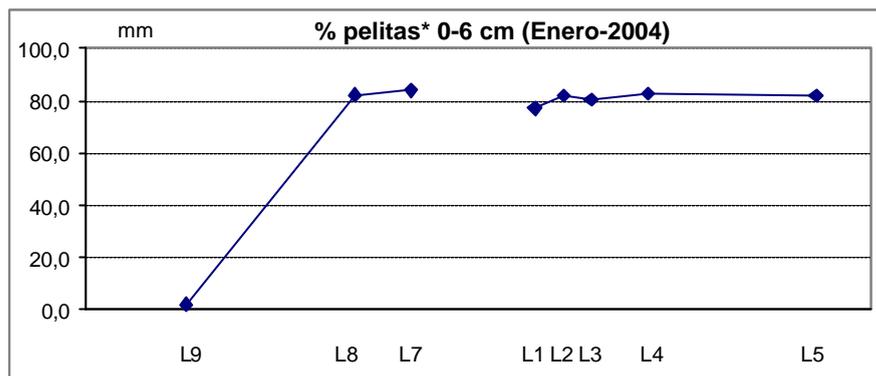


**Figura 1.-** Curvas granulométricas acumuladas de las capas de sedimento estudiadas en cada una de las estaciones muestreadas en enero de 2.004 en la instalación de la ría de Vigo.





**Figura 3.-** Curvas granulométricas acumuladas de las capas de sedimento estudiadas en cada una de las estaciones muestreadas en julio de 2.005 en la instalación de la ría de Vigo.



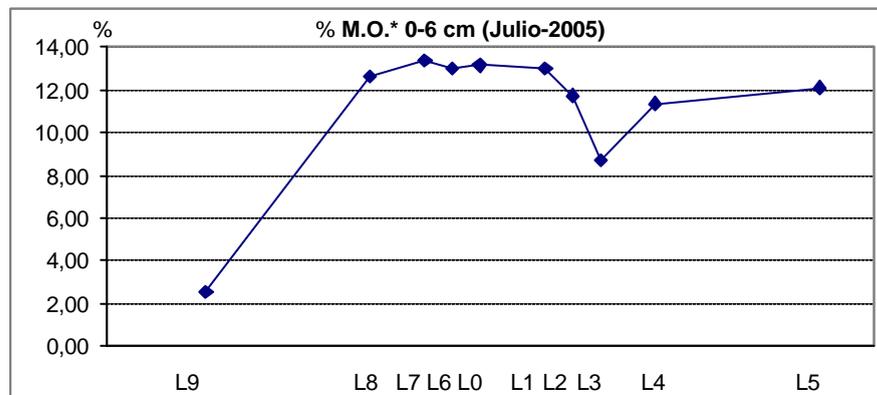
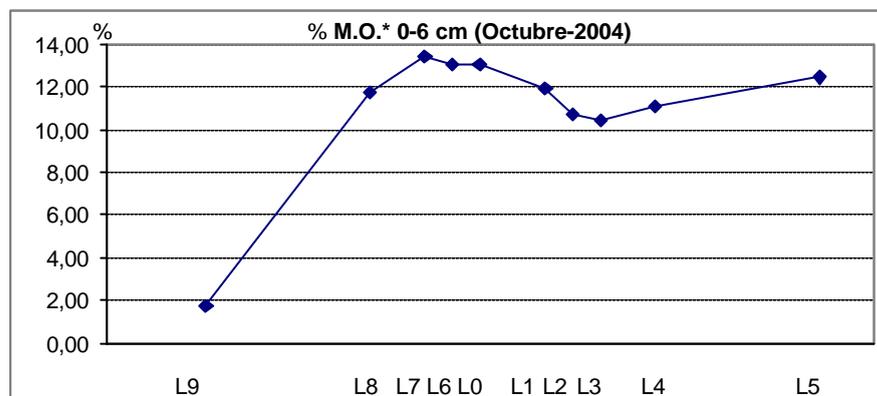
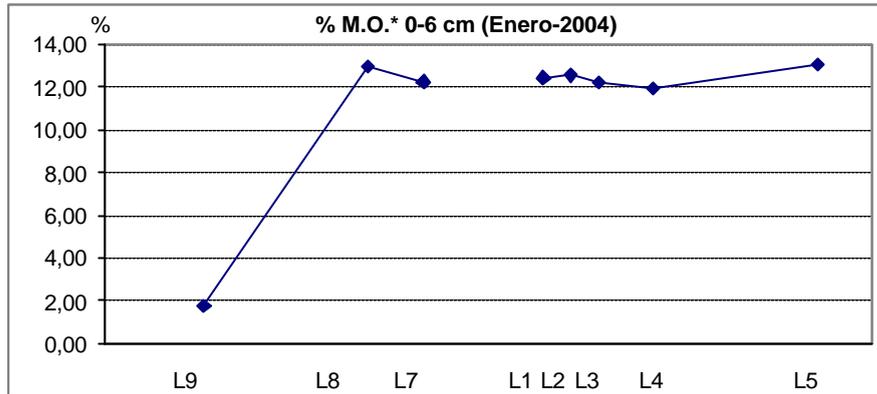
**Figura 4.-** Evolución del contenido en pelitas en los seis primeros centímetros del sedimento a lo largo de los dos transectos en la instalación de la ría de Vigo. (Sólo se ha tenido en cuenta la fracción granulométrica inferior a 2 mm para minimizar la influencia de la presencia de valvas de mejillón y ostra procedentes de instalaciones próximas o existentes en la zona anteriormente).

**Tabla V.-** Contenido en materia orgánica (%) en las capas de sedimento estudiadas en cada una de las estaciones muestreadas en la instalación de la ría de Vigo.

M.O.*(%)	Enero-04			Octubre-04				Julio-05			
L1-0/2	12,84	L0-0/2		L1-0/2	12,49	L0-0/2	12,73	L1-0/2	12,77	L0-0/2	13,64
L1-2/4	12,57	L0-2/4		L1-2/4	10,78	L0-2/4	13,21	L1-2/4	12,74	L0-2/4	13,00
L1-4/6	11,90	L0-4/6		L1-4/6	12,58	L0-4/6	13,23	L1-4/6	13,43	L0-4/6	12,77
L1-6/F	11,65	L0-6/F		L1-6/F	11,39	L0-6/F	12,46	L1-6/F	12,89	L0-6/F	12,91
L2-0/2	12,59	L6-0/2		L2-0/2	11,80	L6-0/2	12,85	L2-0/2	11,76	L6-0/2	13,19
L2-2/4	12,40	L6-2/4		L2-2/4	10,63	L6-2/4	13,22	L2-2/4	11,62	L6-2/4	13,17
L2-4/6	12,72	L6-4/6		L2-4/6	9,67	L6-4/6	13,06	L2-4/6	11,76	L6-4/6	12,67
L2-6/F	12,66	L6-6/F		L2-6/F	12,62	L6-6/F	12,38	L2-6/F	11,31	L6-6/F	12,32
L3-0/2	11,93	L7-0/2	11,85	L3-0/2	10,12	L7-0/2	13,69	L3-0/2	8,04	L7-0/2	13,92
L3-2/4	12,34	L7-2/4	12,96	L3-2/4	10,54	L7-2/4	13,66	L3-2/4	8,88	L7-2/4	12,85
L3-4/6	12,46	L7-4/6	12,01	L3-4/6	10,55	L7-4/6	12,95	L3-4/6	9,19	L7-4/6	13,38
L3-6/F	13,05	L7-6/F	12,50	L3-6/F	13,05	L7-6/F	12,30	L3-6/F	11,97	L7-6/F	12,58
L4-0/2	11,77	L8-0/2	14,80	L4-0/2	11,23	L8-0/2	11,00	L4-0/2	11,26	L8-0/2	13,15
L4-2/4	12,20	L8-2/4	12,99	L4-2/4	11,14	L8-2/4	12,32	L4-2/4	11,31	L8-2/4	12,11
L4-4/6	11,96	L8-4/6	11,17	L4-4/6	10,80	L8-4/6	11,82	L4-4/6	11,44	L8-4/6	12,56
L4-6/F	12,75	L8-6/F	12,14	L4-6/F	13,32	L8-6/F	10,88	L4-6/F	12,93	L8-6/F	13,34
L5-0/2	13,03	L9-0/2	1,90	L5-0/2	12,47	L9-0/2	2,09	L5-0/2	11,55	L9-0/2	3,26
L5-2/4	13,12	L9-2/4	1,88	L5-2/4	12,37	L9-2/4	1,93	L5-2/4	12,53	L9-2/4	2,98
L5-4/6	13,02	L9-4/6	1,41	L5-4/6	12,49	L9-4/6	1,19	L5-4/6	12,18	L9-4/6	1,38
L5-6/F	12,46	L9-6/F	0,91	L5-6/F	12,62	L9-6/F	0,76	L5-6/F	12,41	L9-6/F	1,04

**Tabla VI.-** Contenido medio en materia orgánica (%) y desviación estándar para los seis primeros centímetros en cada una de las estaciones muestreadas en la instalación de la ría de Vigo.

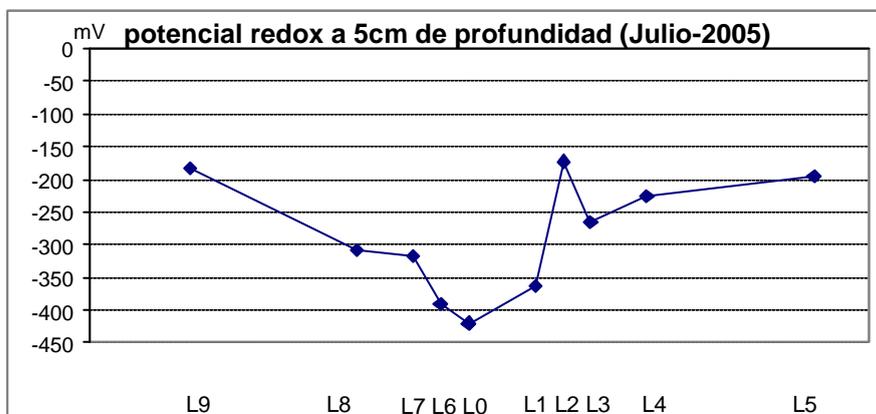
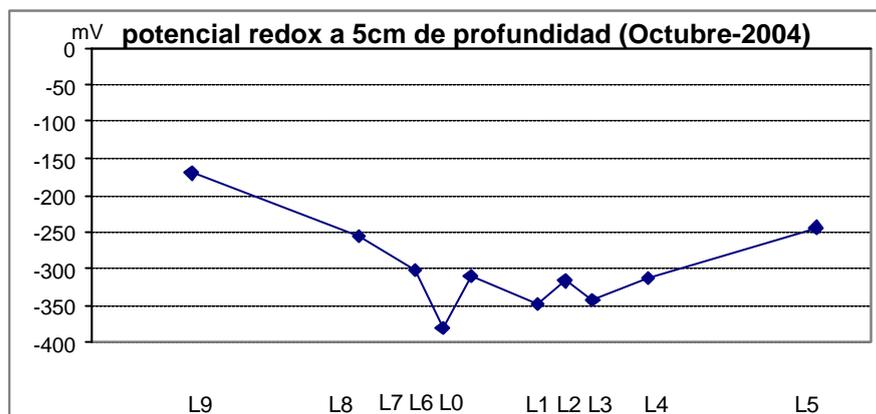
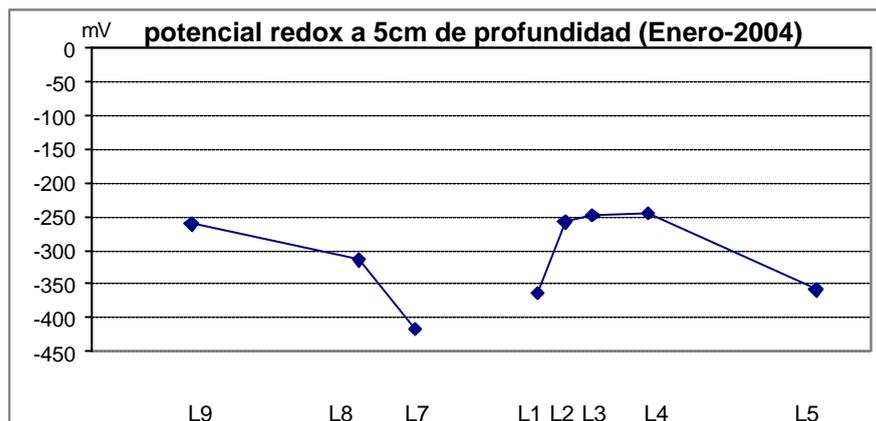
M.O.*(%)	Enero-04		Octubre-04		Julio-05		
	0-6 cm	Media	S	Media	S	Media	S
L1		12,44	0,48	11,95	1,02	12,98	0,39
L2		12,57	0,16	10,70	1,07	11,71	0,08
L3		12,24	0,28	10,41	0,25	8,70	0,60
L4		11,98	0,22	11,05	0,22	11,34	0,09
L5		13,06	0,06	12,44	0,07	12,09	0,50
L0				13,05	0,28	13,14	0,45
L6				13,04	0,19	13,01	0,30
L7		12,27	0,60	13,43	0,42	13,38	0,53
L8		12,99	1,82	11,71	0,66	12,61	0,52
L9		1,73	0,28	1,73	0,48	2,54	1,02



**Figura 5.-** Evolución del contenido en materia orgánica en los seis primeros centímetros del sedimento a lo largo de los dos transectos en la instalación de la ría de Vigo. (Sólo se ha tenido en cuenta la fracción granulométrica inferior a 2 mm para minimizar la influencia de la presencia de valvas de mejillón y ostra procedentes de instalaciones próximas o existentes en la zona anteriormente).

**Tabla VII.-** Potencial de óxido-reducción (mV) en las capas de sedimento estudiadas en cada una de las estaciones muestreadas en la instalación de la ría de Vigo.

estación	cm	Enero-2004	Octubre-2004	Julio-2005	estación	cm	Enero-2004	Octubre-2004	Julio-2005
L1	1	-351	-246,8	-316,2	L0	1		-244,6	-403,8
L1	3	-361,2	-322,8	-349,6	L0	3		-286,8	-412
L1	5	-364,2	-348,6	-363,6	L0	5		-310,8	-420,2
L1	7	-366,6	-347,8	-373,2	L0	7		-323,8	-427,4
L1	9	-387,8		-377,2	L0	9		-349,8	-426,4
L1	12,5	-410,6		-384,8	L0	12,5		-394	
L1	17,5				L0	17,5			
L2	1	-184	-240,8	-108,4	L6	1		-353,2	-379,8
L2	3	-212	-312,2	-158,8	L6	3		-370	-386,2
L2	5	-257,8	-316,8	-173	L6	5		-380	-390
L2	7	-301,2	-315,8	-200,8	L6	7		-388,8	-392,8
L2	9	-314	-309,8	-249,6	L6	9		-395,6	-397,2
L2	12,5	-340,2	-324,8	-275,8	L6	12,5		-410,8	-399,8
L2	17,5	-393,4			L6	17,5			
L3	1	-137,8	-303	-180,6	L7	1	-400,6	-186,4	-276,6
L3	3	-175	-335,8	-233,8	L7	3	-413	-256,8	-308,8
L3	5	-248,2	-342,6	-265,6	L7	5	-416,2	-301,8	-316,8
L3	7	-272	-357	-268,6	L7	7	-416,8	-355	-323,6
L3	9	-302,4	-373,6	-296,2	L7	9	-425,4	-351	-332,8
L3	12,5	-341,6	-385,4	-321	L7	12,5	-437,8	-363	-341,8
L3	17,5	-384			L7	17,5	-444		
L4	1	-190,8	-263,2	-155	L8	1	-280,8	-187	-141,4
L4	3	-220	-280,2	-206,2	L8	3	-307,2	-231,4	-241,6
L4	5	-244,2	-313	-225,8	L8	5	-313,8	-255,8	-308,8
L4	7	-292	-360,8	-250,4	L8	7	-328,6	-296,8	-353,4
L4	9	-317,4	-388,6	-261,2	L8	9	-348	-321,2	-378,6
L4	12,5	-327,6	-401,2	-312	L8	12,5	-376,8	-356	-400
L4	17,5	-377			L8	17,5	-395,6		
L5	1	-311,2	-128,6	-158,4	L9	1	-166,2	-35,6	-37,4
L5	3	-321,4	-194,2	-187,2	L9	3	-205,6	-128	-163,8
L5	5	-358,2	-244	-196	L9	5	-261	-170	-183,8
L5	7	-350,6	-253,8	-185	L9	7	-310	-202,4	-208,2
L5	9	-376	-288,6	-185,8	L9	9	-336		
L5	12,5	-396,2	-349,2	-216,8	L9	12,5			
L5	17,5	-435,6			L9	17,5			



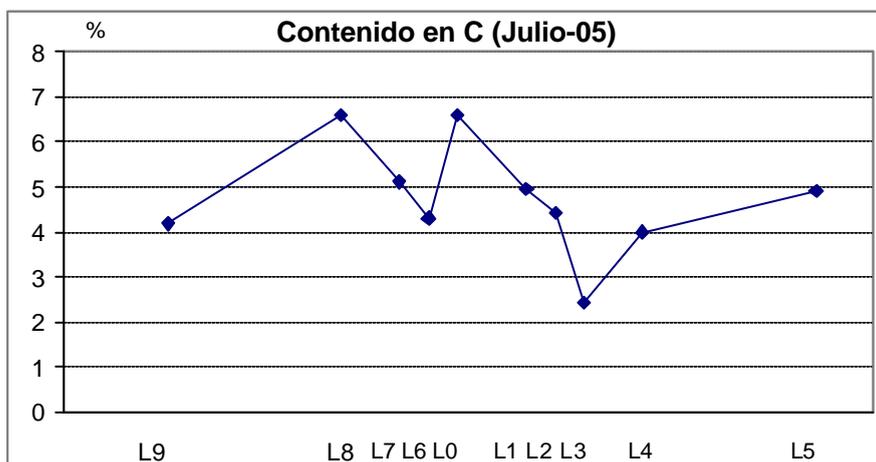
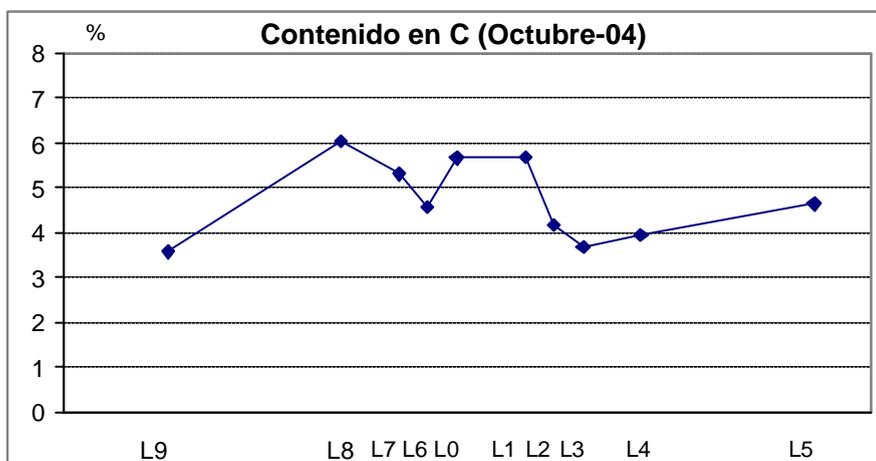
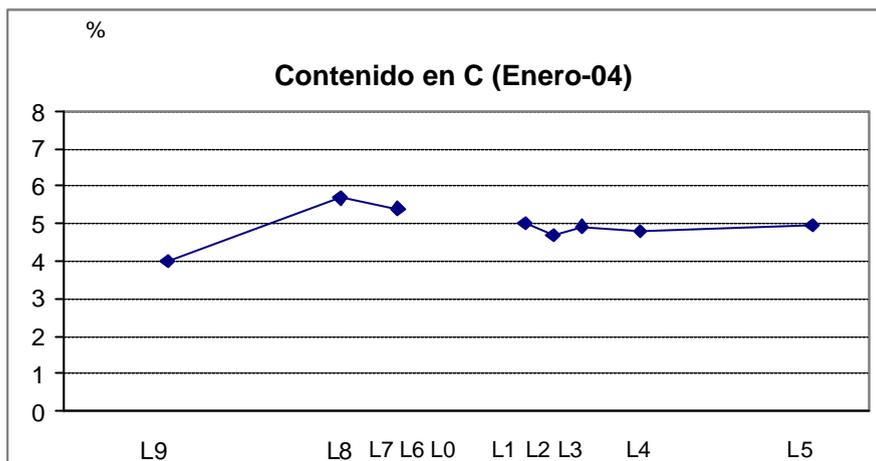
**Figura 6.-** Evolución del potencial redox a 5 cm de profundidad a lo largo de los transectos establecidos en la instalación de la ría de Vigo.

**Tabla VIII.-** Contenido en carbono en las capas de 0 a 2 y de 2 a 4 cm de profundidad en las estaciones estudiadas en la instalación de la ría de Vigo.

C (%)	Enero-04			Octubre-04			Julio-05				
L1-0/2	4,93	L0-0/2		L1-0/2	5,63	L0-0/2	5,39	L1-0/2	4,95	L0-0/2	6,41
L1-2/4	5,06	L0-2/4		L1-2/4	5,73	L0-2/4	5,93	L1-2/4	4,94	L0-2/4	6,79
L2-0/2	4,67	L6-0/2		L2-0/2	4,44	L6-0/2	4,65	L2-0/2	4,48	L6-0/2	4,24
L2-2/4	4,70	L6-2/4		L2-2/4	3,89	L6-2/4	4,48	L2-2/4	4,38	L6-2/4	4,36
L3-0/2	4,70	L7-0/2	5,24	L3-0/2	4,37	L7-0/2	5,56	L3-0/2	2,53	L7-0/2	5,19
L3-2/4	5,15	L7-2/4	5,59	L3-2/4	2,99	L7-2/4	5,06	L3-2/4	2,34	L7-2/4	5,02
L4-0/2	4,81	L8-0/2	5,90	L4-0/2	4,18	L8-0/2	6,15	L4-0/2	3,69	L8-0/2	6,64
L4-2/4	4,76	L8-2/4	5,45	L4-2/4	3,72	L8-2/4	5,93	L4-2/4	4,31	L8-2/4	6,57
L5-0/2	4,92	L9-0/2	4,11	L5-0/2	4,44	L9-0/2	3,40	L5-0/2	4,92	L9-0/2	3,71
L5-2/4	5,00	L9-2/4	3,88	L5-2/4	4,84	L9-2/4	3,76	L5-2/4	4,88	L9-2/4	4,64

**Tabla IX.-** Valores medios de contenido en carbono para la capa de 0 a 4 cm de profundidad en las estaciones estudiadas en la instalación de la ría de Vigo.

	Enero-04		Octubre-04		Julio-05	
	Media (%)	S	Media (%)	S	Media (%)	S
L1	5,00	0,09	5,68	0,07	4,95	0,01
L2	4,69	0,02	4,17	0,39	4,43	0,07
L3	4,93	0,32	3,68	0,98	2,44	0,13
L4	4,79	0,04	3,95	0,33	4,00	0,44
L5	4,96	0,06	4,64	0,28	4,90	0,03
L0			5,66	0,38	6,60	0,27
L6			4,57	0,12	4,30	0,08
L7	5,42	0,25	5,31	0,35	5,11	0,12
L8	5,68	0,32	6,04	0,16	6,61	0,05
L9	4,00	0,16	3,58	0,25	4,18	0,66



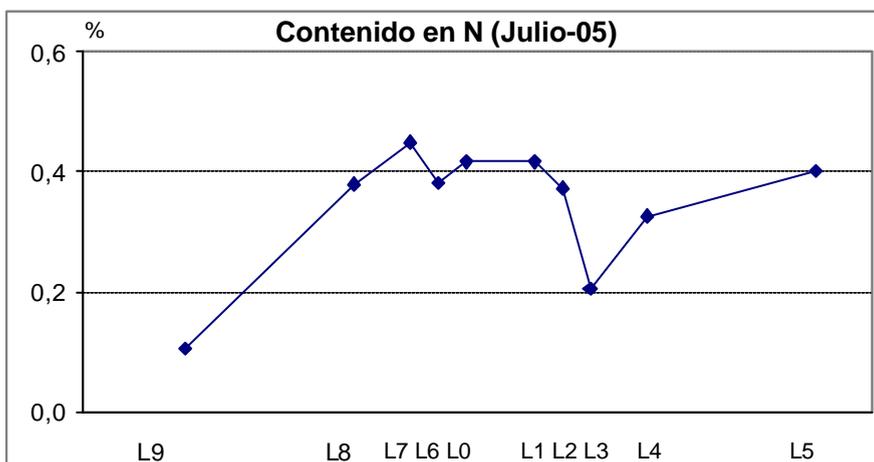
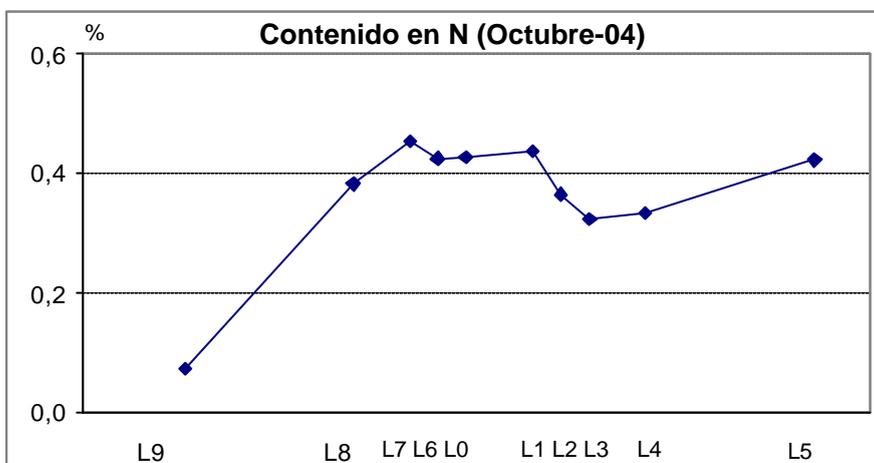
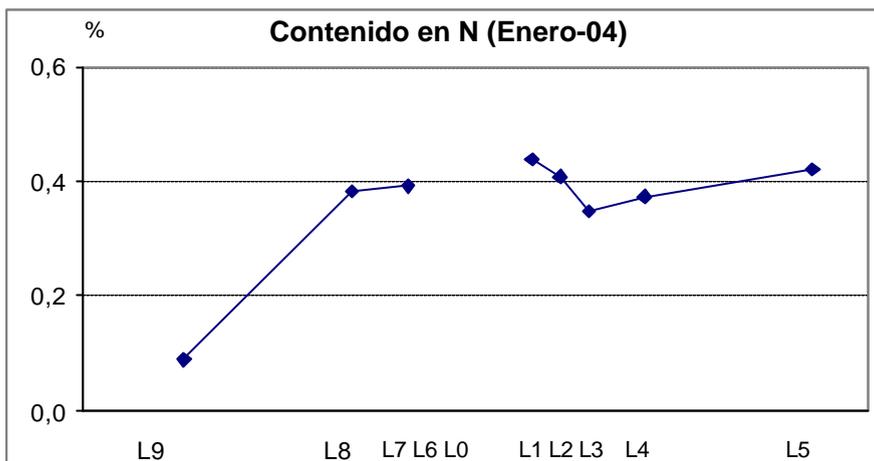
**Figura 7.-** Evolución del contenido en carbono en los cuatro primeros centímetros del sedimento a lo largo de los transectos establecidos en la instalación de la ría de Vigo.

**Tabla X.-** Contenido en nitrógeno en las capas de 0 a 2 y de 2 a 4 cm de profundidad en las estaciones estudiadas en la instalación de la ría de Vigo.

N (%)	Enero-04			Octubre-04				Julio-05			
L1-0/2	0,42	L0-0/2		L1-0/2	0,45	L0-0/2	0,45	L1-0/2	0,43	L0-0/2	0,45
L1-2/4	0,45	L0-2/4		L1-2/4	0,42	L0-2/4	0,41	L1-2/4	0,40	L0-2/4	0,38
L2-0/2	0,38	L6-0/2		L2-0/2	0,39	L6-0/2	0,43	L2-0/2	0,38	L6-0/2	0,38
L2-2/4	0,44	L6-2/4		L2-2/4	0,34	L6-2/4	0,42	L2-2/4	0,37	L6-2/4	0,39
L3-0/2	0,32	L7-0/2	0,39	L3-0/2	0,38	L7-0/2	0,45	L3-0/2	0,21	L7-0/2	0,45
L3-2/4	0,37	L7-2/4	0,40	L3-2/4	0,27	L7-2/4	0,46	L3-2/4	0,20	L7-2/4	0,45
L4-0/2	0,35	L8-0/2	0,35	L4-0/2	0,36	L8-0/2	0,38	L4-0/2	0,31	L8-0/2	0,38
L4-2/4	0,40	L8-2/4	0,41	L4-2/4	0,30	L8-2/4	0,38	L4-2/4	0,34	L8-2/4	0,38
L5-0/2	0,40	L9-0/2	0,10	L5-0/2	0,40	L9-0/2	0,09	L5-0/2	0,42	L9-0/2	0,11
L5-2/4	0,45	L9-2/4	0,07	L5-2/4	0,44	L9-2/4	0,06	L5-2/4	0,38	L9-2/4	0,10

**Tabla XI.-** Valores medios de contenido en nitrógeno para la capa de 0 a 4 cm de profundidad en las estaciones estudiadas en la instalación de la ría de Vigo.

	Enero-04		Octubre-04		Julio-05	
	Media (%)	S	Media (%)	S	Media (%)	S
L1	0,44	0,02	0,44	0,02	0,42	0,02
L2	0,41	0,04	0,36	0,03	0,37	0,00
L3	0,35	0,04	0,32	0,08	0,21	0,00
L4	0,37	0,04	0,33	0,04	0,33	0,02
L5	0,42	0,04	0,42	0,03	0,40	0,03
L0			0,43	0,03	0,42	0,05
L6			0,42	0,01	0,38	0,01
L7	0,39	0,01	0,45	0,00	0,45	0,00
L8	0,38	0,04	0,38	0,00	0,38	0,00
L9	0,09	0,02	0,07	0,02	0,11	0,00



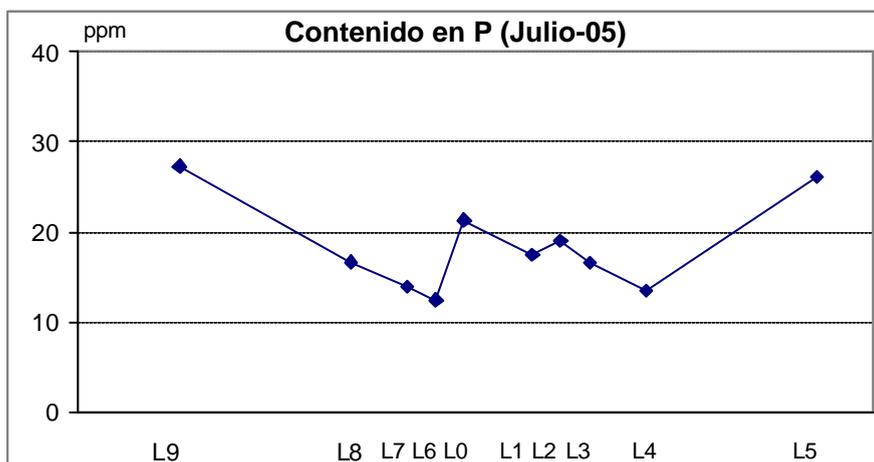
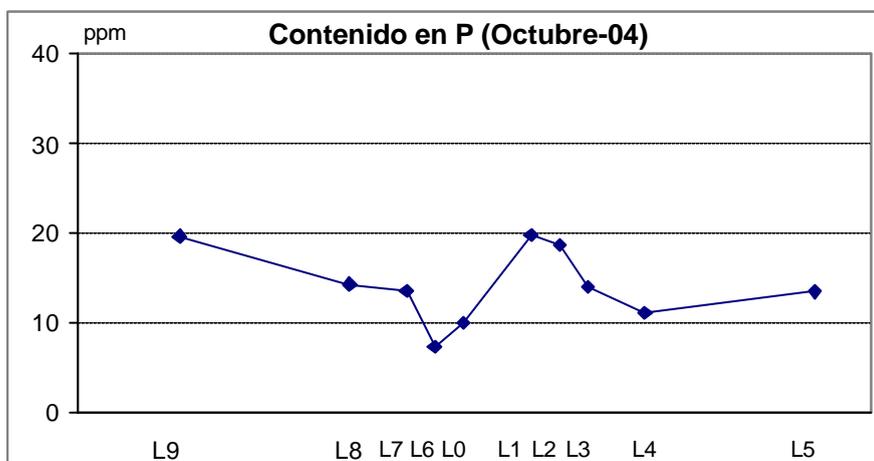
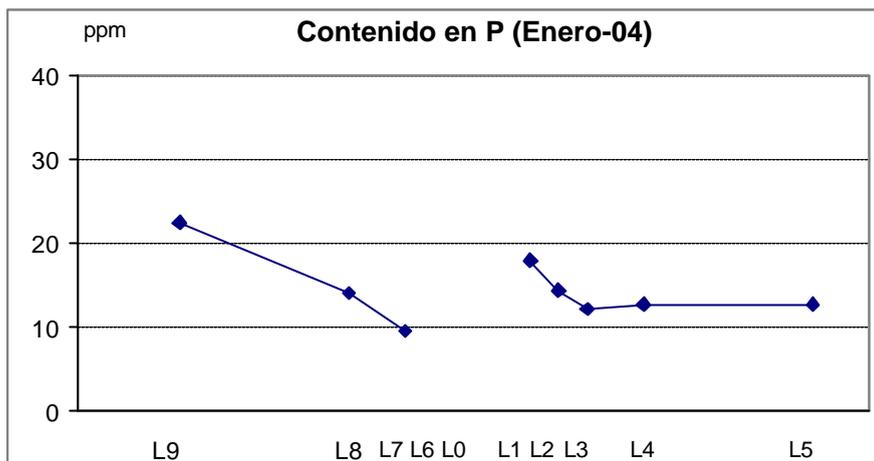
**Figura 8.-** Evolución del contenido en nitrógeno en los cuatro primeros centímetros del sedimento a lo largo de los transectos establecidos en la instalación de la ría de Vigo.

**Tabla XII.-** Contenido en fósforo en las capas de 0 a 2 y de 2 a 4 cm de profundidad en las estaciones estudiadas en la instalación de la ría de Vigo.

P(ppm)	Enero-04			Octubre-04				Julio-05			
L1-0/2	21,17	L0-0/2		L1-0/2	22,26	L0-0/2	11,62	L1-0/2	19,17	L0-0/2	21,84
L1-2/4	14,88	L0-2/4		L1-2/4	17,32	L0-2/4	8,26	L1-2/4	15,70	L0-2/4	20,82
L2-0/2	14,44	L6-0/2		L2-0/2	20,69	L6-0/2	7,72	L2-0/2	18,79	L6-0/2	13,19
L2-2/4	14,44	L6-2/4		L2-2/4	16,67	L6-2/4	6,85	L2-2/4	19,12	L6-2/4	11,70
L3-0/2	14,44	L7-0/2	9,62	L3-0/2	14,17	L7-0/2	14,77	L3-0/2	17,89	L7-0/2	16,45
L3-2/4	10,00	L7-2/4	9,62	L3-2/4	13,79	L7-2/4	12,22	L3-2/4	15,22	L7-2/4	11,43
L4-0/2	15,69	L8-0/2	16,89	L4-0/2	10,48	L8-0/2	15,48	L4-0/2	14,31	L8-0/2	16,18
L4-2/4	9,83	L8-2/4	11,13	L4-2/4	11,51	L8-2/4	13,03	L4-2/4	12,61	L8-2/4	17,14
L5-0/2	14,99	L9-0/2	26,44	L5-0/2	14,82	L9-0/2	20,90	L5-0/2	38,21	L9-0/2	29,25
L5-2/4	10,54	L9-2/4	18,68	L5-2/4	11,95	L9-2/4	18,19	L5-2/4	13,89	L9-2/4	25,30

**Tabla XIII.-** Valores medios de contenido en fósforo para la capa de 0 a 4 cm de profundidad en las estaciones estudiadas en la instalación de la ría de Vigo.

	Enero-04		Octubre-04		Julio-05	
	Media (%)	S	Media (%)	S	Media (%)	S
L1	18,03	4,45	19,79	3,49	17,43	2,45
L2	14,44	0,00	18,68	2,84	18,96	0,23
L3	12,22	3,15	13,98	0,27	16,55	1,89
L4	12,76	4,14	11,00	0,73	13,46	1,21
L5	12,76	3,15	13,39	2,03	26,05	17,20
L0			9,94	2,38	21,33	0,72
L6			7,28	0,61	12,45	1,06
L7	9,62	0,00	13,50	1,80	13,94	3,55
L8	14,01	4,07	14,26	1,73	16,66	0,68
L9	22,56	5,49	19,55	1,92	27,28	2,79



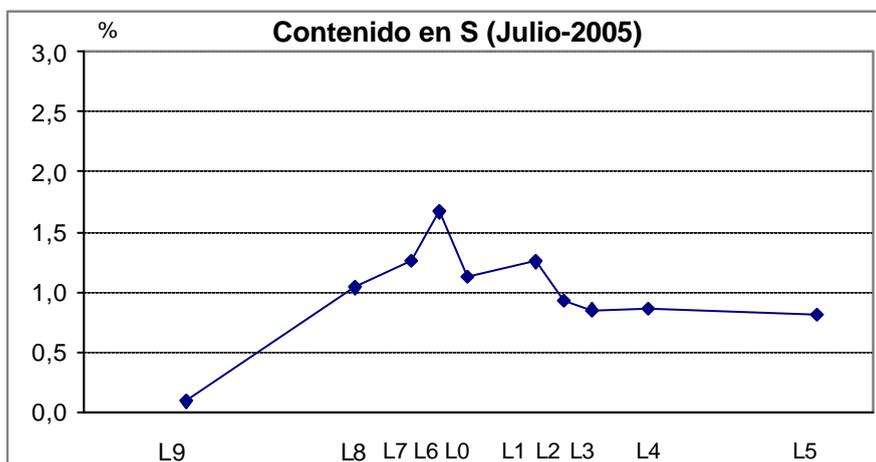
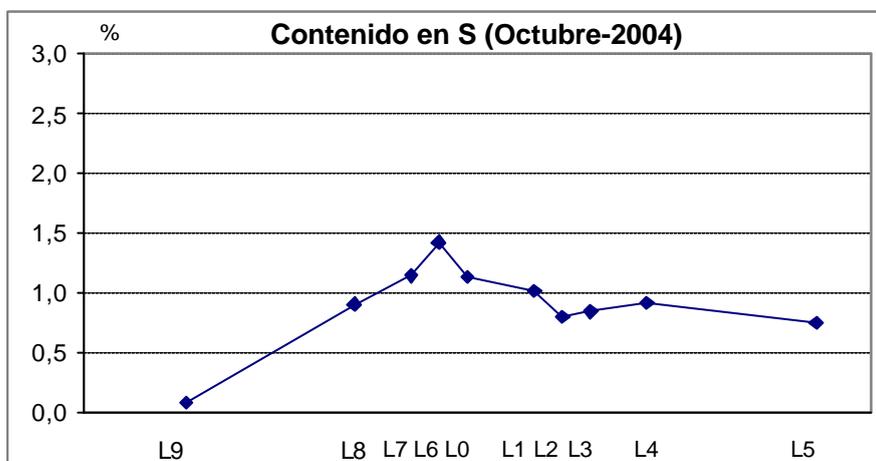
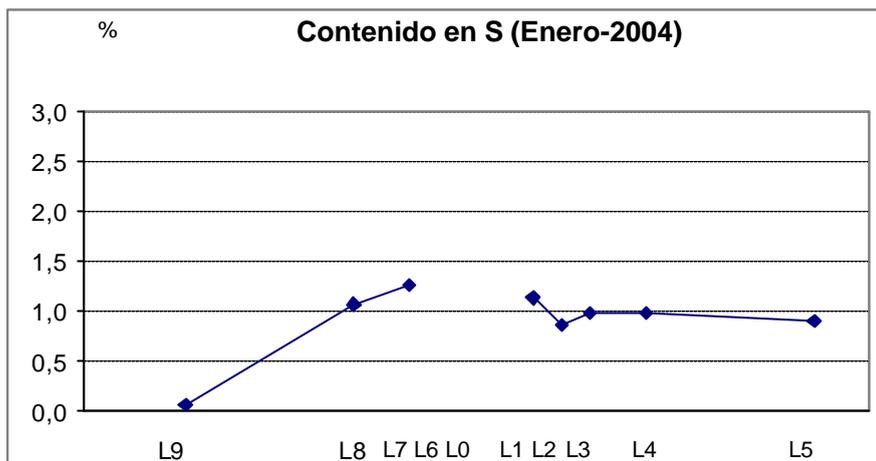
**Figura 9.-** Evolución del contenido en fósforo en los cuatro primeros centímetros del sedimento a lo largo de los transectos establecidos en la instalación de la ría de Vigo.

**Tabla XIV.-** Contenido en azufre en las capas de 0 a 2 y de 2 a 4 cm de profundidad en las estaciones estudiadas en la instalación de la ría de Vigo.

S(%)	Enero-04			Octubre-04				Julio-05			
L1-0/2	1,06	L0-0/2		L1-0/2	1,01	L0-0/2	1,15	L1-0/2	1,24	L0-0/2	1,19
L1-2/4	1,20	L0-2/4		L1-2/4	1,01	L0-2/4	1,09	L1-2/4	1,27	L0-2/4	1,06
L2-0/2	0,75	L6-0/2		L2-0/2	0,82	L6-0/2	1,27	L2-0/2	0,93	L6-0/2	1,63
L2-2/4	0,97	L6-2/4		L2-2/4	0,77	L6-2/4	1,58	L2-2/4	0,92	L6-2/4	1,70
L3-0/2	0,95	L7-0/2	1,30	L3-0/2	0,76	L7-0/2	1,05	L3-0/2	0,95	L7-0/2	1,12
L3-2/4	1,02	L7-2/4	1,22	L3-2/4	0,91	L7-2/4	1,23	L3-2/4	0,74	L7-2/4	1,41
L4-0/2	0,89	L8-0/2	0,97	L4-0/2	1,02	L8-0/2	0,69	L4-0/2	0,81	L8-0/2	1,04
L4-2/4	1,08	L8-2/4	1,17	L4-2/4	0,81	L8-2/4	1,12	L4-2/4	0,93	L8-2/4	1,03
L5-0/2	0,87	L9-0/2	0,07	L5-0/2	0,72	L9-0/2	0,09	L5-0/2	0,72	L9-0/2	0,09
L5-2/4	0,94	L9-2/4	0,05	L5-2/4	0,77	L9-2/4	0,07	L5-2/4	0,90	L9-2/4	0,09

**Tabla XV.-** Valores medios de contenido en azufre para la capa de 0 a 4 cm de profundidad en las estaciones estudiadas en la instalación de la ría de Vigo.

	Enero-04		Octubre-04		Julio-05	
	Media (%)	S	Media (%)	S	Media (%)	S
L1	1,13	0,10	1,01	0,00	1,26	0,03
L2	0,86	0,16	0,79	0,04	0,93	0,01
L3	0,99	0,04	0,84	0,11	0,85	0,15
L4	0,98	0,13	0,91	0,15	0,87	0,09
L5	0,90	0,05	0,75	0,04	0,81	0,13
L0			1,12	0,04	1,13	0,09
L6			1,42	0,22	1,67	0,05
L7	1,26	0,06	1,14	0,13	1,26	0,20
L8	1,07	0,14	0,90	0,31	1,04	0,01
L9	0,06	0,01	0,08	0,02	0,09	0,00

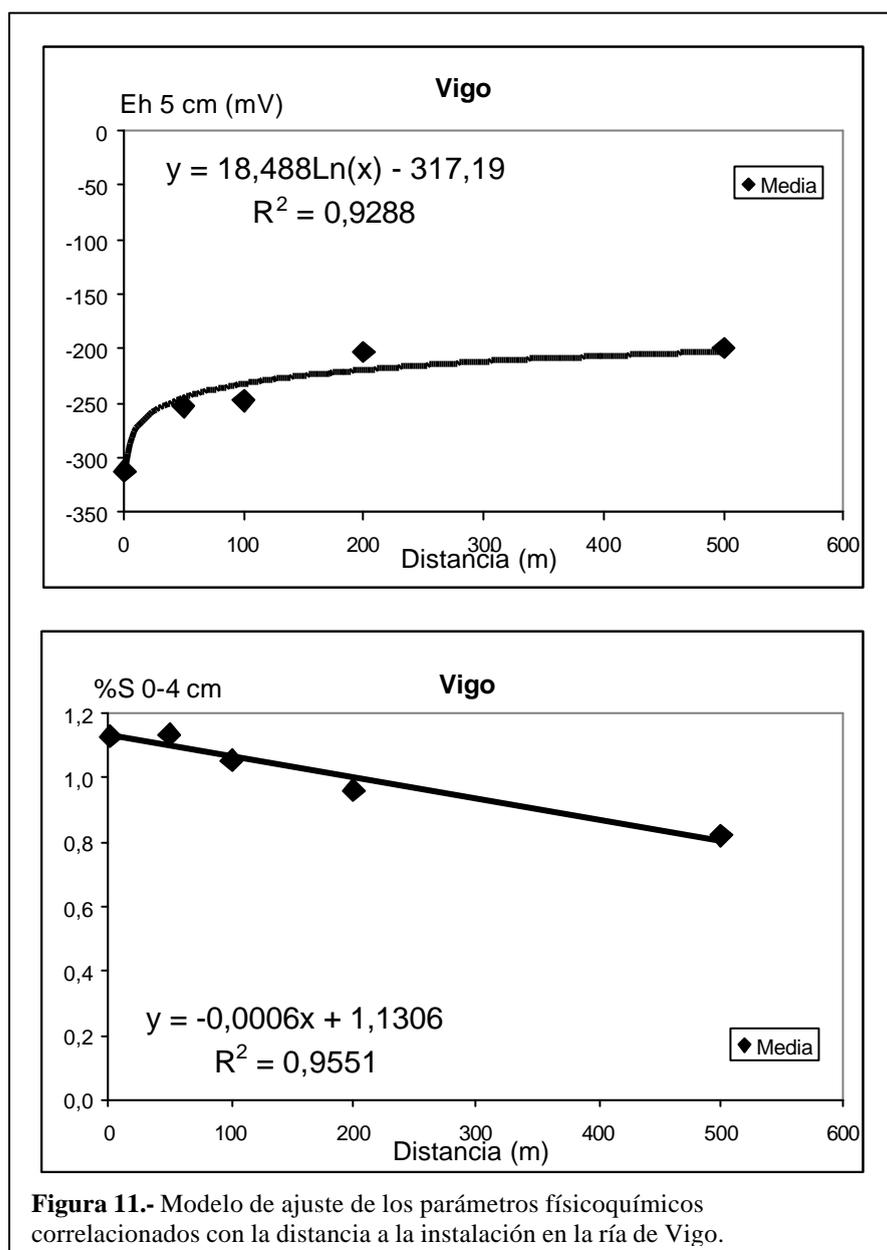


**Figura 10.-** Evolución del contenido en azufre en los cuatro primeros centímetros del sedimento a lo largo de los transectos establecidos en la instalación de la ría de Vigo.

**Tabla XVI-** Valores medios de los parámetros físicoquímicos agrupados por distancias y su correlación (r) con la distancia a la instalación en la ría de Vigo tanto en un modelo lineal como logarítmico. En negrita y enmarcadas se muestran las correlaciones significativas ( $p < 0,05$ ).

distancia	%Pelitas 0-4	Eh 5 cm	%M.O. 0-4	P(ppm) 0-4	% C 0-4cm	%N 0-4cm	%S 0-4cm
1	67,94	-312	11,35	10,90	5,58	0,43	1,13
50	82,76	-253	12,35	12,09	4,43	0,39	1,13
100	79,77	-248	11,19	11,40	4,48	0,36	1,06
200	72,20	-203	10,99	10,72	5,18	0,36	0,96
500	76,67	-199	12,13	12,28	4,83	0,42	0,82

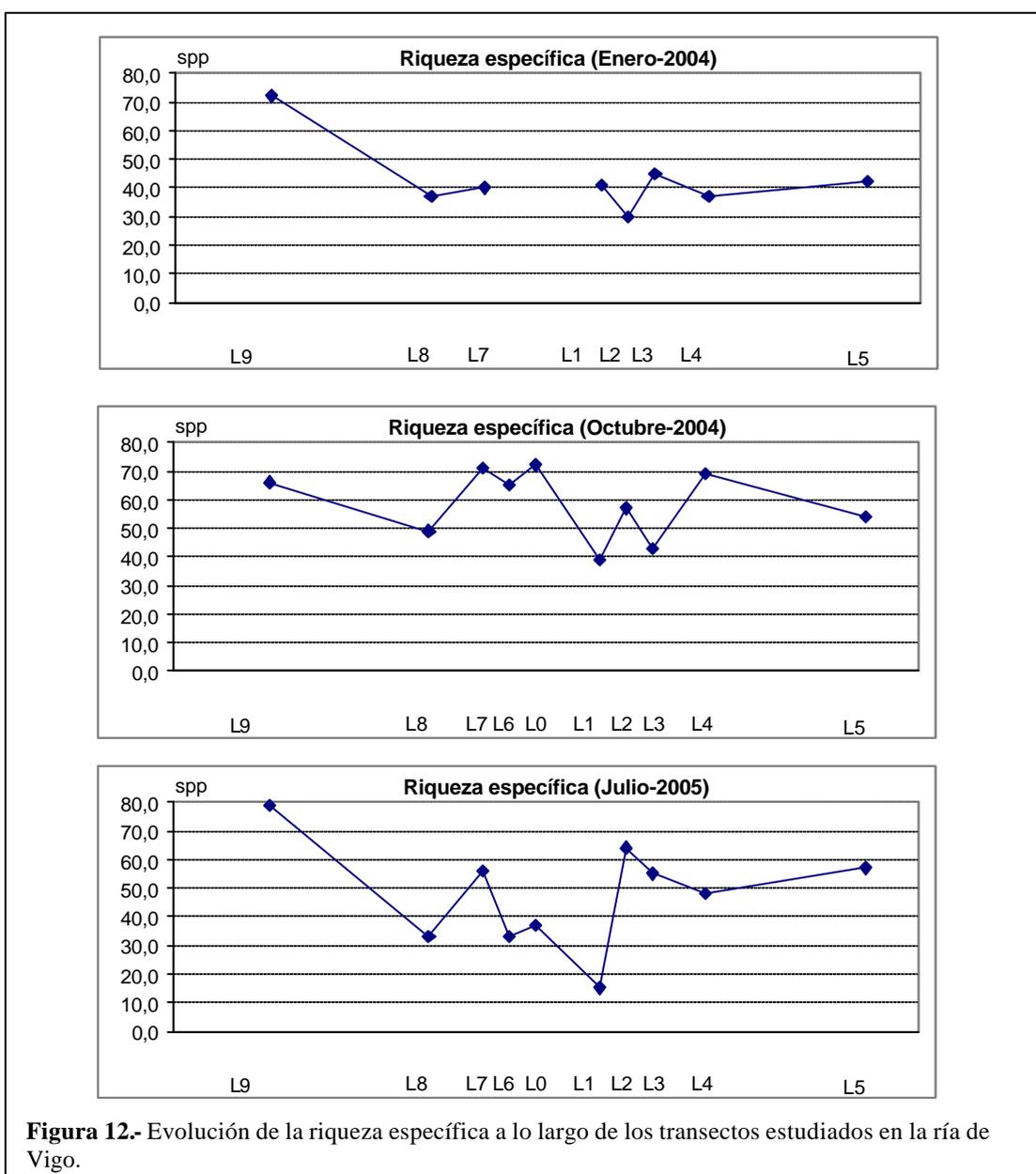
r	%Pelitas 0-4	Eh 5 cm	%M.O. 0-4	P(ppm) 0-4	% C 0-4cm	%N 0-4cm	%S 0-4cm
distancia	0,084	<b>0,791</b>	0,287	0,494	-0,109	0,136	<b>-0,977</b>
log_distancia	0,504	<b>0,970</b>	0,177	0,447	-0,551	-0,478	-0,777

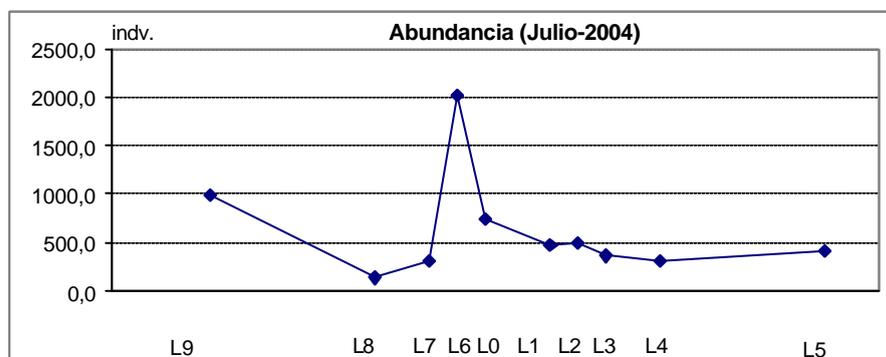
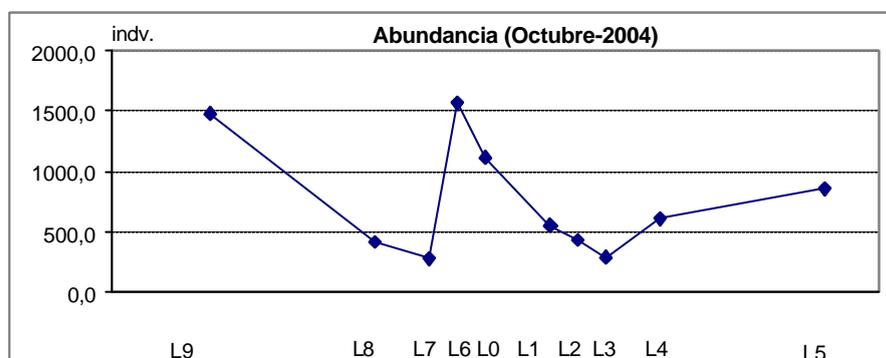
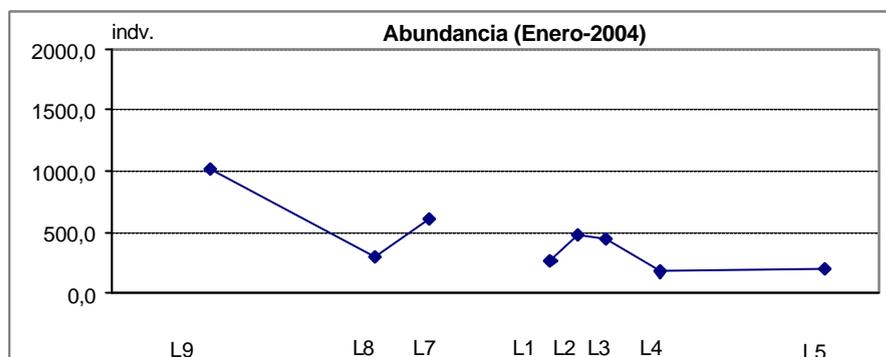


**Figura 11.-** Modelo de ajuste de los parámetros físicoquímicos correlacionados con la distancia a la instalación en la ría de Vigo.

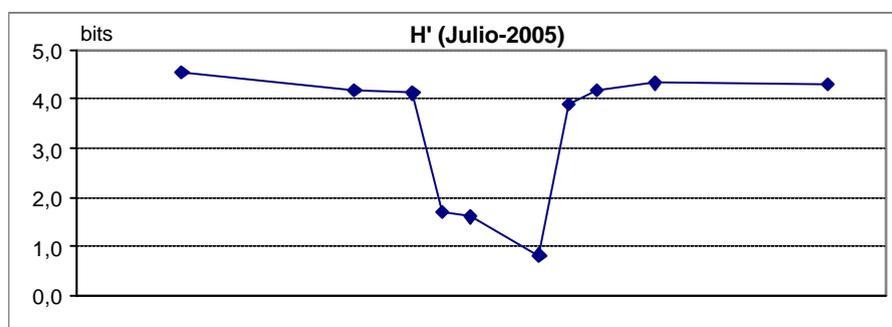
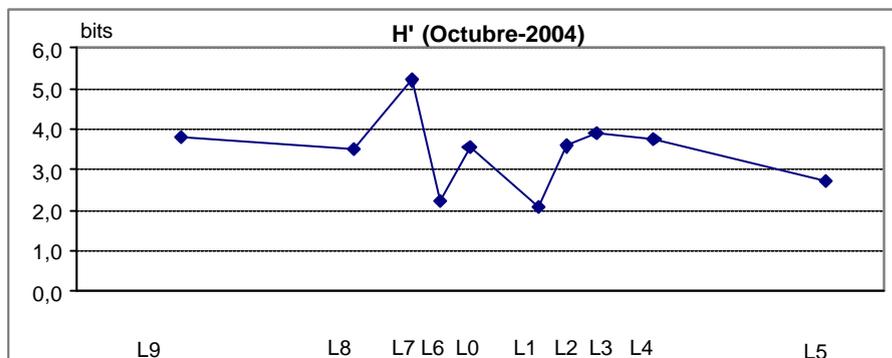
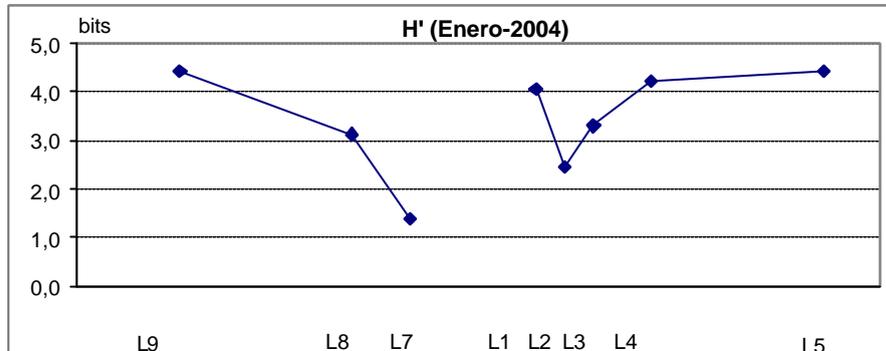
**Tabla XVII.-** Riqueza específica (R.E.), abundancia (Abund.), diversidad (H') y dominancia (1-J) en las estaciones estudiadas en la ría de Vigo en enero de 2.004.

	Enero-04				Octubre-04				Julio-05			
	R.E.	Abund.	H'	1-J	R.E.	Abund.	H'	1-J	R.E.	Abund.	H'	1-J
L1	41	258	4,1	0,2	39	559	2,1	0,6	15	473	0,8	0,8
L2	30	475	2,5	0,5	57	435	3,6	0,4	64	496	3,9	0,4
L3	45	444	3,3	0,4	43	295	3,9	0,3	55	363	4,2	0,3
L4	37	173	4,2	0,2	69	608	3,8	0,4	48	318	4,3	0,2
L5	42	193	4,4	0,2	54	857	2,7	0,5	57	408	4,3	0,3
L0					72	1118	3,6	0,4	37	743	1,6	0,7
L6					65	1561	2,2	0,6	33	2023	1,7	0,7
L7	40	605	1,4	0,7	71	281	5,2	0,2	56	306	4,1	0,3
L8	37	301	3,1	0,4	49	416	3,5	0,4	33	139	4,2	0,2
L9	72	1015	4,4	0,3	66	1478	3,8	0,4	79	990	4,5	0,3

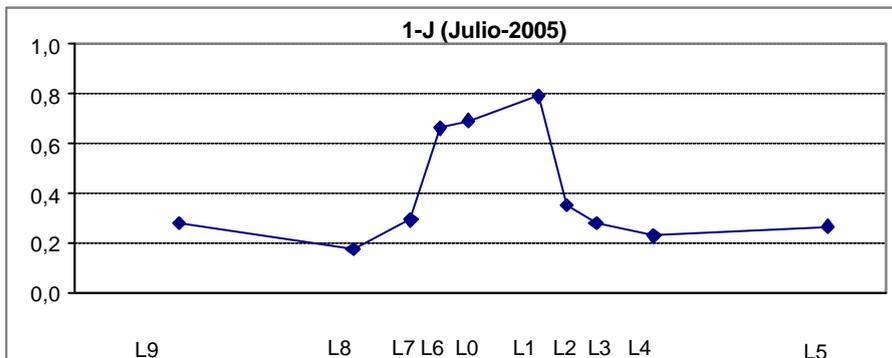
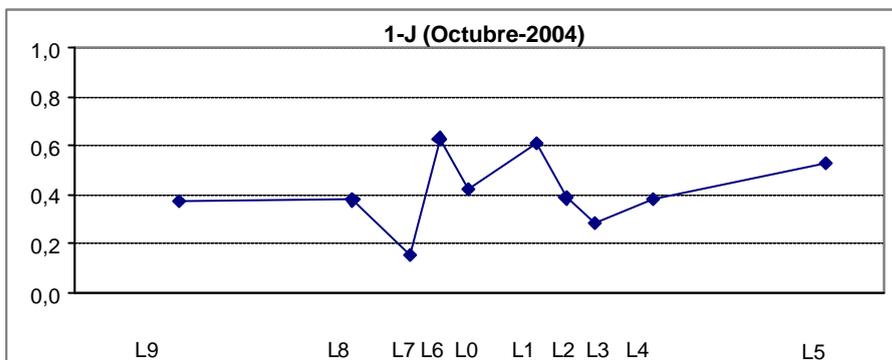
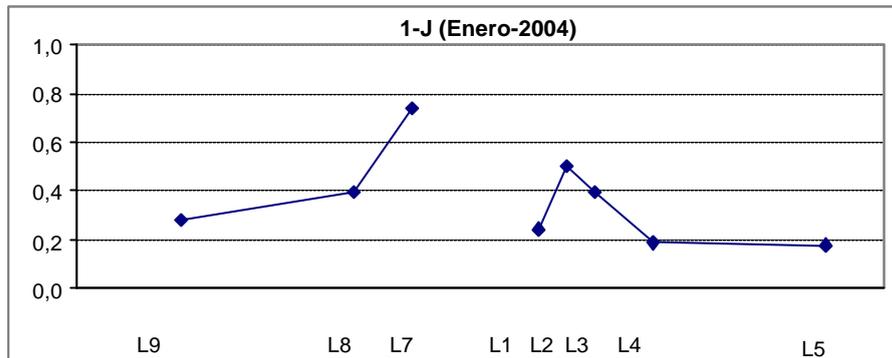




**Figura 13.-** Evolución de la abundancia del macrobentos a lo largo de los transectos estudiados en la ría de Vigo.



**Figura 14.-** Evolución de la diversidad del macrobentos a lo largo de los transectos estudiados en la ría de Vigo.



**Figura 15.-** Evolución de la dominancia del macrobentos a lo largo de los transectos estudiados en la ría de Vigo

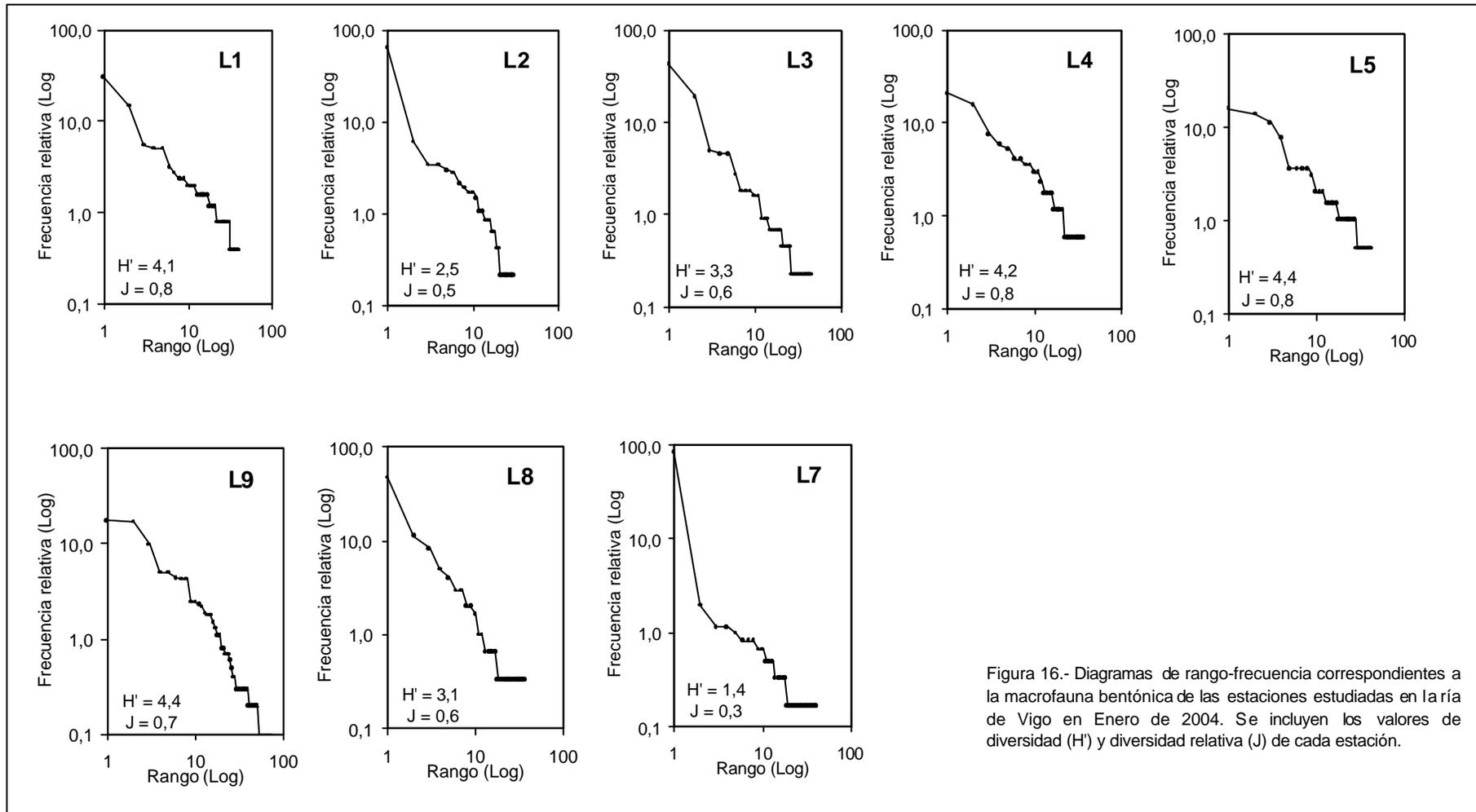


Figura 16.- Diagramas de rango-frecuencia correspondientes a la macrofauna bentónica de las estaciones estudiadas en la ría de Vigo en Enero de 2004. Se incluyen los valores de diversidad ( $H'$ ) y diversidad relativa ( $J$ ) de cada estación.

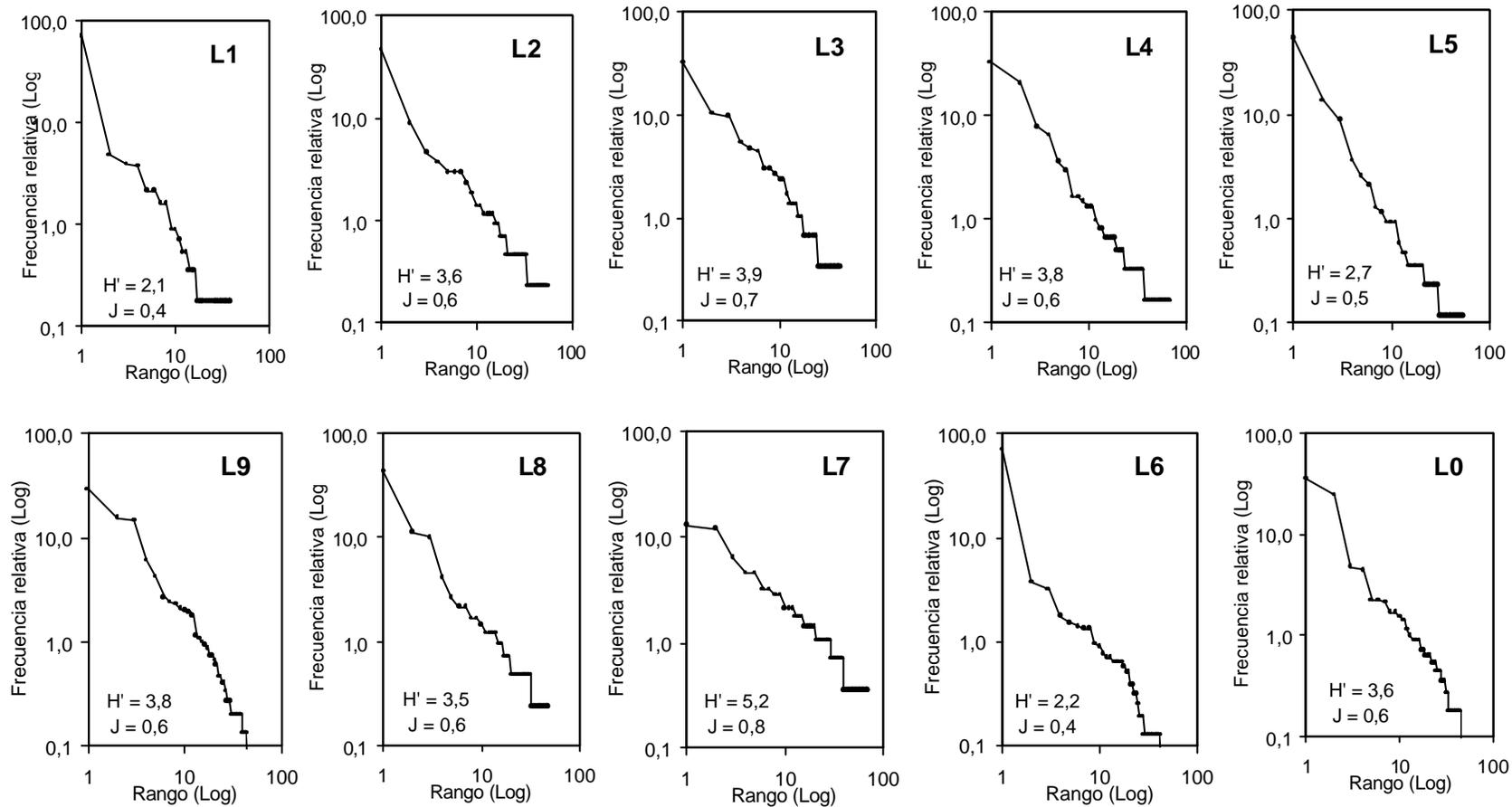
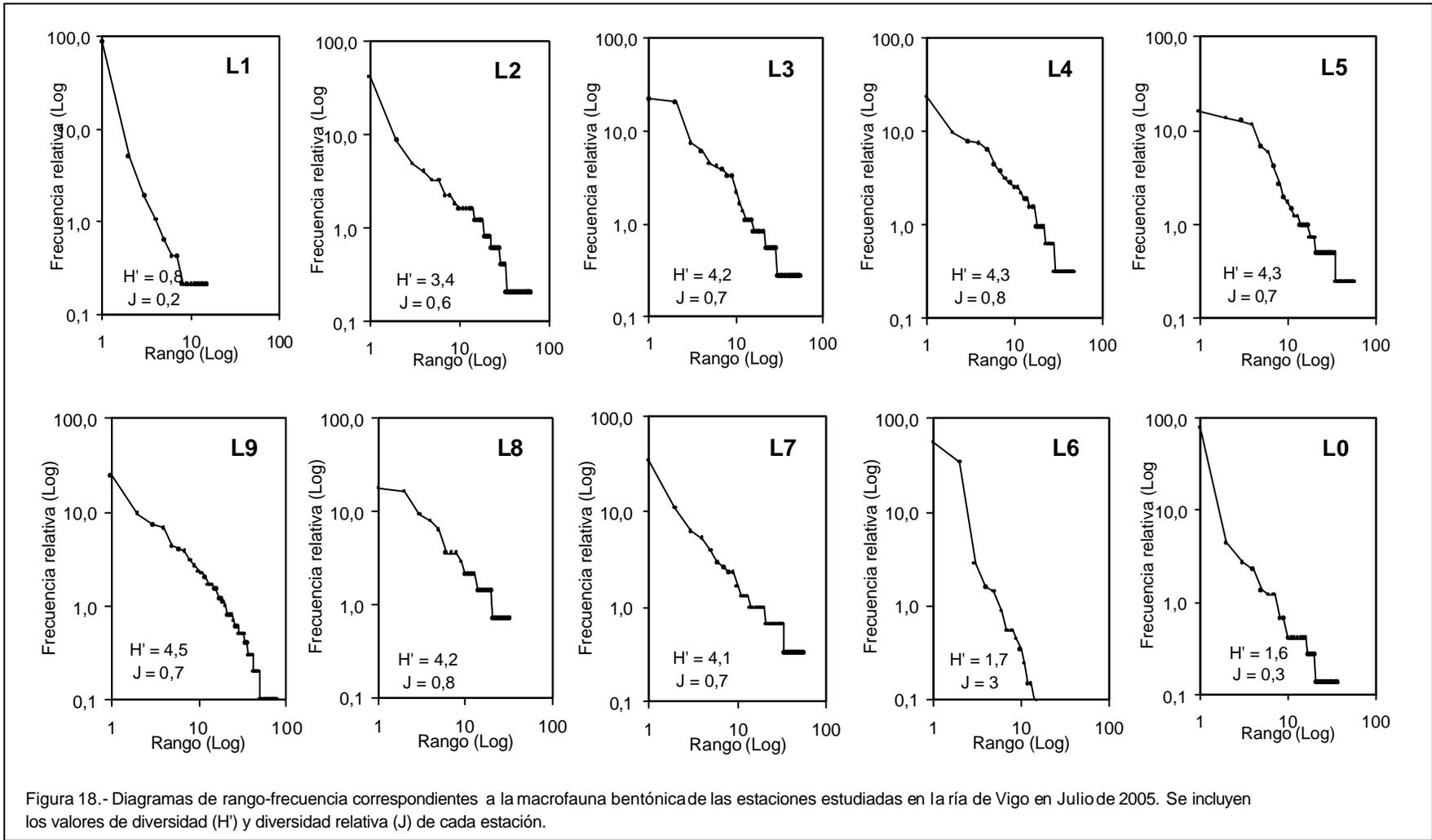
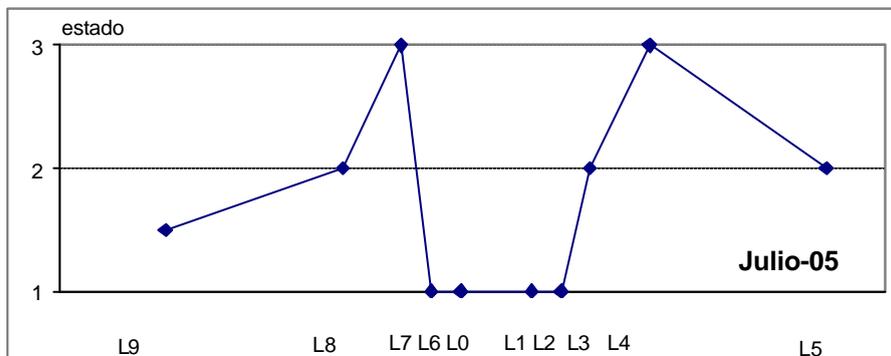
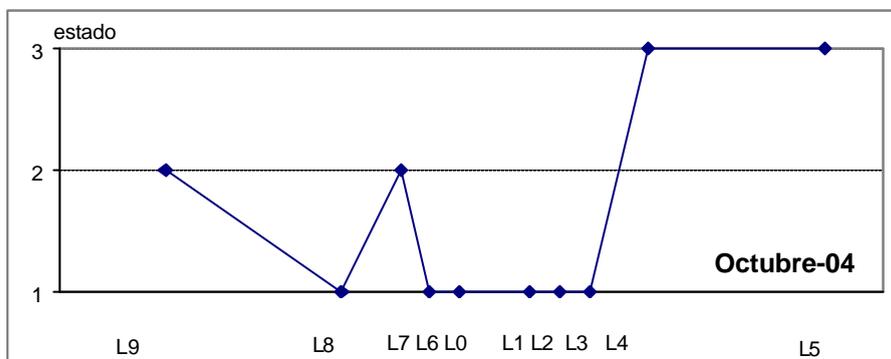
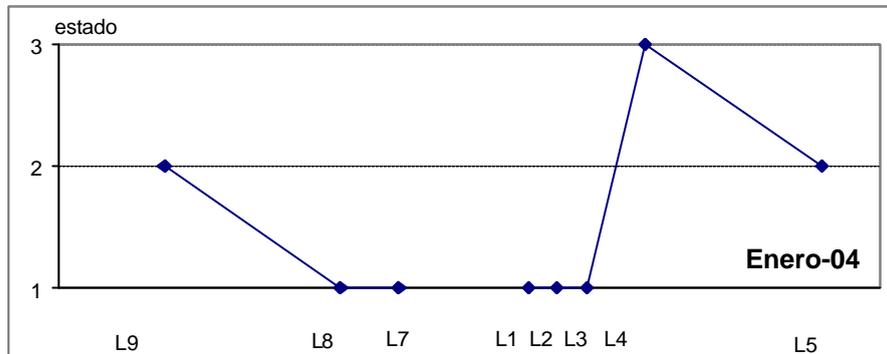


Figura 17.- Diagramas de rango-frecuencia correspondientes a la macrofauna bentónica de las estaciones estudiadas en la ría de Vigo en Octubre de 2004. Se incluyen los valores de diversidad (H') y diversidad relativa (J) de cada estación.





**Figura 19.-** Evolución del estado de sucesión derivado de los diagramas de rango-frecuencia de Frontier a lo largo de los transectos estudiados en torno a la instalación de la ría de Vigo.

**Tabla XVIII.-** Frecuencias relativas de las 25 primeras especies de cada estación en enero de 2004 en la instalación de la ría de Vigo.

(GT), Grupos tróficos: (DS), depositívoros de superficie, (DSS), depositívoros de subsuperficie, (S), suspensívoros, (C), carnívoros y (OT), otros. En el **anexo I** se muestra la totalidad de taxones encontrados.

Especie	GT	L1	Especie	GT	L2	Especie	GT	L3	Especie	GT	L4	Especie	GT	L5
CAPI CAP	DSS	29,8	NEMT IND	O	63,8	CHAT SP_	DS	42,1	MELI PAL	DS	20,8	MELI PAL	DS	16,1
CHAT SP_	DS	14,7	CHAT SP_	DS	6,1	AMPR GRU	DS	18,9	CHAT SP_	DS	15,6	POLD F-S	DS	14,0
NASS PYG	O	5,4	AUDO TEN	DS	3,4	ABRA ALB	DS	5,0	AMPR GRU	DS	7,5	AMPR GRU	DS	11,4
CIRR CIR	DS	5,0	AMPR GRU	DS	3,4	NEMT IND	O	4,5	PARA LYR	DSS	5,8	NEMT IND	O	7,8
PARA LYR	DSS	5,0	MELI PAL	DS	2,9	PARA LYR	DSS	4,5	SPIC COS	DS	5,2	ABRA ALB	DS	3,6
ABRA ALB	DS	3,1	OLIG IND	O	2,7	MELI PAL	DS	2,7	NEMT IND	O	4,0	THYA FLE	DS	3,6
NEMT IND	O	2,7	CAPI CAP	DSS	2,1	THYA FLE	DS	1,8	HETC ALA	DS	4,0	CLYM OER	DSS	3,6
AMPR GRU	DS	2,3	HYAA VIT	O	1,9	NOTM LAT	DSS	1,8	HETM FIL	DSS	3,5	PARA LYR	DSS	3,6
CLYM OER	DSS	2,3	SPIC COS	DS	1,7	SPIC COS	DS	1,8	NOTM LAT	DSS	3,5	HETM FIL	DSS	3,1
PARS CHE	DS	1,9	MEDI FRA	DSS	1,7	CLYM OER	DSS	1,6	CLYM OER	DSS	2,9	HYAA VIT	O	2,1
OLIG IND	O	1,9	THYA FLE	DS	1,5	SPIO DEC	DS	1,6	PRIO MAL	DS	2,9	NUCU TUR	DS	2,1
MELI PAL	DS	1,9	SPIO DEC	DS	1,1	OLIG IND	O	0,9	POLD F-S	DS	2,3	SPIC COS	DS	2,1
ARID JEF	DSS	1,6	ABRA ALB	DS	1,1	LUMB GRA	C	0,9	ABRA ALB	DS	1,7	MYTI GAL	S	1,6
HETC ALA	DS	1,6	NUCU TUR	DS	0,8	PRIO MAL	DS	0,9	HYAA VIT	O	1,7	THAR MAR	DS	1,6
PECR KOR	DSS	1,6	NOTM LAT	DSS	0,8	NUCU TUR	DS	0,7	MYSE BID	S	1,7	HETC ALA	DS	1,6
MEDI FRA	DSS	1,6	CLYM OER	DSS	0,8	NEMR IND	C	0,7	THYA FLE	DS	1,7	PLAT DUM	O	1,6
ARIC FOE	DSS	1,6	PARA LYR	DSS	0,6	THAR MAR	DS	0,7	NUCU TUR	DS	1,2	POLR PAL	DS	1,6
NEMR IND	C	1,2	ARID JEF	DSS	0,6	HETC BIO	DS	0,7	NEMR IND	C	1,2	COPE IND	O	1,0
COSS SOY	DSS	1,2	PRIO MAL	DS	0,4	GLYR CON	C	0,7	GLYR CON	C	1,2	EUDO TRU	DS	1,0
NERD IND	O	1,2	MYSE BID	S	0,4	ARIC FOE	DSS	0,7	PECR KOR	DSS	1,2	NEBA BIP	DS	1,0
SPIC COS	DS	1,2	NEPH INC	C	0,2	HYDB ULV	DS	0,5	MEDI FRA	DSS	1,2	CUCU NOR	DSS	1,0
IPHI TRI	DS	0,8	NEMR IND	C	0,2	TUBL POL	C	0,5	META PEC	DSS	0,6	NASS RET	O	1,0
MCPI ARC	C	0,8	NASS PYG	O	0,2	CAPI CAP	DSS	0,5	TANO GRA	DS	0,6	OLIG IND	O	1,0
CUCU NOR	DSS	0,8	MAGE ALL	DS	0,2	HETC CAP	DS	0,5	ABRA NIT	DS	0,6	CHAT SP_	DS	1,0
CREP FOR	C	0,8	IPHI TRI	DS	0,2	EULA SAN	C	0,5	GOLF ELO	DS	0,6	HARM FRA	C	1,0
NUCU TUR	DS	0,8	HETM FIL	DSS	0,2	HETM FIL	DSS	0,5	TUBL POL	C	0,6	LUMB GRA	C	1,0

Especie	GT	L7	Especie	GT	L8	Especie	GT	L9
NEMT IND	O	84,0	NEMT IND	O	47,7	AONI OXY	DS	17,5
ABRA ALB	DS	2,0	NEMR IND	C	11,3	NEMT IND	O	17,0
THYA FLE	DS	1,2	CHAT SP_	DS	8,3	OLIG IND	O	9,8
NOTM LAT	DSS	1,2	OLIG IND	O	5,0	APSE LAT	DS	5,0
AMPR GRU	DS	1,0	ABRA ALB	DS	4,0	CLYM OER	DSS	5,0
NUCU TUR	DS	0,8	AMPR GRU	DS	3,0	HETC BIO	DS	4,3
CLYM OER	DSS	0,8	PARA LYR	DSS	3,0	ABRA ALB	DS	4,2
PARA LYR	DSS	0,8	MELI PAL	DS	2,0	MEDI FRA	DSS	4,2
OLIG IND	O	0,7	NOTM LAT	DSS	2,0	APSE TAL	DS	2,5
MELI PAL	DS	0,7	HETC ALA	DS	1,7	NOTM LAT	DSS	2,5
MYSE BID	S	0,5	NUCU TUR	DS	1,0	MELI PAL	DS	2,3
CHAT SP_	DS	0,5	HETM FIL	DSS	1,0	SYLL COR	C	2,2
ARIC FOE	DSS	0,5	CIRR CIR	DS	0,7	GALA OCU	S	1,9
ABRA NIT	DS	0,3	GLYR CON	C	0,7	MYSE BID	S	1,8
CERB MAR	C	0,3	ARIC FOE	DSS	0,7	POEC SER	DS	1,8
NEMR IND	C	0,3	PRIO MAL	DS	0,7	HETM FIL	DSS	1,5
PRIO MAL	DS	0,3	SPIO DEC	DS	0,7	HETC ALA	DS	1,3
SPHS BUL	C	0,3	EURD PUL	O	0,3	CARD EXI	S	1,1
LEPO SAV	DS	0,2	IPHI TRI	DS	0,3	LUMB GRA	C	1,1
LEUT LIL	DS	0,2	OSTA IND	S	0,3	LORI LUC	DS	0,8
MACR ROS	O	0,2	PARS CHE	DS	0,3	PARA LYR	DSS	0,8
NEBA BIP	DS	0,2	HOLD IND	DSS	0,3	GAFR MIN	S	0,7
CALY CHI	S	0,2	NASS RET	O	0,3	TUBL POL	C	0,7
LORI LUC	DS	0,2	PHIL QUA	C	0,3	AMPR GRU	DS	0,7
TUBL POL	C	0,2	THYA FLE	DS	0,3	LEIO CLY	DSS	0,6
HETC ALA	DS	0,2	ANTZ IND	C	0,3	POLR PAL	DS	0,5

**Tabla XIX.-** Frecuencias relativas de las 25 primeras especies de cada estación en octubre de 2004 en la instalación de la ría de Vigo.

(GT), Grupos tróficos: (DS), depositívoros de superficie, (DSS), depositívoros de subsuperficie, (S), suspensívoros, (C), carnívoros y (OT), otros. En el **anexo I** se muestra la totalidad de taxones encontrados.

Especie	L1	Especie	GT	L2	Especie	GT	L3	Especie	GT	L4	Especie	GT	L5	
NEMT IND	O	71,2	NEMT IND	O	46,9	NEMT IND	O	32,5	NEMT IND	O	33,1	NEMT IND	O	55,0
AUDO TEN	DS	4,8	OLIG IND	O	9,0	AMPR GRU	DS	10,5	CHAT SP_	DS	20,7	AMPR GRU	DS	13,7
OLIG IND	O	3,9	CHAT SP_	DS	4,6	CHAT SP_	DS	9,8	PARA LYR	DSS	7,9	MELI PAL	DS	9,0
CAPI CAP	DSS	3,8	PARA LYR	DSS	3,7	PARA LYR	DSS	5,4	AMPR GRU	DS	6,6	PARA LYR	DSS	3,6
MYSE BID	S	2,1	AMPR GRU	DS	3,0	MELI PAL	DS	4,7	PRIO MAL	DS	3,6	CLYM OER	DSS	2,6
SCOP FUL	DS	2,1	CLYM OER	DSS	3,0	OLIG IND	O	4,4	MELI PAL	DS	3,0	CHAT SP_	DS	2,1
CUCU NOR	DSS	1,6	MELI PAL	DS	3,0	NOTM LAT	DSS	3,1	THYA FLE	DS	1,6	THYA FLE	DS	1,3
THAR MAR	DS	1,6	ABRA ALB	DS	2,3	SPIC COS	DS	3,1	SPIC COS	DS	1,6	PRIO MAL	DS	1,2
PARS CHE	DS	0,9	PRIO MAL	DS	1,8	ARID ROB	DSS	2,7	AUDO TEN	DS	1,5	COLO PUS	O	0,9
NEMR IND	C	0,9	THAR MAR	DS	1,4	ABRA ALB	DS	2,4	CLYM OER	DSS	1,3	META PEC	DSS	0,9
POLD PAU	DS	0,7	SPIC COS	DS	1,4	PRIO MAL	DS	2,4	NOTM LAT	DSS	1,3	OLIG IND	O	0,9
CAPR SP_	O	0,5	MYSE BID	S	1,1	AUDO TEN	DS	1,7	OLIG IND	O	1,0	OSTA IND	S	0,6
CALY CHI	S	0,5	ARID ROB	DSS	1,1	CLYM OER	DSS	1,4	GALA OCU	S	0,8	NUCU TUR	DS	0,5
MAER GRO	DS	0,4	HETM FIL	DSS	1,1	GALA OCU	S	1,4	MEDI FRA	DSS	0,8	SPIC COS	DS	0,5
RISS PAR	O	0,4	PLAT DUM	O	1,1	ARIC FOE	DSS	1,4	AORA TYP	O	0,7	ABRA ALB	DS	0,4
EULA SAN	C	0,4	NEMR IND	C	0,9	THYA FLE	DS	1,0	IPHI TEN	DS	0,7	NEMR IND	C	0,4
GAML FUC	DS	0,2	NOTM LAT	DSS	0,9	PECR KOR	DSS	1,0	THAR MAR	DS	0,7	PORI IND	S	0,4
IPHI TEN	DS	0,2	NUCU TUR	DS	0,7	LORI LUC	DS	0,7	ARID ROB	DSS	0,7	MEDI FRA	DSS	0,4
MACR ROS	O	0,2	AUDO TEN	DS	0,7	MYSE BID	S	0,7	SPIO DEC	DS	0,7	NOTM LAT	DSS	0,4
MICD ANO	DS	0,2	GALA OCU	S	0,7	TUBL POL	C	0,7	NASS PYG	O	0,5	PHOL INR	C	0,4
ABRA ALB	DS	0,2	APSE LAT	DS	0,5	THAR MAR	DS	0,7	HYAA VIT	O	0,5	POLD F-S	DS	0,4
MYTI GAL	S	0,2	CORO VOL	DS	0,5	HETC ALA	DS	0,7	GOLF ELO	DS	0,5	EUAL PUS	C	0,2
AMPR GRU	DS	0,2	IPHI TEN	DS	0,5	MEDI FRA	DSS	0,7	HETM FIL	DSS	0,5	HARP CRE	DSS	0,2
CHAT SP_	DS	0,2	MICD ANO	DS	0,5	SPIO DEC	DS	0,7	CAPR SP_	O	0,3	PISI LON	C	0,2
CIRR CIR	DS	0,2	HYAA VIT	O	0,5	CORO VOL	DS	0,3	CORO VOL	DS	0,3	RISS PAR	O	0,2

Especie	GT	L0	Especie	GT	L6	Especie	GT	L7	Especie	GT	L8	Especie	GT	L9
NEMT IND	O	36,0	NEMT IND	O	71,9	NEMT IND	O	13,2	NEMT IND	O	43,5	NEMT IND	O	29,0
CAPI CAP	DSS	24,5	MELI PAL	DS	3,8	CHAT SP_	DS	12,1	OLIG IND	O	11,3	AONI OXY	DS	15,7
MELI PAL	DS	4,7	CAPI CAP	DSS	3,2	PARA LYR	DSS	6,4	CHAT SP_	DS	10,1	OLIG IND	O	14,7
PARA LYR	DSS	4,5	APSE LAT	DS	1,8	AORA TYP	O	4,6	PARA LYR	DSS	4,1	HETC BIO	DS	6,1
MYSE BID	S	2,2	PARA LYR	DSS	1,5	NOTM LAT	DSS	4,6	MELI PAL	DS	2,6	APSE LAT	DS	4,3
CLYM OER	DSS	2,2	OLIG IND	O	1,4	OLIG IND	O	3,2	ABRA ALB	DS	2,2	APSE TAL	DS	2,7
NEBA BIP	DS	2,1	MYSE BID	S	1,3	CLYM OER	DSS	3,2	PRIO MAL	DS	2,2	SYLL COR	C	2,4
CHAT SP_	DS	1,7	CLYM OER	DSS	1,3	ABRA ALB	DS	2,8	HETC ALA	DS	1,7	MYSE BID	S	2,4
PRIO MAL	DS	1,7	NOTM LAT	DSS	1,0	MELI PAL	DS	2,8	AUDO TEN	DS	1,7	CLYM OER	DSS	2,1
AUDO TEN	DS	1,5	PRIO MAL	DS	0,9	GAML FUC	DS	2,1	TUBL POL	C	1,4	MEDI FRA	DSS	2,0
THYA FLE	DS	1,4	ABRA ALB	DS	0,8	THYA FLE	DS	2,1	AORA TYP	O	1,2	GAML FUC	DS	2,0
GAML FUC	DS	1,2	THYA FLE	DS	0,7	GOLF ELO	DS	2,1	IPHI TEN	DS	1,2	HETM FIL	DSS	1,8
AORA TYP	O	1,0	CHAT SP_	DS	0,7	CUCU NOR	DSS	1,8	THYA FLE	DS	1,2	PARA LYR	DSS	1,2
NEMR IND	C	0,9	MICD ANO	DS	0,6	MYSE BID	S	1,8	CAPI CAP	DSS	1,2	GALA OCU	S	1,1
PHYD GRO	C	0,9	PHYD GRO	C	0,6	NUCU TUR	DS	1,8	CORO VOL	DS	1,0	ABRA ALB	DS	1,0
HETC ALA	DS	0,9	OPHD FLE	C	0,6	RISS PAR	O	1,4	MICD ANO	DS	1,0	NOTM LAT	DSS	0,9
ABRA ALB	DS	0,7	POLD PAU	DS	0,6	AMPR GRU	DS	1,4	AMPR GRU	DS	0,7	POLR PAL	DS	0,9
OLIG IND	O	0,7	PARS CHE	DS	0,6	CIRR CIR	DS	1,4	COSS SOY	DSS	0,7	POEC SER	DS	0,7
AMPR GRU	DS	0,6	HETC ALA	DS	0,5	AUDO TEN	DS	1,4	NOTM LAT	DSS	0,7	PRIO MAL	DS	0,7
NOTM LAT	DSS	0,6	AUDO TEN	DS	0,5	SPIC COS	DS	1,4	CALY CHI	S	0,5	GOLF ELO	DS	0,7
SPIC COS	DS	0,6	AMPR GRU	DS	0,4	EUAL PUS	C	1,1	MYSE BID	S	0,5	AORA TYP	O	0,6
APSE LAT	DS	0,5	GALA OCU	S	0,4	HIPL LON	O	1,1	NUCU TUR	DS	0,5	CARD EXI	S	0,5
MICD ANO	DS	0,5	NEMR IND	C	0,3	MAER GRO	DS	1,1	CARD EXI	S	0,5	EXO GHEB	C	0,5
MEDI FRA	DSS	0,5	MEDI FRA	DSS	0,3	PISI LON	C	1,1	NEMR IND	C	0,5	HETC ALA	DS	0,4
PARS CHE	DS	0,4	RISS PAR	O	0,3	ABRA NIT	DS	1,1	HETC BIO	DS	0,5	NEMA UNI	C	0,4

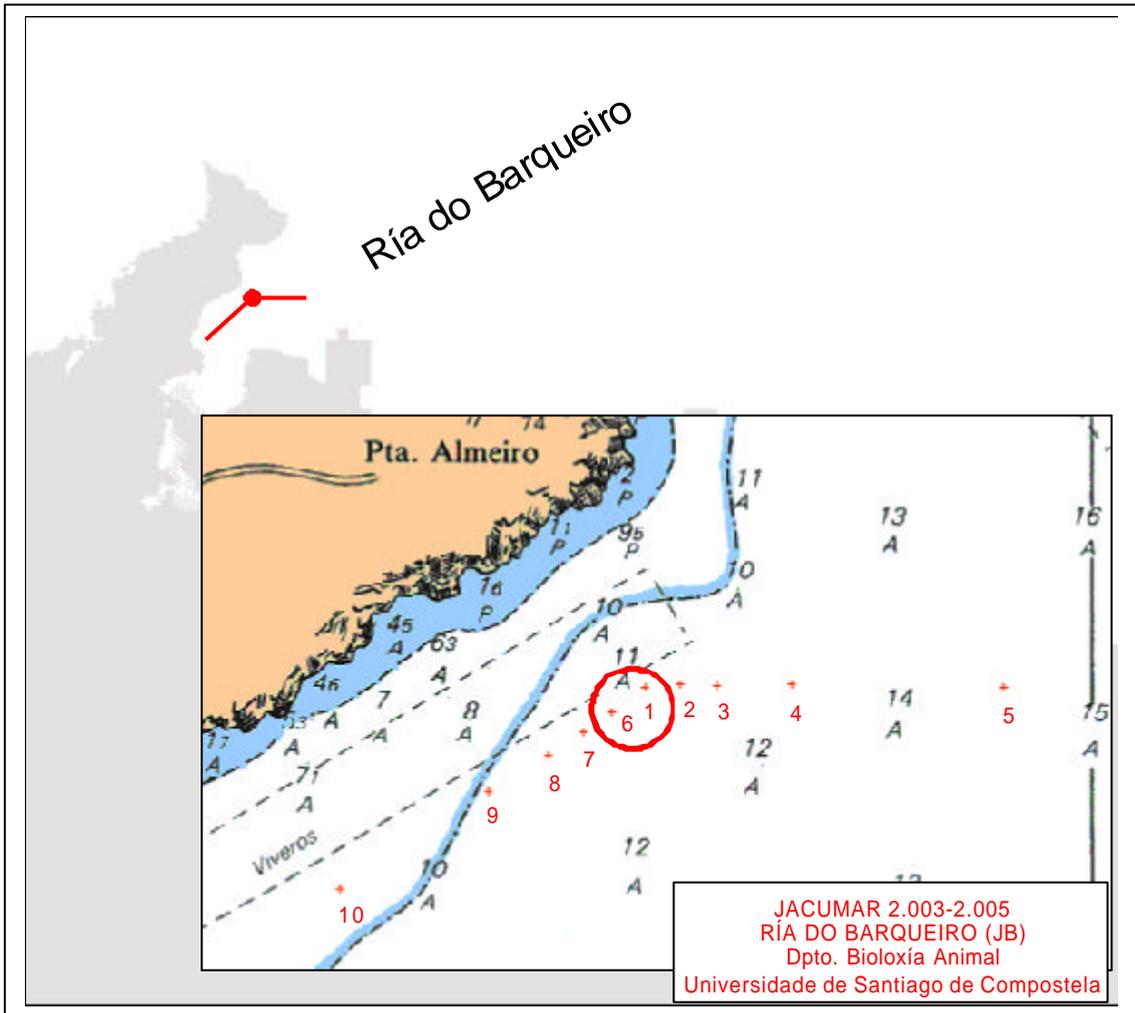
**Tabla XX.-** Frecuencias relativas de las 25 primeras especies de cada estación en julio de 2005 en la instalación de la ría de Vigo.

(GT), Grupos tróficos: (DS), depositívoros de superficie, (DSS), depositívoros de subsuperficie, (S), suspensívoros, (C), carnívoros y (OT), otros. En el **anexo I** se muestra la totalidad de taxones encontrados.

Especie	L1	Especie	GT	L2	Especie	GT	L3	Especie	GT	L4	Especie	GT	L5	
NEMT IND	O	88,8	NEMT IND	O	41,7	OLIG IND	O	22,0	NEMT IND	O	23,9	PARA LYR	DSS	15,9
OLIG IND	O	5,1	OLIG IND	O	8,7	NEMT IND	O	20,4	MELI PAL	DS	9,7	MELI PAL	DS	13,7
CAPI CAP	DSS	1,9	MYSE BID	S	4,8	CHAT SP_	DS	7,4	CHAT SP_	DS	7,9	NEMT IND	O	12,7
AUDO TEN	DS	1,1	THAR MAR	DS	4,0	AUDO TEN	DS	6,1	PARA LYR	DSS	7,5	AMPR GRU	DS	11,8
NEPH INC	C	0,6	MAER GRO	DS	3,2	MELI PAL	DS	4,4	OLIG IND	O	6,3	CHAT SP_	DS	6,9
SCOP FUL	DS	0,4	MELI PAL	DS	3,2	PARA LYR	DSS	4,1	AUDO TEN	DS	4,4	THYA FLE	DS	5,9
POLD PAU	DS	0,4	AORA TYP	O	2,2	MEDI FRA	DSS	3,9	AMPR GRU	DS	3,8	CLYMOER	DSS	4,2
MICD ANO	DS	0,2	NEMR IND	C	2,2	AMPR GRU	DS	3,3	NOTM LAT	DSS	3,1	SPIC COS	DS	2,7
ABRA ALB	DS	0,2	CAPR LIN	O	1,8	PRIO MAL	DS	3,3	THYA FLE	DS	2,8	META PEC	DSS	2,0
NASS PYG	O	0,2	GAML FUC	DS	1,6	CAPR LIN	O	2,2	GALA OCU	S	2,5	AMPE TYP	DS	1,7
NASS RET	O	0,2	ARID ROB	DSS	1,6	SPHS HYS	C	1,7	MONT DOR	DS	2,5	MONT DOR	DS	1,5
LORI LUC	DS	0,2	MEDI FRA	DSS	1,6	THAR MAR	DS	1,4	CLYMOER	DSS	2,2	ABRA ALB	DS	1,2
THAR MAR	DS	0,2	NOTM LAT	DSS	1,6	CUCU NOR	DSS	1,1	NUCU TUR	DS	1,9	CALY CHI	S	1,2
EXOG GEM	C	0,2	PARA LYR	DSS	1,6	ABRA ALB	DS	1,1	MEDI FRA	DSS	1,9	OSTA IND	S	1,0
STAU KEF	C	0,2	THYA FLE	DS	1,2	NOTM LAT	DSS	1,1	ABRA NIT	DS	1,6	HETC ALA	DS	1,0
			GOLF ELO	DS	1,2	AMPE TYP	DS	0,8	MAGE ALL	DS	1,6	GALA OCU	S	1,0
			AUDO TEN	DS	1,2	NASS RET	O	0,8	PRIO MAL	DS	1,6	PRIO MAL	DS	1,0
			CLYM OER	DSS	1,2	NUCU TUR	DS	0,8	OSTA IND	S	0,9	CARD ECH	DS	0,7
			TUBL POL	C	0,8	NEMR IND	C	0,8	HYAA VIT	O	0,9	NASS RET	O	0,7
			CHAT SP_	DS	0,8	ARID ROB	DSS	0,8	MYSE BID	S	0,9	AUDO TEN	DS	0,7
			GALA OCU	S	0,8	POLD PAU	DS	0,8	TUBL POL	C	0,9	COLO PUS	O	0,5
			PLAT DUM	O	0,8	THOR CAR	C	0,6	SPHS HYS	C	0,9	TANO GRA	DS	0,5
			PROC PAR	C	0,6	THYA FLE	DS	0,6	AMPE TYP	DS	0,6	OPHI IND	DSS	0,5
			LORI LUC	DS	0,6	CAPI CAP	DSS	0,6	APSE LAT	DS	0,6	MYSE BID	S	0,5
			LUMB LAT	C	0,6	GALA OCU	S	0,6	ABRA ALB	DS	0,6	OLIG IND	O	0,5
			MONT DOR	DS	0,6	HETM FIL	DSS	0,6	ARID ROB	DSS	0,6	PORI IND	S	0,5

Especie	GT	L0	Especie	GT	L6	Especie	GT	L7	Especie	GT	L8	Especie	GT	L9
NEMT IND	O	79,3	NEMT IND	O	55,6	NEMT IND	O	35,0	NEMT IND	O	18,0	NEMT IND	O	24,6
APSE LAT	DS	4,4	APSE LAT	DS	34,2	MYSE BID	S	11,1	CHAT SP_	DS	16,5	AONI OXY	DS	9,7
CAPI CAP	DSS	2,7	CAPI CAP	DSS	2,8	OLIG IND	O	6,2	PARA LYR	DSS	9,4	OLIG IND	O	7,4
AUDO TEN	DS	2,3	PARA LYR	DSS	1,6	AUDO TEN	DS	5,2	NOTM LAT	DSS	7,9	APSE LAT	DS	6,9
OLIG IND	O	1,3	NEMR IND	C	1,4	MEDI FRA	DSS	3,9	AUDO TEN	DS	6,5	GALA OCU	S	4,3
THAR MAR	DS	1,2	OLIG IND	O	0,9	GOLF ELO	DS	2,9	CLYM OER	DSS	3,6	MEDI FRA	DSS	4,0
PARA LYR	DSS	1,2	HYAA VIT	O	0,5	NOTM LAT	DSS	2,6	MELI PAL	DS	3,6	CLYM OER	DSS	3,8
PARS CHE	DS	0,7	STAU KEF	C	0,5	MICD ANO	DS	2,3	PRIO MAL	DS	3,6	NOTM LAT	DSS	3,1
LUMB LAT	C	0,7	MYSE BID	S	0,4	CHAT SP_	DS	2,3	NEMR IND	C	2,9	SYLL COR	C	2,7
MYSE BID	S	0,4	CLYM OER	DSS	0,3	ABRA NIT	DS	1,6	THYA FLE	DS	2,2	TANO GRA	DS	2,3
NEMR IND	C	0,4	AUDO TEN	DS	0,2	CAPR LIN	O	1,3	OLIG IND	O	2,2	POLR PAL	DS	2,2
MELI PAL	DS	0,4	ABRA ALB	DS	0,1	THYA FLE	DS	1,3	TUBL POL	C	2,2	HETC BIO	DS	2,0
NERE CAU	C	0,4	PRIO MAL	DS	0,1	PARA LYR	DSS	1,3	MEDI FRA	DSS	2,2	APSE TAL	DS	1,7
NOTM LAT	DSS	0,4	GAML FUC	DS	0,1	GAML FUC	DS	1,0	ABRA ALB	DS	1,4	MYSE BID	S	1,7
PLAT DUM	O	0,4	MELI PAL	DS	0,1	NASS RET	O	1,0	CARD ECH	DS	1,4	EXOG HEB	C	1,5
STAU KEF	C	0,4	AORA TYP	O	0,0	NEMR IND	C	1,0	CALY CHI	S	1,4	SYLL GRA	C	1,5
CAPR LIN	O	0,3	HARP ANT	DSS	0,0	EULA SAN	C	1,0	NASS RET	O	1,4	AMPR GRU	DS	1,2
HETC ALA	DS	0,3	PARS CHE	DS	0,0	LUMB GRA	C	1,0	LUMB GRA	C	1,4	HETM FIL	DSS	1,2
CLYM OER	DSS	0,3	CUCU NOR	DSS	0,0	MELI PAL	DS	1,0	PILA VER	O	1,4	POEC SER	DS	1,1
POLD PAU	DS	0,3	CALY CHI	S	0,0	PHOL INR	C	1,0	POLD PAU	DS	1,4	LUMB LAT	C	1,0
AORA TYP	O	0,1	NASS PYG	O	0,0	MELT GLA	O	0,7	CAPR LIN	O	0,7	GOLF ELO	DS	0,8
MAER GRO	DS	0,1	AMPR GRU	DS	0,0	ABRA ALB	DS	0,7	LORI LUC	DS	0,7	LUMB GRA	C	0,8
CUCU NOR	DSS	0,1	CHAT SP_	DS	0,0	NUCU TUR	DS	0,7	AMPR GRU	DS	0,7	PARA LYR	DSS	0,8
ABRA ALB	DS	0,1	GLYR ROU	C	0,0	ACTN IND	C	0,7	PHYD GRO	C	0,7	POLD PAU	DS	0,8
CALY CHI	S	0,1	HETM FIL	DSS	0,0	CLYM OER	DSS	0,7	THAR MAR	DS	0,7	PLAT DUM	O	0,7
HYAA VIT	O	0,1	SCOP FUL	DS	0,0	HARM IMP	C	0,7	PECR KOR	DSS	0,7	ABRA ALB	DS	0,6

**RÍA DO BARQUEIRO**



**Mapa 2.-** Estaciones de muestreo en la ría de O Barqueiro.

**Tabla XXI-** Granulometría de las capas de sedimento estudiadas en cada una de las estaciones muestreadas en Mayo de 2.003 en la instalación de la ría de O Barqueiro.

GR, Contenido (%) en gravas; AMG, arenas muy gruesas; AG, arenas gruesas; AM, arenas medias; AF, arenas finas; AMF, arenas muy finas; PEL, pelitas; ARN, arenas totales; MD, Moda; MN, mediana; Q3, tercer cuartil; Q1, primer cuartil y So, coeficiente de selección.

	GR	AMG	AG	AM	AF	AMF	PEL	ARN	MD	MN	Q3	Q1	So
	<-1 phi	-1 - 0 phi	0 - 1 phi	1 - 2 phi	2 - 3 phi	3 - 4 phi	4-> phi			(mm)	(mm)	(mm)	
JB1-0/2	0,7	1,1	6,1	32,3	41,8	17,4	0,6	98,7	AF	0,4	0,3	0,7	1,6
JB1-2/4	1,2	1,4	8,4	33,4	40,0	14,9	0,7	98,1	AF	0,5	0,3	0,8	1,6
JB1-4/6	1,1	1,8	8,0	35,4	40,0	13,1	0,6	98,3	AF	0,5	0,3	0,8	1,6
JB1-6/F	2,4	2,4	10,5	37,4	37,3	9,6	0,4	97,2	AM	0,5	0,4	0,9	1,6
JB2-0/2	0,4	0,6	8,6	29,2	39,3	21,2	0,7	98,9	AF	0,4	0,3	0,7	1,7
JB2-2/4	0,2	0,6	9,3	27,3	40,0	22,0	0,7	99,1	AF	0,4	0,3	0,7	1,7
JB2-4/6	0,2	0,6	8,8	28,5	38,6	22,6	0,6	99,2	AF	0,4	0,3	0,7	1,7
JB2-6/F	2,4	2,4	10,5	37,4	37,3	9,6	0,4	97,2	AM	0,5	0,4	0,9	1,6
JB3-0/2	0,2	0,5	22,1	59,8	11,3	5,1	0,9	98,9	AM	0,8	0,6	1,0	1,4
JB3-2/4	0,1	0,6	18,9	60,5	12,5	6,9	0,5	99,4	AM	0,7	0,5	1,0	1,3
JB3-4/6	0,2	0,5	15,3	56,0	16,2	10,9	0,9	98,9	AM	0,7	0,5	0,9	1,4
JB3-6/F	0,8	0,8	17,4	54,9	15,6	9,8	0,6	98,6	AM	0,7	0,5	0,9	1,4
JB4-0/2	0,1	3,8	54,1	31,1	7,1	3,1	0,6	99,3	AG	1,1	0,7	1,6	1,5
JB4-2/4	0,1	2,5	49,0	34,7	9,2	3,8	0,6	99,3	AG	1,0	0,7	1,5	1,5
JB4-4/6	0,2	2,9	48,4	32,3	10,2	5,5	0,5	99,3	AG	1,0	0,6	1,5	1,6
JB4-6/F	0,3	2,0	34,3	35,9	15,9	10,8	0,7	99,0	AM	0,8	0,5	1,3	1,7
JB5-0/2	0,0	0,3	4,6	7,7	17,6	60,2	9,6	90,4	AMF	0,2	0,2	0,3	1,4
JB5-2/4	0,0	0,7	16,4	21,5	13,5	40,9	6,9	93,1	AMF	0,3	0,2	0,8	2,1
JB5-4/6	0,0	0,9	26,7	34,9	9,7	22,9	4,9	95,1	AM	0,7	0,2	1,1	2,2
JB5-6/F	0,0	1,2	17,7	24,5	15,6	36,1	4,8	95,2	AMF	0,4	0,2	0,9	2,1
JB6-0/2	0,3	0,4	2,9	10,6	51,0	33,8	1,0	98,7	AF	0,3	0,2	0,4	1,4
JB6-2/4	0,2	0,5	3,2	10,5	49,3	35,1	1,2	98,6	AF	0,3	0,2	0,4	1,5
JB6-4/6	1,5	1,4	4,3	11,0	46,0	34,1	1,6	96,9	AF	0,3	0,2	0,5	1,5
JB6-6/F	9,9	2,9	5,6	12,3	41,7	26,7	0,9	89,2	AF	0,4	0,2	0,7	1,8
JB7-0/2	4,1	1,1	4,2	43,8	40,9	5,9	0,0	95,9	AM	0,5	0,4	0,8	1,5
JB7-2/4	1,3	1,5	5,0	46,2	40,3	5,7	0,0	98,7	AM	0,5	0,4	0,8	1,5
JB7-4/6	0,7	1,1	4,0	42,4	43,3	8,0	0,4	98,9	AF	0,5	0,3	0,8	1,5
JB7-6/F	3,4	1,2	3,8	38,7	43,5	8,9	0,5	96,1	AF	0,5	0,3	0,8	1,5
JB8-0/2	0,4	2,0	6,7	45,6	38,9	6,4	0,0	99,6	AM	0,6	0,4	0,8	1,5
JB8-2/4	3,8	2,0	5,2	42,3	38,8	7,4	0,5	95,7	AM	0,5	0,4	0,8	1,5
JB8-4/6	0,8	2,5	6,8	43,7	38,7	7,0	0,4	98,8	AM	0,5	0,4	0,8	1,5
JB8-6/F	1,1	3,4	7,9	41,5	38,6	7,3	0,2	98,7	AM	0,5	0,4	0,8	1,5

**Tabla XXII.-** Granulometría de las capas de sedimento estudiadas en cada una de las estaciones muestreadas en Mayo de 2.004 en la instalación de la ría de O Barqueiro.

GR, Contenido (%) en gravas; AMG, arenas muy gruesas; AG, arenas gruesas; AM, arenas medias; AF, arenas finas; AMF, arenas muy finas; PEL, pelitas; ARN, arenas totales; MD, Moda; MN, mediana; Q3, tercer cuartil; Q1, primer cuartil y So, coeficiente de selección.

	GR	AMG	AG	AM	AF	AMF	PEL	ARN	MD	MN	Q3	Q1	So
	<-1 phi	-1 - 0 phi	0 - 1 phi	1 - 2 phi	2 - 3 phi	3 - 4 phi	4-> phi			(mm)	(mm)	(mm)	
JB1-0/2	0,3	0,6	6,0	25,2	44,4	22,9	0,6	99,1	AF	0,2	0,1	0,3	1,6
JB1-2/4	0,4	1,0	7,9	33,1	40,6	16,6	0,4	99,2	AF	0,2	0,1	0,4	1,6
JB1-4/6	1,1	1,0	7,8	32,8	40,4	16,5	0,4	98,5	AF	0,2	0,2	0,4	1,6
JB1-6/F	9,5	1,2	6,8	31,4	35,2	15,3	0,5	90,0	AF	0,2	0,2	0,4	1,7
JB2-0/2	0,5	0,5	11,2	45,2	31,6	10,7	0,2	99,3	AM	0,3	0,2	0,4	1,5
JB2-2/4	0,7	0,8	9,6	41,9	34,5	12,1	0,3	99,0	AM	0,3	0,2	0,4	1,6
JB2-4/6	0,2	1,4	9,6	40,8	37,6	10,4	0,0	99,8	AM	0,3	0,2	0,4	1,5
JB2-6/F	0,6	2,3	11,7	46,6	27,7	10,8	0,3	99,1	AM	0,3	0,2	0,4	1,5
JB3-0/2	0,4	0,8	18,2	60,0	19,9	0,7	0,0	99,6	AM	0,4	0,3	0,5	1,3
JB3-2/4	0,4	0,9	17,8	56,0	14,4	9,7	0,7	98,9	AM	0,4	0,3	0,5	1,4
JB3-4/6	0,5	0,8	18,2	53,6	15,3	10,7	0,9	98,6	AM	0,4	0,2	0,5	1,4
JB3-6/F	1,3	0,8	18,4	51,4	15,7	11,2	1,2	97,5	AM	0,4	0,2	0,5	1,4
JB4-0/2	0,2	2,7	41,6	43,9	6,8	4,0	0,7	99,1	AM	0,5	0,3	0,7	1,5
JB4-2/4	0,1	2,9	44,2	41,9	6,7	3,7	0,5	99,4	AG	0,5	0,3	0,8	1,5
JB4-4/6	0,1	2,6	40,7	43,3	8,2	4,5	0,6	99,3	AM	0,5	0,3	0,7	1,5
JB4-6/F	0,3	2,9	34,6	44,2	10,5	7,0	0,5	99,2	AM	0,4	0,3	0,7	1,5
JB5-0/2	0,0	0,5	5,1	8,4	18,3	59,0	8,6	91,4	AMF	0,1	0,1	0,2	1,5
JB5-2/4	0,0	0,5	5,1	8,4	18,3	59,0	8,6	91,4	AMF	0,1	0,1	0,2	1,5
JB5-4/6	0,2	1,0	8,0	10,4	17,3	51,3	11,8	88,0	AMF	0,1	0,1	0,2	1,6
JB5-6/F	0,2	1,4	13,9	16,3	17,6	42,2	8,3	91,5	AMF	0,1	0,1	0,4	2,0
JB6-0/2	0,5	1,2	4,5	15,4	48,2	29,6	0,6	98,9	AF	0,2	0,1	0,2	1,5
JB6-2/4	0,5	1,3	6,2	16,9	45,0	29,4	0,6	98,9	AF	0,2	0,1	0,2	1,5
JB6-4/6	0,5	1,5	5,8	15,2	45,9	30,4	0,6	98,9	AF	0,2	0,1	0,2	1,5
JB6-6/F	0,6	1,2	3,8	11,0	46,9	35,7	0,7	98,7	AF	0,2	0,1	0,2	1,5
JB7-0/2	16,2	33,8	18,3	19,6	8,8	2,8	0,5	83,3	AMG	1,0	0,4	1,7	2,0
JB7-2/4	9,7	28,7	19,8	25,2	13,1	3,5	0,0	90,3	AMG	0,7	0,3	1,5	2,1
JB7-4/6	19,9	27,8	17,1	22,3	10,4	2,2	0,3	79,8	AMG	0,9	0,4	1,8	2,2
JB7-6/F	23,9	23,7	15,1	22,3	11,5	3,0	0,3	75,8	GR	0,9	0,4	2,0	2,3
JB8-0/2	0,5	1,7	10,1	42,5	37,3	7,4	0,4	99,1	AM	0,3	0,2	0,4	1,5
JB8-2/4	2,0	2,7	9,4	42,8	36,4	6,4	0,2	97,8	AM	0,3	0,2	0,4	1,5
JB8-4/6	2,6	4,0	10,7	46,6	31,1	4,7	0,2	97,2	AM	0,3	0,2	0,5	1,5
JB8-6/F	8,3	3,9	9,2	43,7	29,8	4,7	0,3	91,4	AM	0,7	0,2	0,5	1,5
JB9-0/2	0,7	1,7	7,3	34,8	46,9	8,5	0,3	99,3	AF	0,2	0,2	0,4	1,5
JB9-2/4	0,9	1,7	4,9	33,7	47,1	10,9	0,4	98,4	AF	0,2	0,2	0,4	1,5
JB9-4/6	1,1	2,1	5,2	33,0	46,6	11,6	0,5	98,6	AF	0,2	0,2	0,4	1,5
JB9-6/F	3,1	2,7	5,1	33,3	43,4	11,8	0,4	96,4	AF	0,2	0,2	0,4	1,6
JB10-0/2	0,5	2,3	7,1	29,0	48,2	12,8	0,4	99,4	AF	0,2	0,2	0,4	1,5
JB10-2/4	1,2	6,7	14,5	31,2	33,5	12,0	0,5	98,0	AF	0,3	0,2	0,5	1,7
JB10-4/6	3,7	7,7	14,0	32,2	31,4	10,3	0,5	95,7	AM	0,3	0,2	0,5	1,7
JB10-6/F	6,1	10,3	17,2	35,6	24,0	6,3	0,5	93,5	AM	0,4	0,2	0,8	1,8

**Tabla XXIII.-** Granulometría de las capas de sedimento estudiadas en cada una de las estaciones muestreadas en Noviembre de 2.004 en la instalación de la ría de O Barqueiro.

GR, Contenido (%) en gravas; AMG, arenas muy gruesas; AG, arenas gruesas; AM, arenas medias; AF, arenas finas; AMF, arenas muy finas; PEL, pelitas; ARN, arenas totales; MD, Moda; MN, mediana; Q3, tercer cuartil; Q1, primer cuartil y So, coeficiente de selección.

	GR	AMG	AG	AM	AF	AMF	PEL	ARN	MD	MN	Q3	Q1	So
	<-1 phi	-1 - 0 phi	0 - 1 phi	1 - 2 phi	2 - 3 phi	3 - 4 phi	4-> phi			(mm)	(mm)	(mm)	
JB1-0/2	2,5	1,4	8,1	36,6	37,1	13,7	0,5	97,0	AF	0,2	0,2	0,4	1,6
JB1-2/4	3,3	1,6	8,4	36,3	35,9	13,9	0,5	96,2	AM	0,2	0,2	0,4	1,6
JB1-4/6	4,4	1,4	7,4	34,8	36,5	14,8	0,6	95,0	AF	0,2	0,2	0,4	1,6
JB1-6/F	7,0	1,2	7,9	34,5	35,4	13,4	0,6	92,4	AF	0,3	0,2	0,4	1,6
JB2-0/2	2,8	1,4	12,5	46,7	25,7	10,4	0,5	96,7	AM	0,3	0,2	0,5	1,5
JB2-2/4	1,9	1,5	13,6	46,4	26,5	9,7	0,4	97,7	AM	0,3	0,2	0,5	1,5
JB2-4/6	1,4	1,1	10,6	43,0	29,9	13,3	0,7	97,9	AM	0,3	0,2	0,4	1,6
JB2-6/F	4,0	1,5	9,0	35,6	31,2	17,6	1,0	95,0	AM	0,3	0,2	0,4	1,7
JB3-0/2	0,1	0,6	19,1	65,9	10,2	3,9	0,2	99,7	AM	0,4	0,3	0,5	1,3
JB3-2/4	0,4	0,6	20,5	63,2	10,5	4,5	0,3	99,3	AM	0,4	0,3	0,5	1,3
JB3-4/6	0,0	0,8	18,2	60,8	12,8	6,8	0,5	99,5	AM	0,4	0,3	0,5	1,3
JB3-6/F	0,5	0,5	14,3	53,9	17,0	12,7	1,1	98,4	AM	0,3	0,4	0,5	1,0
JB4-0/2	0,3	1,1	24,8	59,0	7,9	6,5	0,4	99,4	AM	0,4	0,3	0,5	1,3
JB4-2/4	0,4	1,1	23,7	59,9	8,0	6,5	0,4	99,3	AM	0,4	0,3	0,5	1,3
JB4-4/6	1,6	1,3	22,2	60,3	8,9	5,4	0,5	98,1	AM	0,4	0,3	0,5	1,3
JB4-6/F	0,5	1,1	19,4	53,1	12,6	12,3	1,4	98,5	AM	0,4	0,2	0,5	1,4
JB5-0/2	0,0	0,7	7,0	9,2	15,4	56,6	11,1	88,9	AMF	0,1	0,1	0,2	1,5
JB5-2/4	0,0	0,9	8,2	11,0	17,2	52,5	10,2	89,8	AMF	0,1	0,1	0,2	1,6
JB5-4/6	1,0	0,7	6,8	10,1	16,1	54,2	11,1	87,9	AMF	0,1	0,1	0,2	1,6
JB5-6/F	0,0	1,1	7,2	9,1	13,6	54,2	14,8	85,2	AMF	0,1	0,1	0,2	1,6
JB6-0/2	0,4	1,6	6,6	28,0	47,1	15,8	0,5	99,1	AF	0,2	0,1	0,4	1,5
JB6-2/4	1,3	2,0	7,1	28,8	45,0	15,2	0,5	98,2	AF	0,2	0,2	0,4	1,6
JB6-4/6	1,0	2,6	8,0	29,6	44,6	13,9	0,3	98,7	AF	0,2	0,2	0,4	1,6
JB6-6/F	3,8	3,1	6,4	25,7	42,9	17,6	0,5	95,7	AF	0,2	0,1	0,4	1,6
JB7-0/2	13,9	36,6	17,0	18,0	8,7	4,4	1,4	84,7	AMG	1,0	0,4	1,7	2,1
JB7-2/4	20,6	42,3	17,4	12,1	4,5	2,0	1,0	78,3	AMG	1,3	0,7	1,9	1,7
JB7-4/6	15,9	41,9	17,4	15,2	6,1	2,3	1,1	83,0	AMG	1,2	0,5	1,8	1,9
JB7-6/F	18,3	42,2	17,3	15,4	4,8	1,2	0,6	81,0	GR	1,3	0,6	1,8	1,8
JB8-0/2	0,9	2,5	6,0	41,2	39,7	9,2	0,4	98,7	AM	0,3	0,2	0,4	1,5
JB8-2/4	4,6	4,9	5,9	37,5	37,6	8,9	0,5	94,9	AF	0,5	0,2	0,4	1,6
JB8-4/6	1,8	3,3	5,5	36,1	42,1	10,9	0,3	97,9	AF	0,2	0,2	0,4	1,6
JB8-6/F	1,9	2,9	4,9	34,2	42,5	13,0	0,6	97,5	AF	0,2	0,2	0,4	1,6
JB9-0/2	0,5	1,5	4,5	35,7	46,3	10,8	0,5	98,9	AF	0,2	0,2	0,4	1,5
JB9-2/4	1,3	2,3	4,9	32,7	45,2	13,0	0,5	98,1	AF	0,2	0,2	0,4	1,5
JB9-4/6	1,0	2,4	5,3	34,6	43,7	12,3	0,4	98,3	AF	0,2	0,2	0,4	1,5
JB9-6/F	0,9	1,9	3,8	27,6	46,6	18,5	0,8	98,4	AF	0,2	0,1	0,3	1,5
JB10-0/2	0,5	3,9	11,1	30,6	40,7	12,5	0,4	98,9	AF	0,2	0,2	0,4	1,6
JB10-2/4	1,9	5,7	10,4	30,3	39,3	12,1	0,5	97,8	AF	0,2	0,2	0,4	1,6
JB10-4/6	3,4	8,4	11,0	28,4	37,1	11,2	0,4	96,1	AF	0,3	0,2	0,5	1,7
JB10-6/F	6,3	8,7	11,7	31,1	32,6	9,4	0,4	93,4	AF	0,3	0,2	0,6	1,8

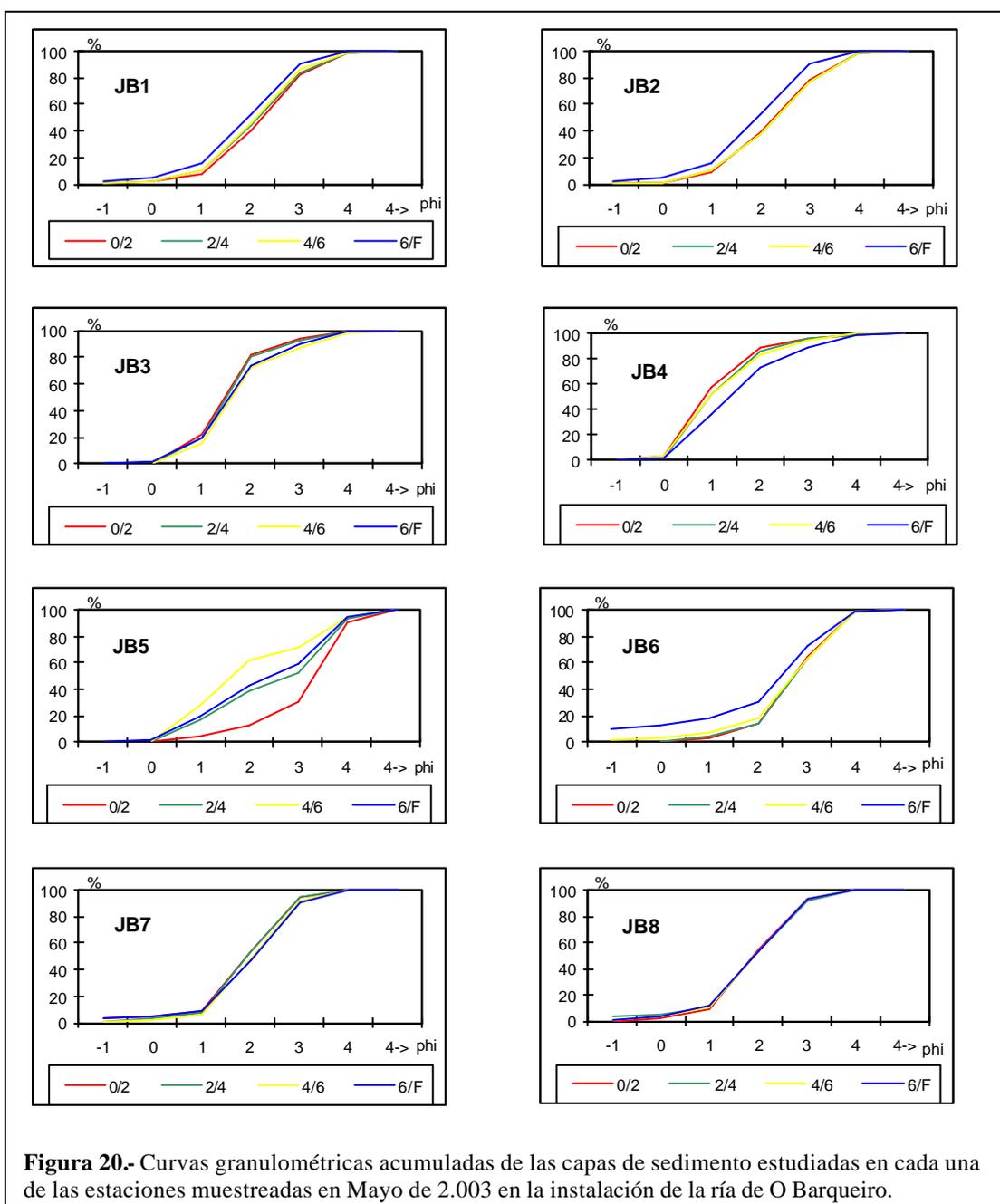
**Tabla XXIV.-** Granulometría de las capas de sedimento estudiadas en cada una de las estaciones muestreadas en Mayo de 2.005 en la instalación de la ría de O Barqueiro.

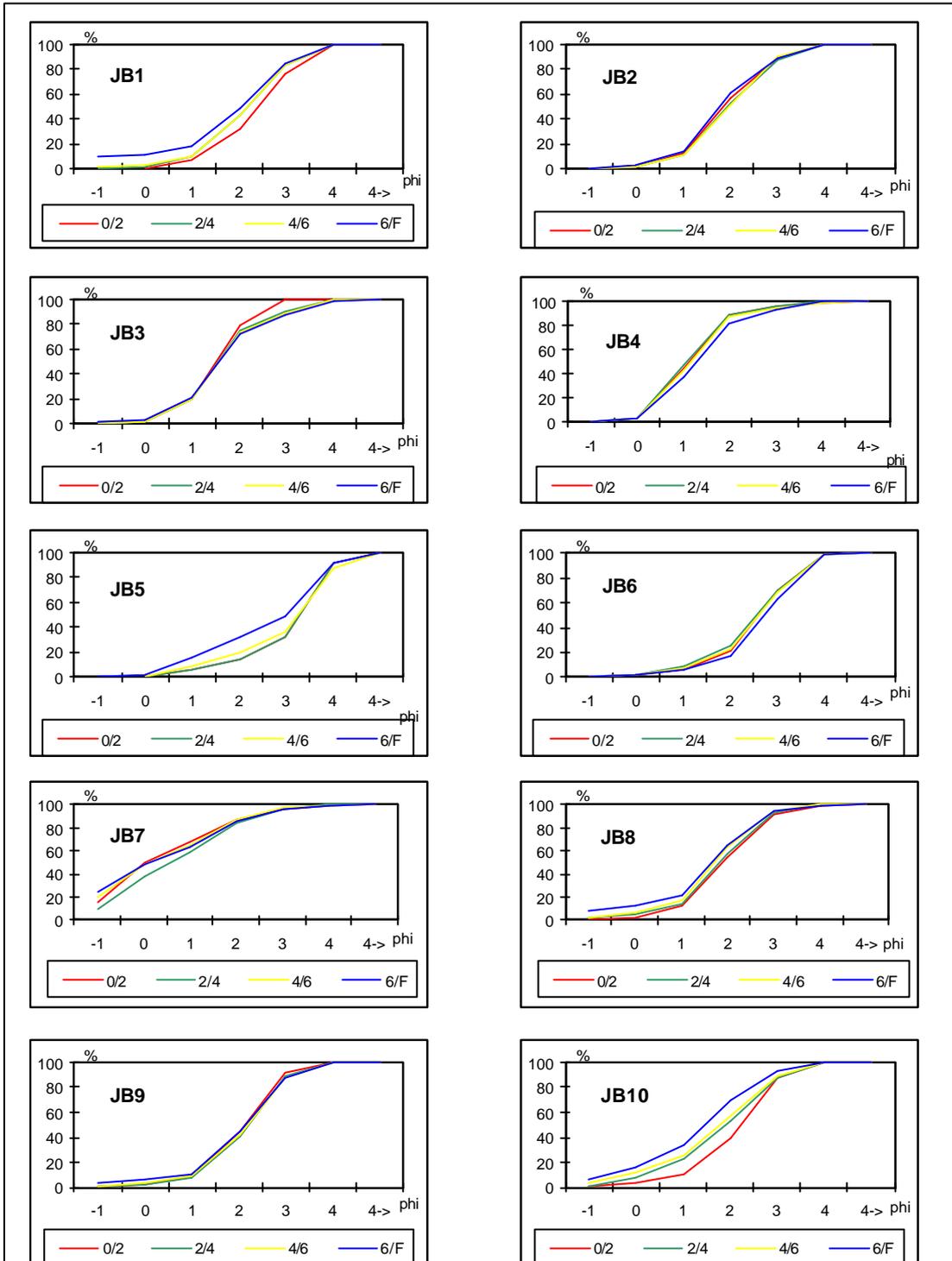
GR, Contenido (%) en gravas; AMG, arenas muy gruesas; AG, arenas gruesas; AM, arenas medias; AF, arenas finas; AMF, arenas muy finas; PEL, pelitas; ARN, arenas totales; MD, Moda; MN, mediana; Q3, tercer cuartil; Q1, primer cuartil y So, coeficiente de selección.

	GR	AMG	AG	AM	AF	AMF	PEL	ARN	MD	MN	Q3	Q1	So
	<-1 phi	-1 - 0 phi	0 - 1 phi	1 - 2 phi	2 - 3 phi	3 - 4 phi	4-> phi			(mm)	(mm)	(mm)	
JB1-0/2	0,8	0,5	4,7	18,8	51,1	23,6	0,6	98,6	AF	0,2	0,1	0,2	1,4
JB1-2/4	0,6	0,7	6,7	20,8	46,3	24,3	0,5	98,9	AF	0,2	0,1	0,3	1,5
JB1-4/6	1,0	0,9	6,7	22,6	50,3	18,2	0,4	98,6	AF	0,2	0,1	0,3	1,5
JB1-6/F	0,6	0,6	6,2	23,4	47,2	21,4	0,6	98,8	AF	0,0	0,1	0,3	1,5
JB2-0/2	0,3	0,3	7,3	39,7	39,6	12,4	0,3	99,4	AM	0,2	0,2	0,4	1,5
JB2-2/4	0,0	0,3	7,1	36,9	36,9	18,4	0,4	99,6	AM	0,2	0,1	0,4	1,6
JB2-4/6	0,3	0,6	10,7	41,2	31,2	16,0	0,0	99,7	AM	0,3	0,2	0,4	1,6
JB2-6/F	2,4	0,7	9,6	44,7	29,0	13,2	0,4	97,2	AM	0,3	0,2	0,4	1,6
JB3-0/2	0,2	0,6	21,2	63,5	10,5	3,8	0,2	99,6	AM	0,4	0,3	0,5	1,3
JB3-2/4	0,2	1,0	21,6	60,5	12,0	4,5	0,2	99,6	AM	0,4	0,3	0,5	1,3
JB3-4/6	0,4	0,9	23,2	56,8	12,0	6,2	0,4	99,2	AM	0,4	0,3	0,5	1,3
JB3-6/F	0,5	0,9	18,6	54,3	15,4	9,7	0,6	98,9	AM	0,4	0,2	0,5	1,4
JB4-0/2	0,2	3,0	47,9	43,1	4,1	1,4	0,3	99,5	AG	0,5	0,4	0,8	1,5
JB4-2/4	0,6	2,6	42,0	45,9	6,0	2,4	0,4	99,0	AM	0,5	0,3	0,7	1,5
JB4-4/6	0,2	2,4	41,5	45,4	6,9	3,1	0,4	99,4	AM	0,5	0,3	0,7	1,5
JB4-6/F	0,3	2,0	34,8	45,8	9,9	6,3	0,8	98,9	AM	0,4	0,3	0,7	1,5
JB5-0/2	0,0	0,6	9,9	10,7	25,8	48,9	4,0	96,0	AMF	0,1	0,1	0,2	1,6
JB5-2/4	0,0	0,9	10,6	11,3	20,9	51,8	4,7	95,5	AMF	0,1	0,1	0,2	1,6
JB5-4/6	0,0	0,5	8,8	10,7	22,5	51,1	6,3	93,6	AMF	0,1	0,1	0,2	1,6
JB5-6/F	0,0	0,5	7,7	11,6	22,9	49,6	7,3	92,4	AMF	0,1	0,1	0,2	1,6
JB6-0/2	0,1	0,4	3,6	15,3	47,9	31,9	0,8	99,1	AF	0,2	0,1	0,2	1,5
JB6-2/4	1,0	1,2	6,5	22,7	44,4	23,7	0,5	98,5	AF	0,2	0,1	0,3	1,6
JB6-4/6	0,5	1,8	7,0	25,5	44,3	20,4	0,4	99,1	AF	0,2	0,1	0,3	1,6
JB6-6/F	1,9	3,0	6,8	28,1	43,5	16,3	0,4	97,7	AF	0,2	0,1	0,4	1,6
JB7-0/2	3,1	3,2	6,4	28,8	45,5	12,5	0,4	96,5	AF	0,2	0,2	0,4	1,6
JB7-2/4	13,3	8,2	7,2	24,9	33,3	12,6	0,4	86,3	AF	0,3	0,2	0,8	2,1
JB7-4/6	17,5	9,7	7,6	21,9	31,9	11,0	0,4	82,1	AF	0,3	0,2	1,2	2,6
JB7-6/F	15,4	9,5	7,3	21,5	33,6	12,2	0,5	84,1	AF	0,3	0,2	1,0	2,4
JB8-0/2	0,5	2,0	7,5	48,0	35,9	5,8	0,2	99,3	AM	0,3	0,2	0,4	1,5
JB8-2/4	1,2	4,6	11,3	47,9	29,9	4,7	0,3	98,5	AM	0,3	0,2	0,5	1,5
JB8-4/6	3,1	8,6	12,9	44,4	26,5	4,3	0,2	96,7	AM	0,4	0,2	0,5	1,5
JB8-6/F	6,9	13,1	15,2	40,8	20,7	3,1	0,1	93,0	AM	0,4	0,3	0,8	1,8
JB9-0/2	1,6	1,8	4,7	40,4	43,2	7,9	0,3	98,1	AF	0,2	0,2	0,4	1,5
JB9-2/4	0,7	1,8	4,6	41,4	41,4	9,5	0,5	98,8	AF	0,2	0,2	0,4	1,5
JB9-4/6	0,4	1,8	4,4	41,5	43,2	8,2	0,4	99,1	AF	0,2	0,2	0,4	1,5
JB9-6/F	1,4	1,7	3,9	36,8	45,0	10,4	0,5	97,9	AF	0,2	0,2	0,4	1,5
JB10-0/2	0,2	1,0	3,1	24,2	56,1	15,0	0,5	99,4	AF	0,2	0,1	0,3	1,4
JB10-2/4	0,8	1,0	3,4	22,8	55,0	16,4	0,6	98,6	AF	0,2	0,1	0,3	1,4
JB10-4/6	1,2	2,1	6,3	29,9	45,9	13,9	0,4	98,1	AF	0,2	0,2	0,4	1,6
JB10-6/F	0,5	1,1	4,4	33,4	47,0	13,2	0,4	99,2	AF	0,2	0,2	0,4	1,5

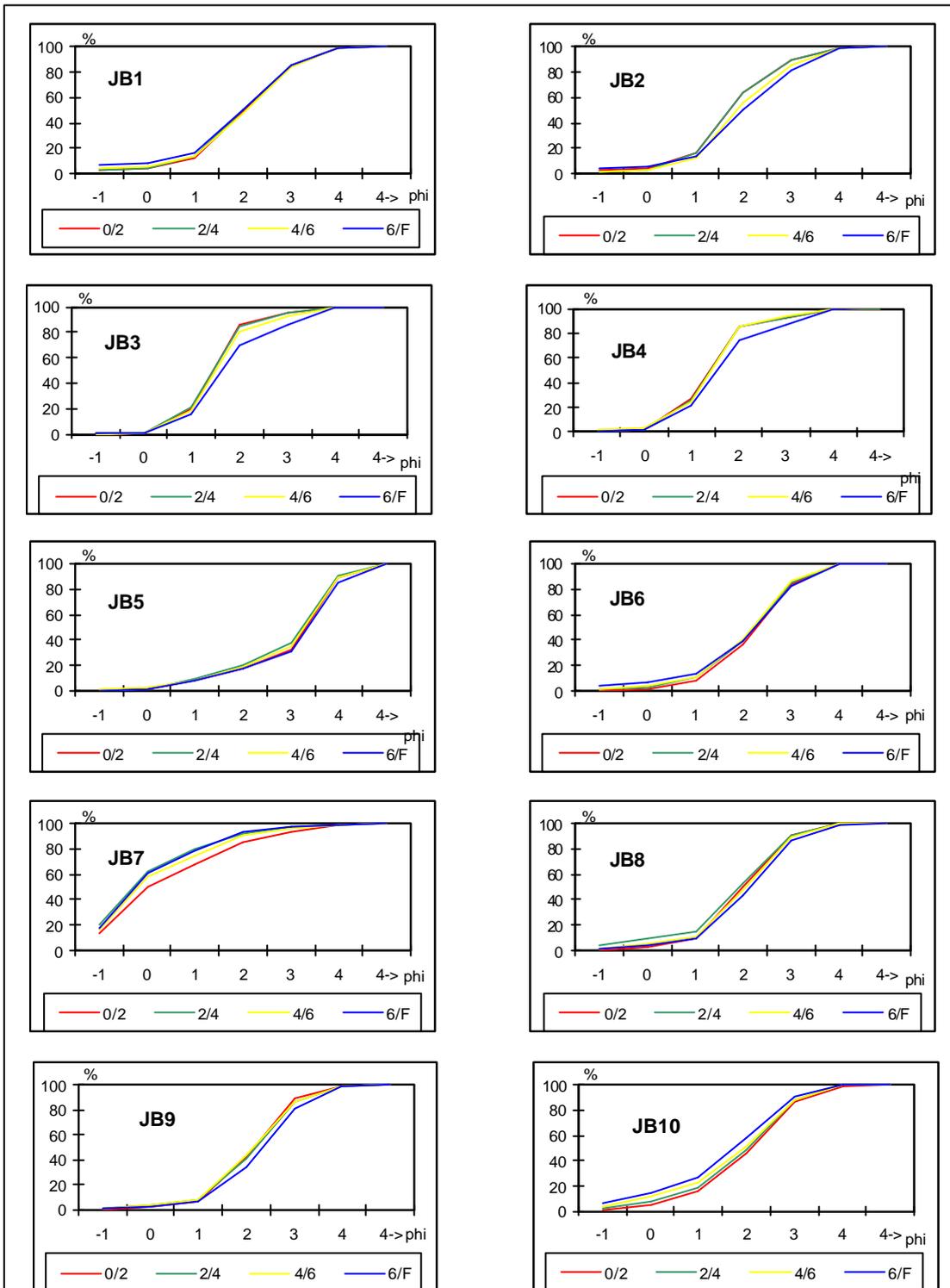
**Tabla XXV.-** Porcentaje de pelitas corregido para la fracción granulométrica menor de 2 mm en los 6 primeros centímetros del sedimento en la ría de O Barqueiro.

estación	distancia	fecha			
		5/03	5/04	11/04	5/05
JB10	500		0,5	0,4	0,5
JB9	200		0,4	0,5	0,4
JB8	100	0,3	0,3	0,4	0,2
JB7	50	0,1	0,3	1,4	0,5
JB6	0	1,3	0,6	0,4	0,6
JB1	0	0,6	0,5	0,6	0,5
JB2	50	0,7	0,2	0,5	0,2
JB3	100	0,8	0,5	0,3	0,3
JB4	200	0,6	0,6	0,4	0,4
JB5	500	7,1	9,7	10,8	5,0

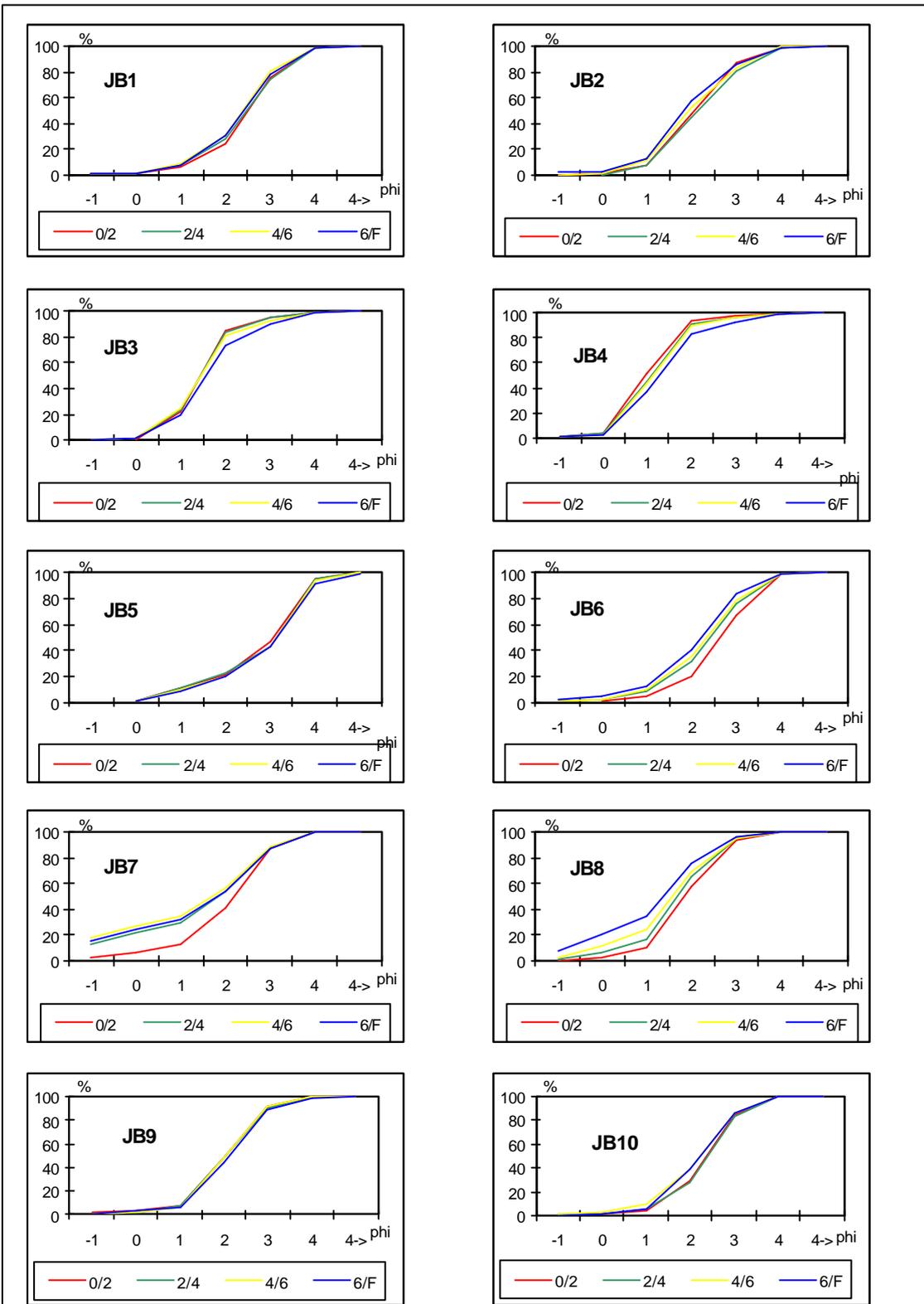




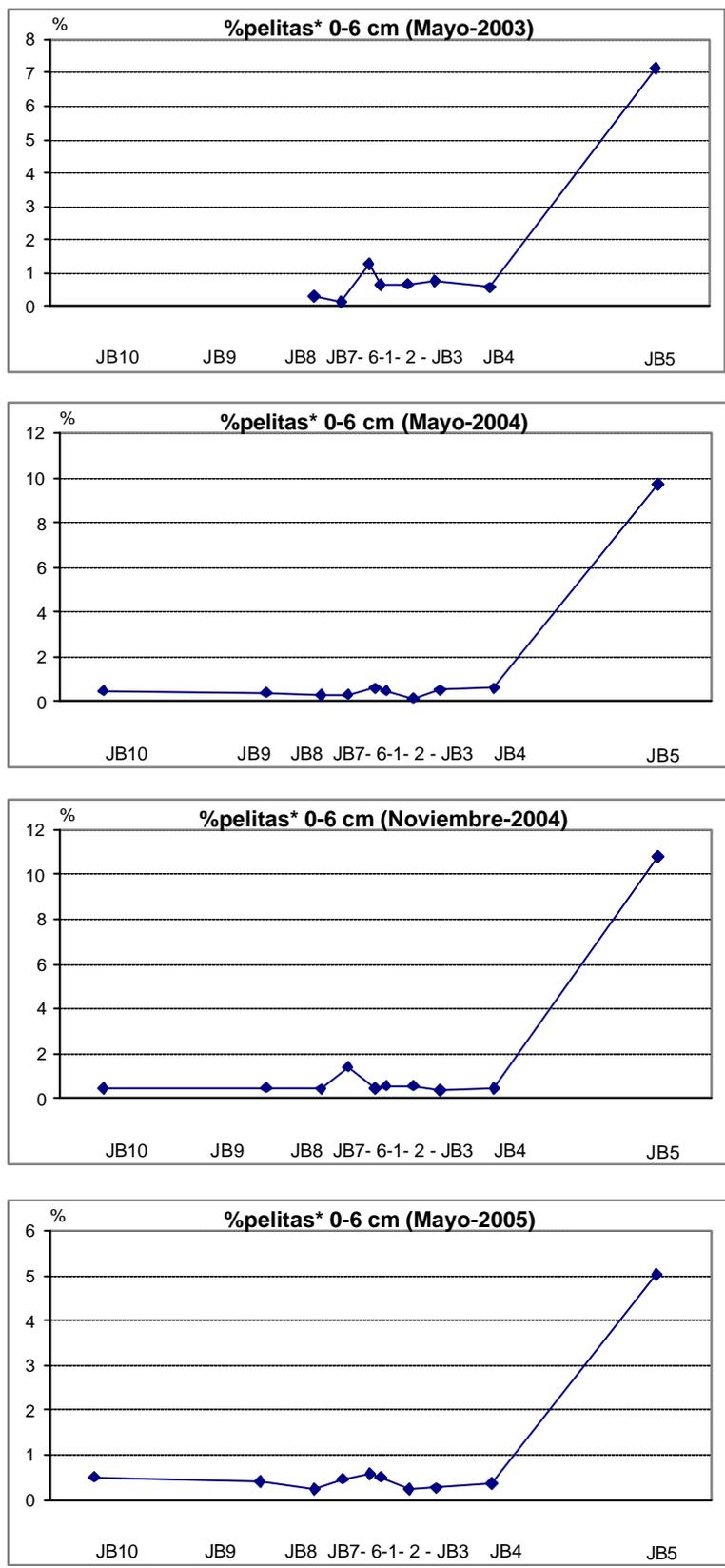
**Figura 21.-** Curvas granulométricas acumuladas de las capas de sedimento estudiadas en cada una de las estaciones muestreadas en Mayo de 2.004 en la instalación de la ría de O Barqueiro.



**Figura 22.-** Curvas granulométricas acumuladas de las capas de sedimento estudiadas en cada una de las estaciones muestreadas en Noviembre de 2.004 en la instalación de la ría de O Barqueiro.



**Figura 23.-** Curvas granulométricas acumuladas de las capas de sedimento estudiadas en cada una de las estaciones muestreadas en Mayo de 2.005 en la instalación de la ría de O Barqueiro.



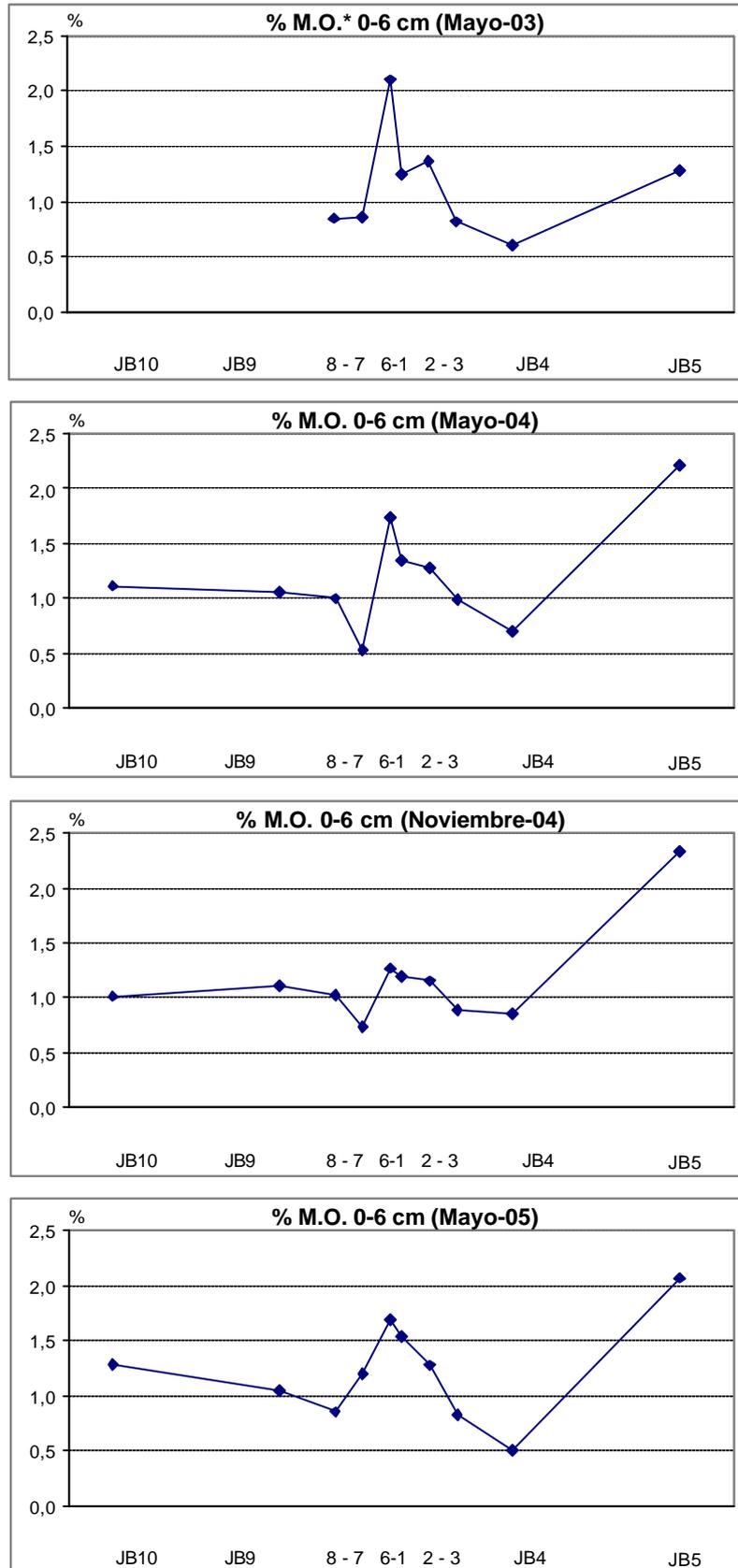
**Figura 24.-** Evolución del contenido en pelitas en los seis primeros centímetros del sedimento a lo largo de los dos transectos en la instalación de la ría de O Barqueiro. (Sólo se ha tenido en cuenta la fracción granulométrica inferior a 2 mm).

**Tabla XXVI.-** Contenido en materia orgánica (%) en las capas de sedimento estudiadas en cada una de las estaciones muestreadas en la instalación de la ría de O Barqueiro.

M.O.*%	Mayo-03	Mayo-04	Noviembre-04	Mayo-05
JB1-0/2	1,22	1,37	1,16	1,49
JB1-2/4	1,28	1,33	1,17	1,56
JB1-4/6	1,23	1,36	1,25	1,58
JB1-6/F	1,21	1,31	1,25	1,62
JB2-0/2	1,33	1,18	1,08	1,24
JB2-2/4	1,35	1,32	1,15	1,25
JB2-4/6	1,40	1,35	1,24	1,35
JB2-6/F	1,28	1,11	1,33	1,25
JB3-0/2	0,82	0,97	0,79	0,77
JB3-2/4	0,77	0,95	0,91	0,84
JB3-4/6	0,86	1,05	0,97	0,89
JB3-6/F	0,89	0,97	1,00	1,00
JB4-0/2	0,56	0,70	0,86	0,42
JB4-2/4	0,66	0,66	0,85	0,53
JB4-4/6	0,59	0,75	0,86	0,58
JB4-6/F	0,76	0,71	0,98	0,74
JB5-0/2	2,11	1,98	2,27	1,99
JB5-2/4	1,01	2,34	2,31	2,08
JB5-4/6	0,73	2,31	2,42	2,15
JB5-6/F	1,64	1,54	2,49	2,24
JB6-0/2	1,89	1,66	1,32	1,90
JB6-2/4	1,89	1,74	1,26	1,73
JB6-4/6	2,52	1,78	1,24	1,43
JB6-6/F	1,85	2,07	1,29	1,31
JB7-0/2	0,85	0,51	0,84	1,24
JB7-2/4	0,89	0,57	0,61	1,21
JB7-4/6	0,82	0,50	0,77	1,14
JB7-6/F	0,84	0,57	0,41	1,16
JB8-0/2	0,86	0,98	1,06	0,97
JB8-2/4	0,87	1,04	1,00	0,78
JB8-4/6	0,81	0,98	1,00	0,82
JB8-6/F	0,98	0,92	1,18	0,59
JB9-0/2		1,06	1,11	1,03
JB9-2/4		0,99	1,17	1,10
JB9-4/6		1,14	1,06	1,03
JB9-6/F		1,04	1,02	1,07
JB10-0/2		1,34	1,10	1,29
JB10-2/4		1,05	0,92	1,30
JB10-4/6		0,95	1,03	1,28
JB10-6/F		0,77	0,96	1,26

**Tabla XXVII.-** Contenido medio en materia orgánica (%) y desviación estándar para los seis primeros centímetros en cada una de las estaciones muestreadas en la instalación de la ría de O Barqueiro.

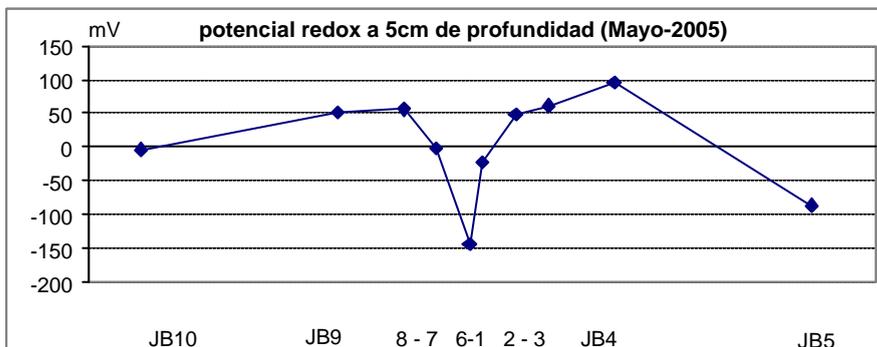
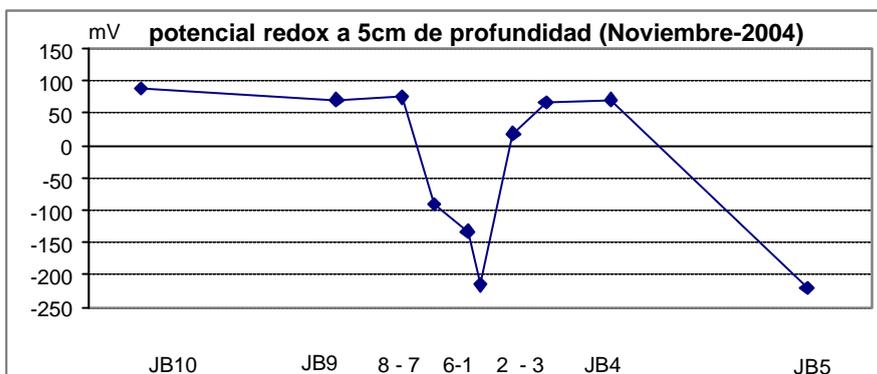
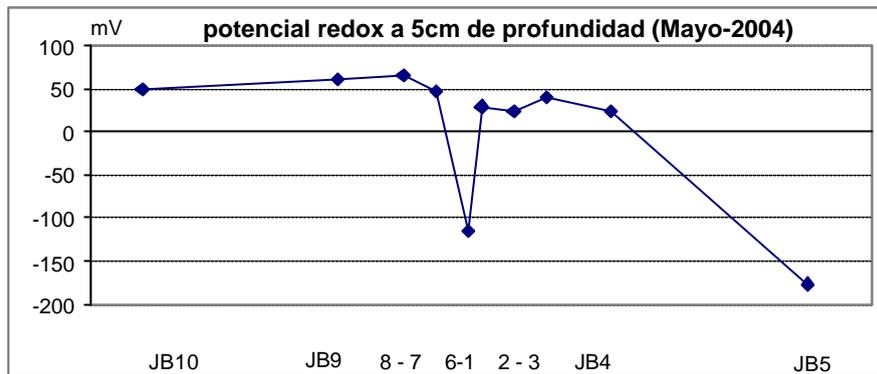
M.O.*%	Mayo-03		Mayo-04		Noviembre-04		Mayo-05	
	Media	S	Media	S	Media	S	Media	S
JB1	1,25	0,03	1,35	0,02	1,19	0,05	1,55	0,05
JB2	1,36	0,03	1,28	0,09	1,16	0,08	1,28	0,06
JB3	0,82	0,04	0,99	0,06	0,89	0,09	0,83	0,06
JB4	0,60	0,05	0,70	0,04	0,86	0,01	0,51	0,08
JB5	1,28	0,73	2,21	0,20	2,34	0,08	2,07	0,08
JB6	2,10	0,37	1,73	0,06	1,27	0,04	1,69	0,24
JB7	0,86	0,04	0,53	0,04	0,74	0,12	1,20	0,05
JB8	0,85	0,03	1,00	0,03	1,02	0,04	0,85	0,10
JB9			1,06	0,07	1,11	0,06	1,05	0,04
JB10			1,12	0,20	1,02	0,09	1,29	0,01



**Figura 25.-** Evolución del contenido en materia orgánica en los seis primeros centímetros del sedimento a lo largo de los dos transectos en la instalación de la ría de O Barqueiro. (Sólo se ha tenido en cuenta la fracción granulométrica inferior a 2 mm).

**Tabla XXVIII.-** Potencial de óxido-reducción (mV) en las capas de sedimento estudiadas en cada una de las estaciones muestreadas en la instalación de la ría de O Barqueiro.

estación	cm	Mayo-2004	Noviembre-04	Mayo-2005	estación	cm	Mayo-2004	Noviembre-04	Mayo-2005
JB1	1	24,8	-20,4	82,6	JB6	1	32,4	66,2	46,2
JB1	3	38,4	-144,4	53,6	JB6	3	-27,6	23,2	-22,8
JB1	5	29,6	-215,4	-21,4	JB6	5	-115,6	-132,8	-142,8
JB1	7	-6	-260,4	-74,4	JB6	7	-185,6	-201,8	-226,8
JB1	9	-104	-249,4	-134,4	JB6	9	-234,4		-273,8
JB1	12,5	-168		-187,4	JB6	12,5			-315,8
JB2	1	0,2	47,2	80,2	JB7	1	72,8	13,8	158,8
JB2	3	19,62	48,2	61,2	JB7	3	69,8	-30,2	94,8
JB2	5	24,2	18,2	48,2	JB7	5	46,2	-90,2	-2,2
JB2	7	-1,2	-94,8	19,2	JB7	7	19	-30,2	-103,2
JB2	9	-43,8	-157,8	-36,8	JB7	9	-28,4	-22,2	-196,2
JB2	12,5		-197,8	-60,8	JB7	12,5			
JB3	1	40	59	67	JB8	1	79,4	95,2	73,2
JB3	3	60,8	66	63	JB8	3	75	95,2	58,2
JB3	5	40,4	66	62	JB8	5	65,6	75,2	56,2
JB3	7	-19,8	63	47	JB8	7	63,6	-44,8	56,2
JB3	9	-183,2	55	6	JB8	9	52,4	-114,8	72,2
JB3	12,5		10	-39	JB8	12,5			
JB4	1	-28,8	81,8	52,8	JB9	1	85,2	104,6	109,6
JB4	3	3	83,8	-37,2	JB9	3	72,6	70,6	92,6
JB4	5	24,4	70,8	-86,2	JB9	5	60,8	36,6	51,6
JB4	7	13,8	-69,2	-192,2	JB9	7	59	-42,4	-4,4
JB4	9	9	-139,2	-244,2	JB9	9	41	-200,4	-70,4
JB4	12,5		-163,2	-300,2	JB9	12,5			
JB5	1	-72	-62,2	215,8	JB10	1	96,2	99,6	92,6
JB5	3	-126	-181,2	162,8	JB10	3	83	91,6	72,6
JB5	5	-177	-219,2	95,8	JB10	5	49,8	88,6	-3,4
JB5	7	-243,6	-228,2	62,8	JB10	7	-35,4	73,6	-48,4
JB5	9	-280,8	-247,2	29,8	JB10	9	-111,6	44,6	-135,4
JB5	12,5		-267,2	-184,2	JB10	12,5			



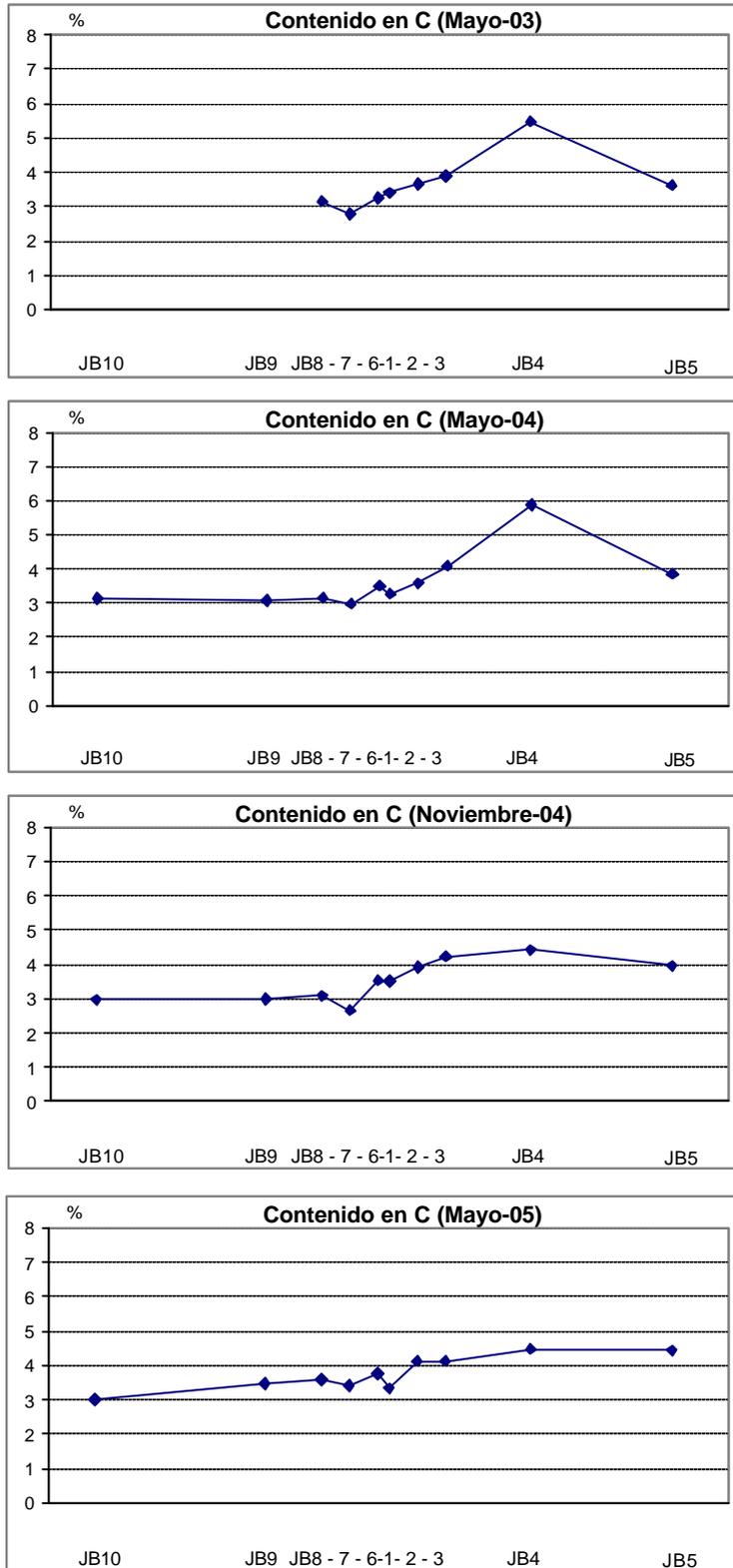
**Figura 26.-** Evolución del potencial redox a 5 cm de profundidad a lo largo de los transectos establecidos en la instalación de la ría de O Barqueiro.

**Tabla XXIX.-** Contenido en carbono en las capas de 0 a 2 y de 2 a 4 cm de profundidad en las estaciones estudiadas en la instalación de la ría de O Barqueiro.

C (%)	Mayo-03	Mayo-04	Noviembre-04	Mayo-05
JB1-0/2	3,44	3,34	3,52	3,24
JB1-2/4	3,36	3,19	3,51	3,42
JB2-0/2	3,71	3,50	4,02	3,76
JB2-2/4	3,62	3,63	3,82	4,45
JB3-0/2	3,75	3,90	4,52	4,42
JB3-2/4	4,03	4,30	3,95	3,83
JB4-0/2	5,68	5,78	4,49	4,28
JB4-2/4	5,28	5,96	4,36	4,64
JB5-0/2	3,31	3,77	3,87	4,10
JB5-2/4	3,91	3,93	4,06	4,75
JB6-0/2	3,51	3,43	3,59	3,36
JB6-2/4	2,99	3,57	3,46	4,14
JB7-0/2	2,61	2,84	2,48	3,43
JB7-2/4	2,96	3,11	2,81	3,39
JB8-0/2	3,17	3,22	3,22	3,57
JB8-2/4	3,15	3,08	2,96	3,59
JB9-0/2		3,00	2,94	3,51
JB9-2/4		3,16	3,05	3,43
JB10-0/2		3,14	3,04	2,91
JB10-2/4		3,10	2,91	3,08

**Tabla XXX.-** Valores medios de contenido en carbono para la capa de 0 a 4 cm de profundidad en las estaciones estudiadas en la instalación de la ría de O Barqueiro.

	Mayo-03		Mayo-04		Noviembre-04		Noviembre-04	
	Media (%)	S	Media (%)	S	Media (%)	S	Media (%)	S
JB1	3,40	0,06	3,27	0,11	3,52	0,01	3,33	0,13
JB2	3,67	0,06	3,57	0,09	3,92	0,14	4,11	0,49
JB3	3,89	0,20	4,10	0,28	4,24	0,40	4,13	0,42
JB4	5,48	0,28	5,87	0,13	4,43	0,09	4,46	0,25
JB5	3,61	0,42	3,85	0,11	3,97	0,13	4,43	0,46
JB6	3,25	0,37	3,50	0,10	3,53	0,09	3,75	0,55
JB7	2,79	0,25	2,98	0,19	2,65	0,23	3,41	0,03
JB8	3,16	0,01	3,15	0,10	3,09	0,18	3,58	0,01
JB9			3,08	0,11	3,00	0,08	3,47	0,06
JB10			3,12	0,03	2,98	0,09	3,00	0,12



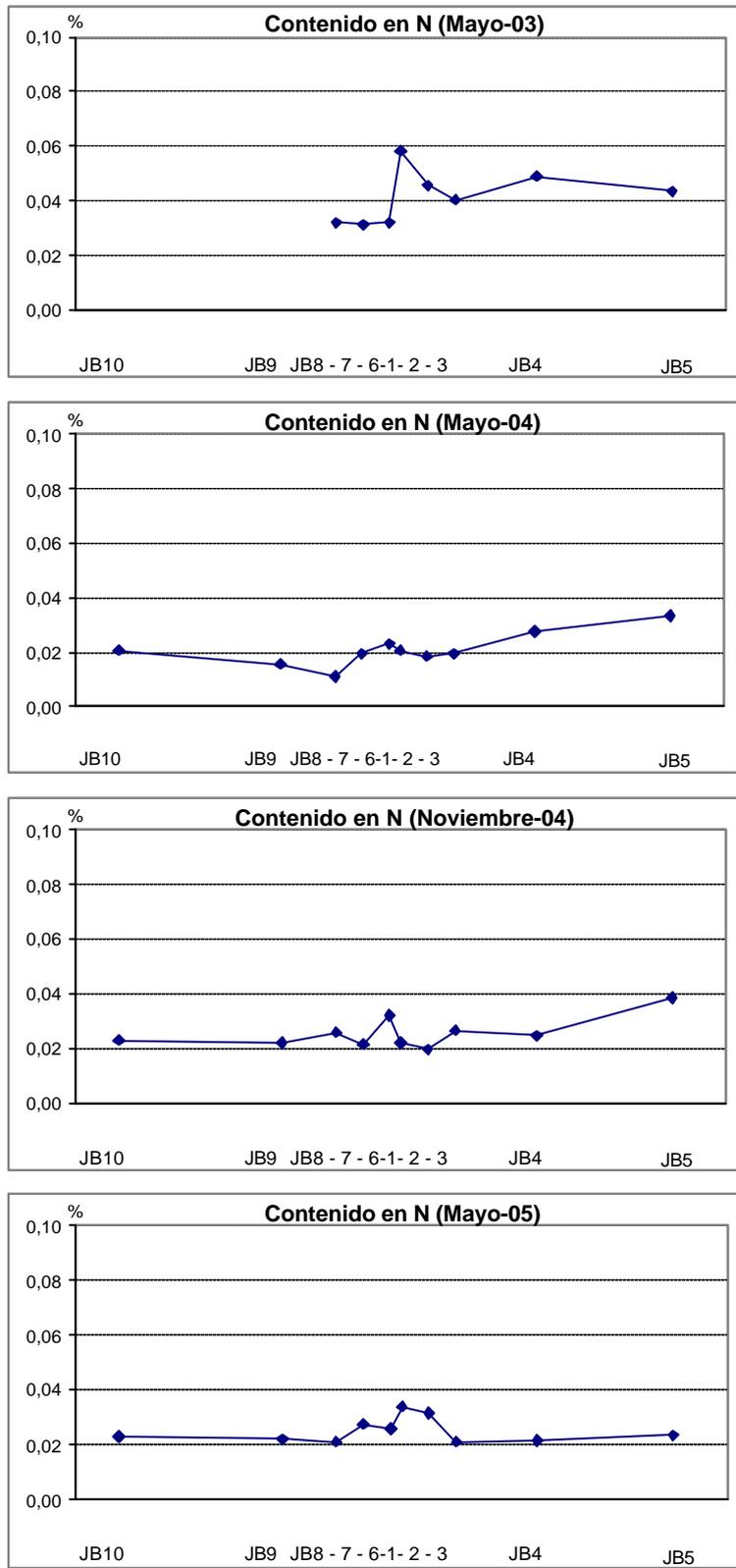
**Figura 27.-** Evolución del contenido en carbono en los cuatro primeros centímetros del sedimento a lo largo de los transectos establecidos en la instalación de la ría de O Barqueiro.

**Tabla XXXI.**- Contenido en nitrógeno en las capas de 0 a 2 y de 2 a 4 cm de profundidad en las estaciones estudiadas en la instalación de la ría de O Barqueiro.

N (%)	Mayo-03	Mayo-04	Noviembre-04	Mayo-05
JB1-0/2	0,093	0,020	0,023	0,035
JB1-2/4	0,024	0,021	0,021	0,033
JB2-0/2	0,063	0,021	0,017	0,031
JB2-2/4	0,028	0,016	0,022	0,032
JB3-0/2	0,047	0,014	0,020	0,026
JB3-2/4	0,034	0,025	0,033	0,016
JB4-0/2	0,053	0,027	0,012	0,023
JB4-2/4	0,045	0,028	0,037	0,020
JB5-0/2	0,050	0,032	0,028	0,027
JB5-2/4	0,037	0,035	0,049	0,020
JB6-0/2	0,038	0,021	0,031	0,023
JB6-2/4	0,026	0,025	0,033	0,029
JB7-0/2	0,032	0,015	0,016	0,029
JB7-2/4	0,031	0,024	0,027	0,026
JB8-0/2	0,036	0,010	0,019	0,024
JB8-2/4	0,028	0,012	0,033	0,018
JB9-0/2		0,012	0,015	0,019
JB9-2/4		0,019	0,029	0,025
JB10-0/2		0,017	0,016	0,028
JB10-2/4		0,024	0,030	0,018

**Tabla XXXII.**- Valores medios de contenido en nitrógeno para la capa de 0 a 4 cm de profundidad en las estaciones estudiadas en la instalación de la ría de O Barqueiro.

	Mayo-03		Mayo-04		Noviembre-04		Noviembre-04	
	Media (%)	S	Media (%)	S	Media (%)	S	Media (%)	S
JB1	0,06	0,05	0,02	0,00	0,02	0,00	0,03	0,00
JB2	0,05	0,02	0,02	0,00	0,02	0,00	0,03	0,00
JB3	0,04	0,01	0,02	0,01	0,03	0,01	0,02	0,01
JB4	0,05	0,01	0,03	0,00	0,02	0,02	0,02	0,00
JB5	0,04	0,01	0,03	0,00	0,04	0,01	0,02	0,00
JB6	0,03	0,01	0,02	0,00	0,03	0,00	0,03	0,00
JB7	0,03	0,00	0,02	0,01	0,02	0,01	0,03	0,00
JB8	0,03	0,01	0,01	0,00	0,03	0,01	0,02	0,00
JB9			0,02	0,00	0,02	0,01	0,02	0,00
JB10			0,02	0,00	0,02	0,01	0,02	0,01



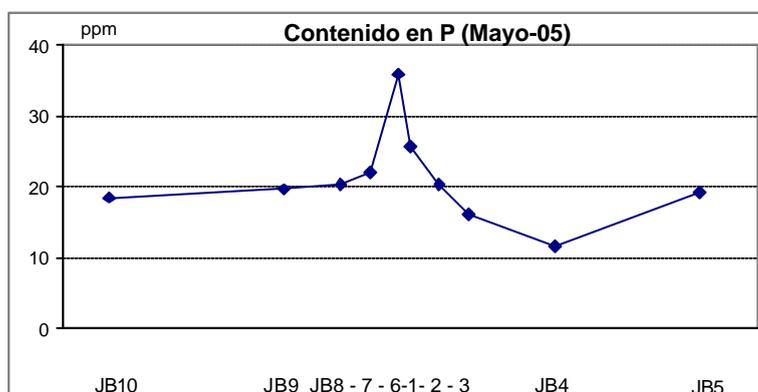
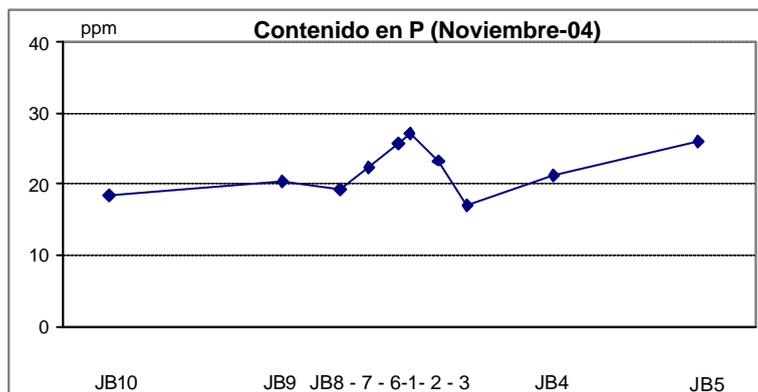
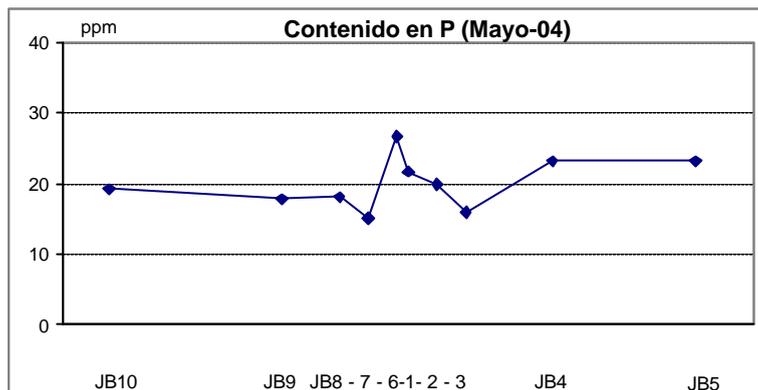
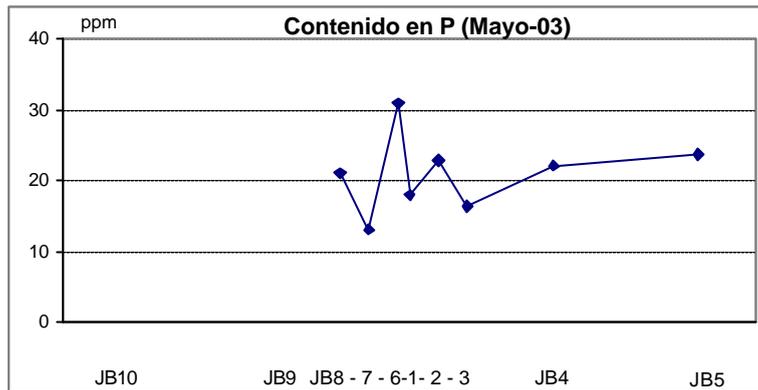
**Figura 28.-** Evolución del contenido en nitrógeno en los cuatro primeros centímetros del sedimento a lo largo de los transectos establecidos en la instalación de la ría de O Barqueiro.

**Tabla XXXIII.-** Contenido en fósforo en las capas de 0 a 2 y de 2 a 4 cm de profundidad en las estaciones estudiadas en la instalación de la ría de O Barqueiro.

P (ppm)	Mayo-03	Mayo-04	Noviembre-04	Mayo-05
JB1-0/2	17,63	23,89	30,01	26,95
JB1-2/4	18,23	19,49	24,28	24,60
JB2-0/2	20,56	20,62	25,15	19,14
JB2-2/4	25,15	19,29	21,43	21,68
JB3-0/2	15,96	15,30	20,02	17,49
JB3-2/4	16,90	16,50	14,12	14,63
JB4-0/2	21,82	23,15	22,69	9,86
JB4-2/4	22,35	23,09	19,77	13,48
JB5-0/2	25,95	23,02	25,48	18,19
JB5-2/4	21,42	23,29	26,57	20,22
JB6-0/2	27,35	27,95	25,62	37,75
JB6-2/4	34,41	25,28	25,87	34,20
JB7-0/2	11,17	14,43	31,21	22,89
JB7-2/4	14,96	15,56	13,55	21,11
JB8-0/2	16,96	17,89	22,02	22,57
JB8-2/4	25,02	18,29	16,47	18,06
JB9-0/2		17,49	23,89	19,14
JB9-2/4		18,03	16,85	20,28
JB10-0/2		19,89	20,76	18,63
JB10-2/4		18,49	16,09	18,38

**Tabla XXXIV.-** Valores medios de contenido en fósforo (ppm) para la capa de 0 a 4 cm de profundidad en las estaciones estudiadas en la instalación de la ría de O Barqueiro.

	Mayo-03		Mayo-04		Noviembre-04		Noviembre-04	
	Media (ppm)	S	Media (ppm)	S	Media (ppm)	S	Media (ppm)	S
JB1	17,93	0,42	21,69	3,11	27,15	4,05	25,78	1,66
JB2	22,85	3,25	19,96	0,94	23,29	2,63	20,41	1,80
JB3	16,43	0,66	15,90	0,85	17,07	4,18	16,06	2,02
JB4	22,09	0,38	23,12	0,05	21,23	2,06	11,67	2,56
JB5	23,69	3,20	23,15	0,19	26,03	0,77	19,20	1,44
JB6	30,88	4,99	26,62	1,88	25,74	0,18	35,97	2,52
JB7	13,07	2,68	15,00	0,80	22,38	12,49	22,00	1,26
JB8	20,99	5,70	18,09	0,28	19,25	3,93	20,31	3,19
JB9			17,76	0,38	20,37	4,97	19,71	0,81
JB10			19,19	0,99	18,42	3,30	18,50	0,18



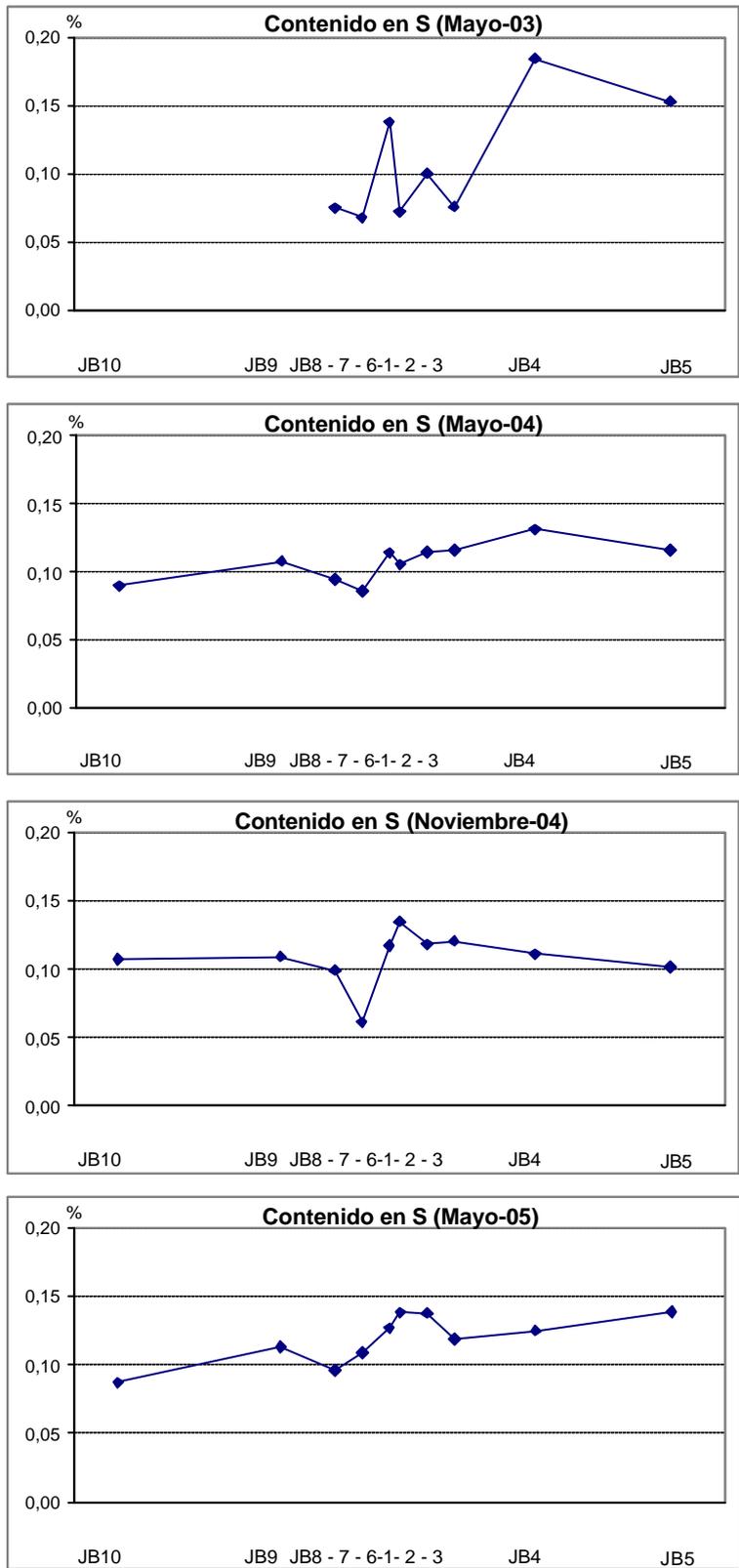
**Figura 29.-** Evolución del contenido en fósforo en los cuatro primeros centímetros del sedimento a lo largo de los transectos establecidos en la instalación de la ría de O Barqueiro.

**Tabla XXXV.-** Contenido en azufre en las capas de 0 a 2 y de 2 a 4 cm de profundidad en las estaciones estudiadas en la instalación de la ría de O Barqueiro.

S (%)	Mayo-03	Mayo-04	Noviembre-04	Mayo-05
JB1-0/2	0,071	0,109	0,133	0,116
JB1-2/4	0,073	0,102	0,136	0,161
JB2-0/2	0,061	0,111	0,134	0,114
JB2-2/4	0,140	0,118	0,102	0,162
JB3-0/2	0,079	0,112	0,136	0,134
JB3-2/4	0,073	0,120	0,105	0,104
JB4-0/2	0,190	0,132	0,120	0,133
JB4-2/4	0,178	0,131	0,102	0,117
JB5-0/2	0,160	0,115	0,129	0,128
JB5-2/4	0,146	0,116	0,074	0,149
JB6-0/2	0,154	0,103	0,133	0,098
JB6-2/4	0,122	0,126	0,102	0,156
JB7-0/2	0,055	0,093	0,049	0,104
JB7-2/4	0,080	0,080	0,074	0,114
JB8-0/2	0,063	0,090	0,090	0,124
JB8-2/4	0,088	0,098	0,108	0,068
JB9-0/2		0,099	0,107	0,115
JB9-2/4		0,116	0,112	0,112
JB10-0/2		0,090	0,087	0,107
JB10-2/4		0,089	0,127	0,068

**Tabla XXXVI.-** Valores medios de contenido en azufre (%) para la capa de 0 a 4 cm de profundidad en las estaciones estudiadas en la instalación de la ría de O Barqueiro.

	Mayo-03		Mayo-04		Noviembre-04		Noviembre-04	
	Media (ppm)	S	Media (ppm)	S	Media (ppm)	S	Media (ppm)	S
JB1	0,072	0,002	0,105	0,005	0,135	0,002	0,138	0,032
JB2	0,100	0,056	0,115	0,005	0,118	0,023	0,138	0,034
JB3	0,076	0,005	0,116	0,006	0,120	0,022	0,119	0,021
JB4	0,184	0,008	0,131	0,001	0,111	0,013	0,125	0,011
JB5	0,153	0,010	0,116	0,000	0,101	0,039	0,139	0,015
JB6	0,138	0,022	0,114	0,016	0,117	0,022	0,127	0,041
JB7	0,068	0,018	0,086	0,009	0,061	0,018	0,109	0,007
JB8	0,075	0,018	0,094	0,006	0,099	0,013	0,096	0,040
JB9			0,108	0,012	0,109	0,004	0,113	0,002
JB10			0,090	0,000	0,107	0,028	0,087	0,028

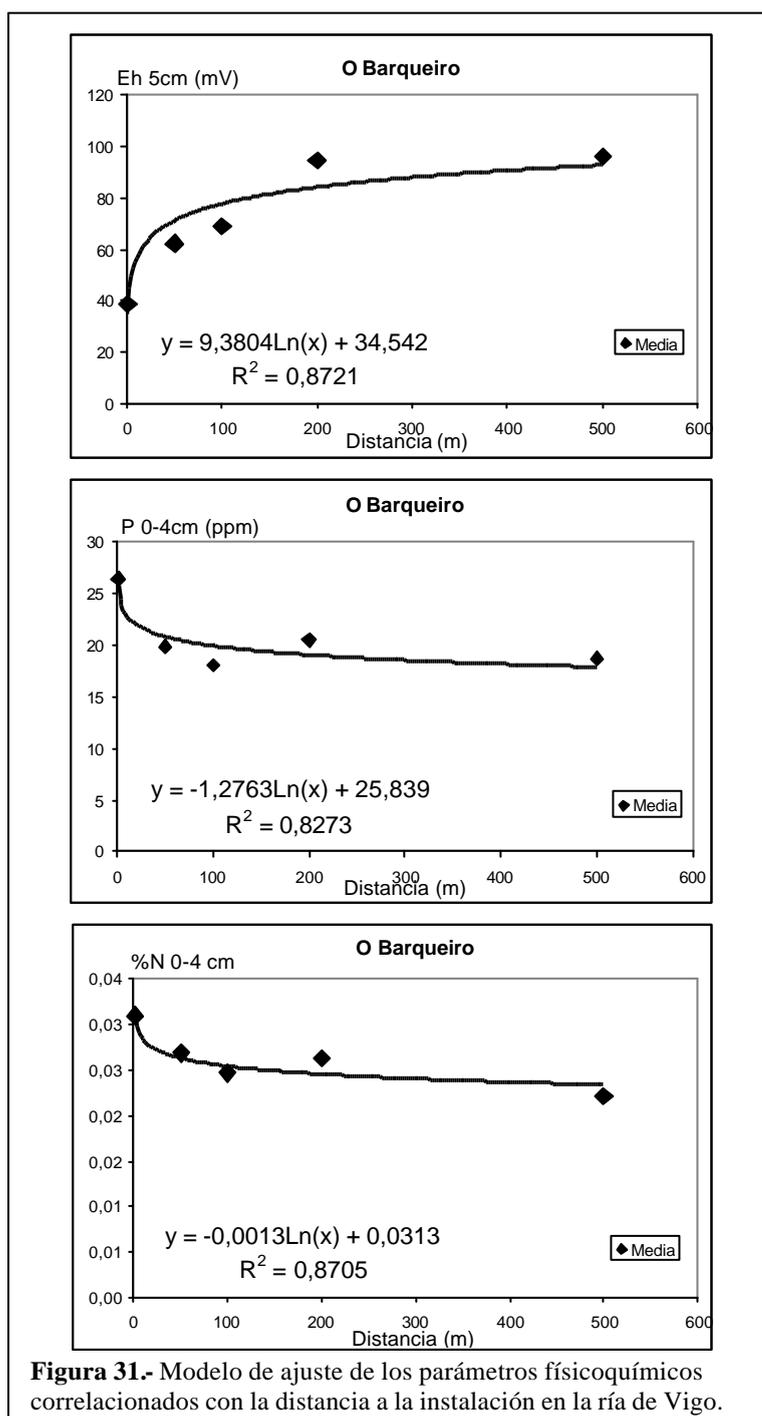


**Figura 30.-** Evolución del contenido en azufre en los cuatro primeros centímetros del sedimento a lo largo de los transectos establecidos en la instalación de la ría de O Barqueiro.

**Tabla XXXVII.-** Valores medios de los parámetros físicoquímicos agrupados por distancias y su correlación (r) con la distancia a la instalación en la ría de O Barqueiro tanto en un modelo lineal como logarítmico. En negrita y enmarcadas se muestran las correlaciones significativas ( $p < 0,05$ ).

distancia	%Pelitas 0-4	Eh 5 cm	%M.O. 0-4	P(ppm) 0-4	% C 0-4cm	%N 0-4cm	%S 0-4cm
1	0,63	39	1,49	26,48	3,44	0,03	0,12
50	0,45	62	1,00	19,88	3,38	0,03	0,10
100	0,35	69	0,89	18,03	3,67	0,02	0,10
200	0,46	95	0,83	20,51	4,25	0,03	0,12
500	0,49	96	1,16	18,72	3,03	0,02	0,09

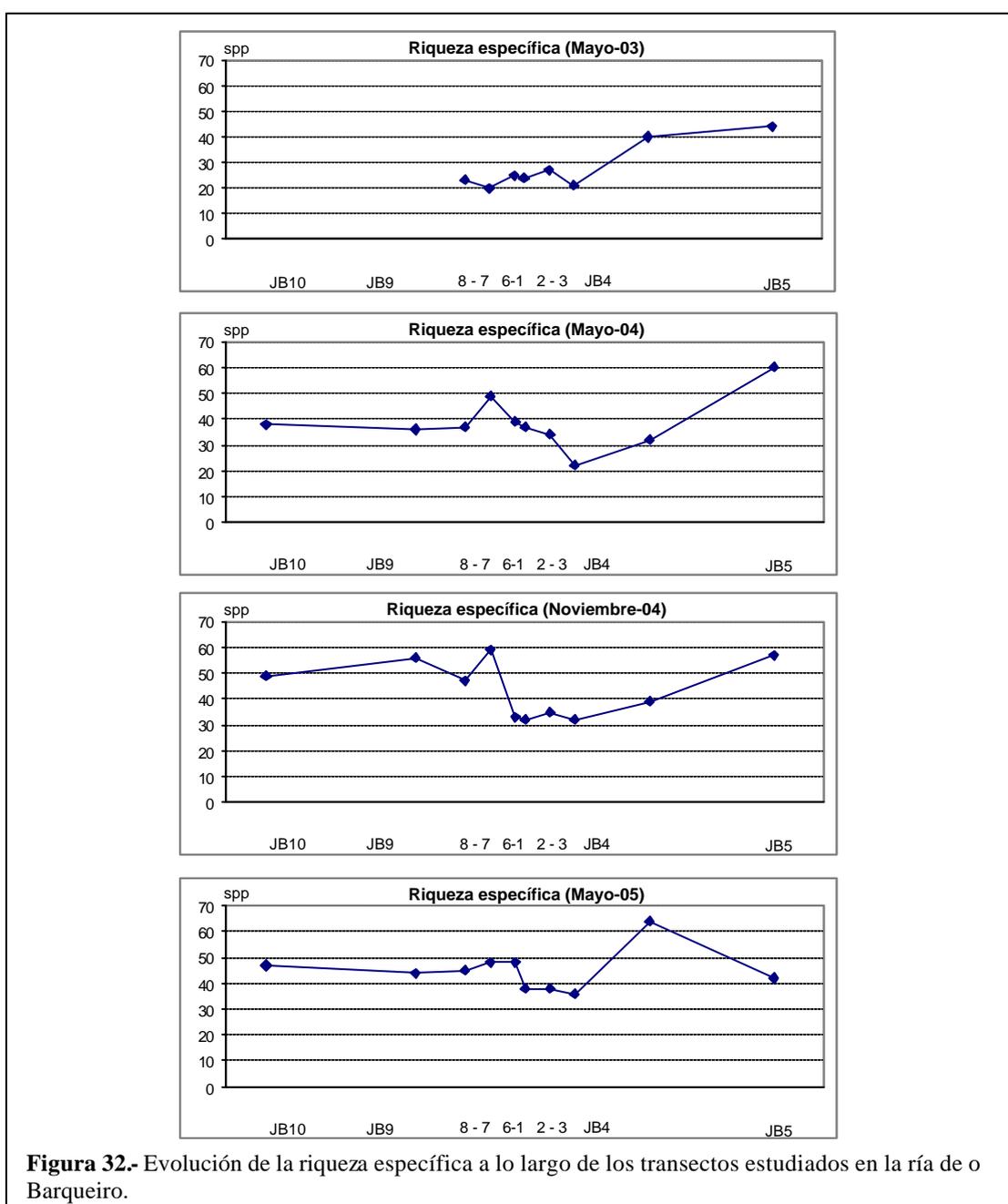
r	%Pelitas 0-4	Eh 5 cm	%M.O. 0-4	P(ppm) 0-4	% C 0-4cm	%N 0-4cm	%S 0-4cm
distancia	-0,150	<b>0,820</b>	-0,131	<b>-0,506</b>	-0,337	<b>-0,821</b>	-0,385
log_distancia	-0,690	<b>0,946</b>	-0,723	<b>-0,894</b>	0,052	<b>-0,938</b>	-0,420



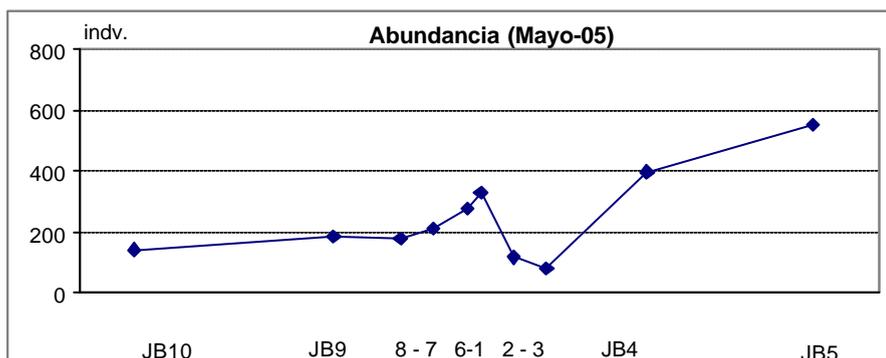
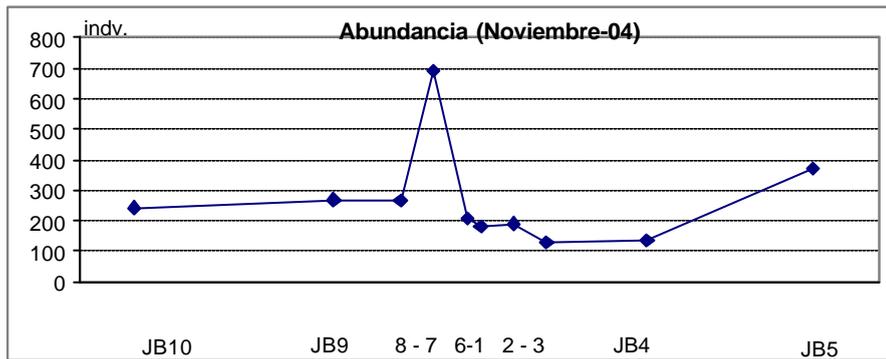
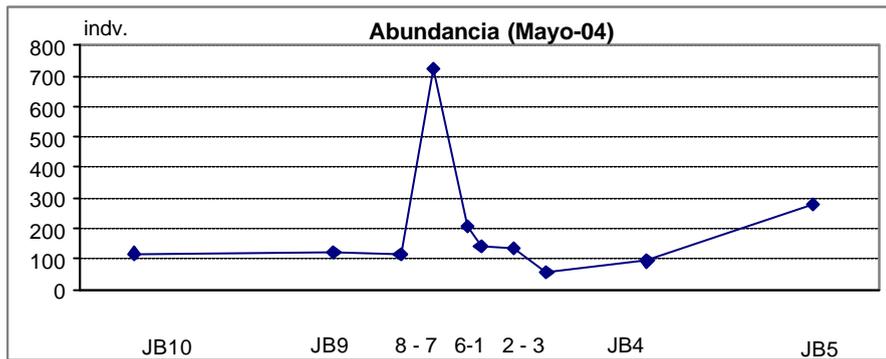
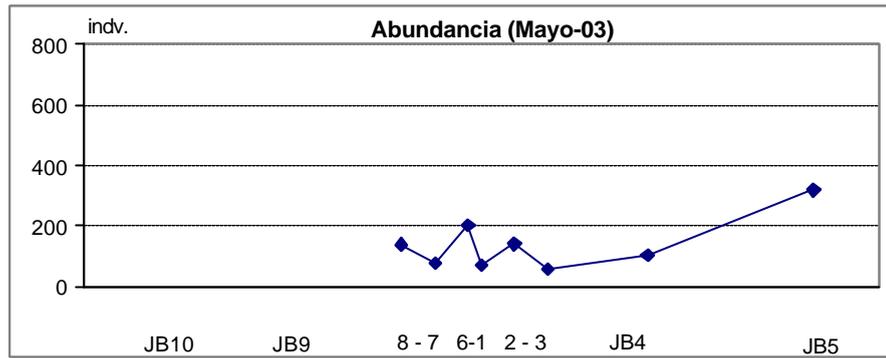
**Figura 31.-** Modelo de ajuste de los parámetros físicoquímicos correlacionados con la distancia a la instalación en la ría de Vigo.

**Tabla XXXVIII.-** Riqueza específica (R.E.), abundancia (Abund.), diversidad (H') y dominancia (1-J) en las estaciones estudiadas en la ría de O Barqueiro.

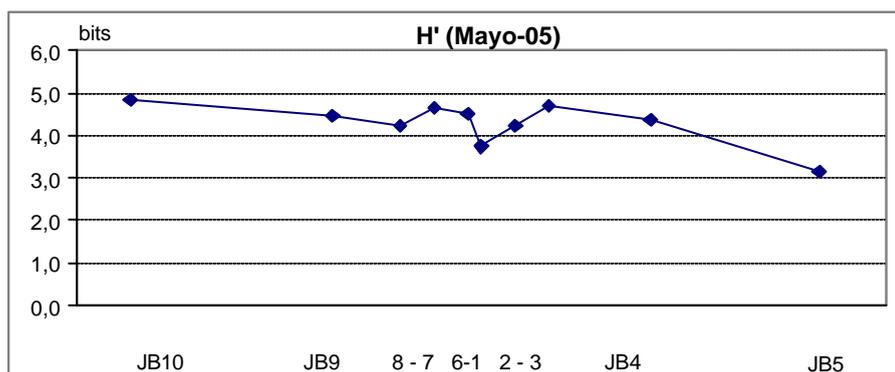
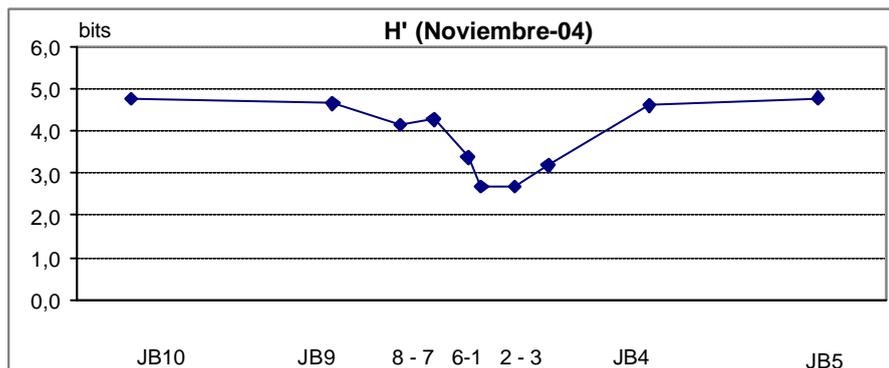
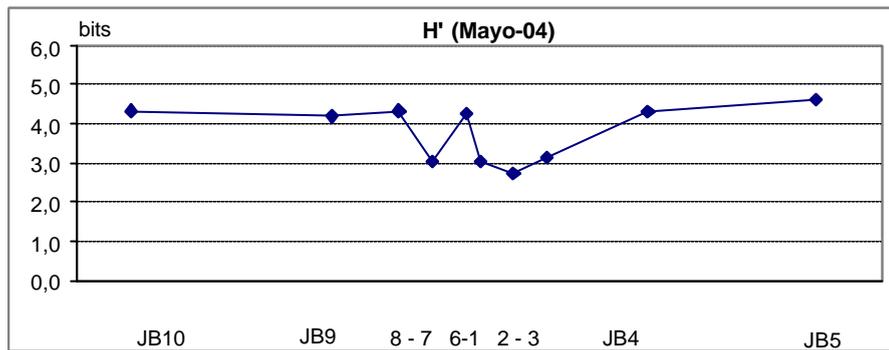
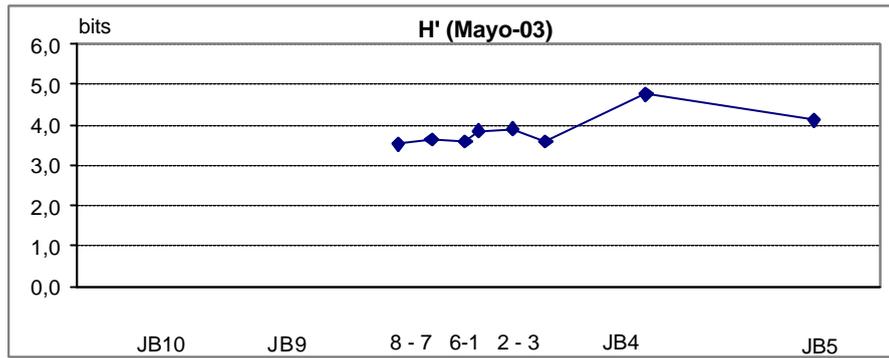
	Mayo-03				Mayo-04				Noviembre-04				Mayo-05			
	R.E.	Abund.	H'	1-J	R.E.	Abund.	H'	1-J	R.E.	Abund.	H'	1-J	R.E.	Abund.	H'	1-J
JB1	24	71	3,9	0,16	37	142	3,0	0,42	32	182	2,7	0,64	38	331	3,7	0,19
JB2	27	141	3,9	0,18	34	133	2,7	0,46	35	190	2,7	0,65	38	118	4,2	0,23
JB3	21	56	3,6	0,18	22	55	3,1	0,30	32	128	3,2	0,55	36	80	4,7	0,17
JB4	40	105	4,8	0,11	32	92	4,3	0,14	39	136	4,6	0,35	64	398	4,4	0,19
JB5	44	318	4,1	0,25	60	279	4,6	0,22	57	370	4,8	0,44	42	552	3,1	0,29
JB6	25	202	3,6	0,23	39	205	4,3	0,19	33	206	3,4	0,33	48	277	4,5	0,19
JB7	20	78	3,6	0,16	49	723	3,1	0,46	59	690	4,3	0,27	48	211	4,7	0,09
JB8	23	139	3,5	0,22	37	116	4,3	0,17	47	268	4,1	0,26	45	177	4,2	0,27
JB9					36	119	4,2	0,19	56	270	4,6	0,20	44	185	4,4	0,42
JB10					38	118	4,3	0,17	49	243	4,7	0,16	47	143	4,8	0,13



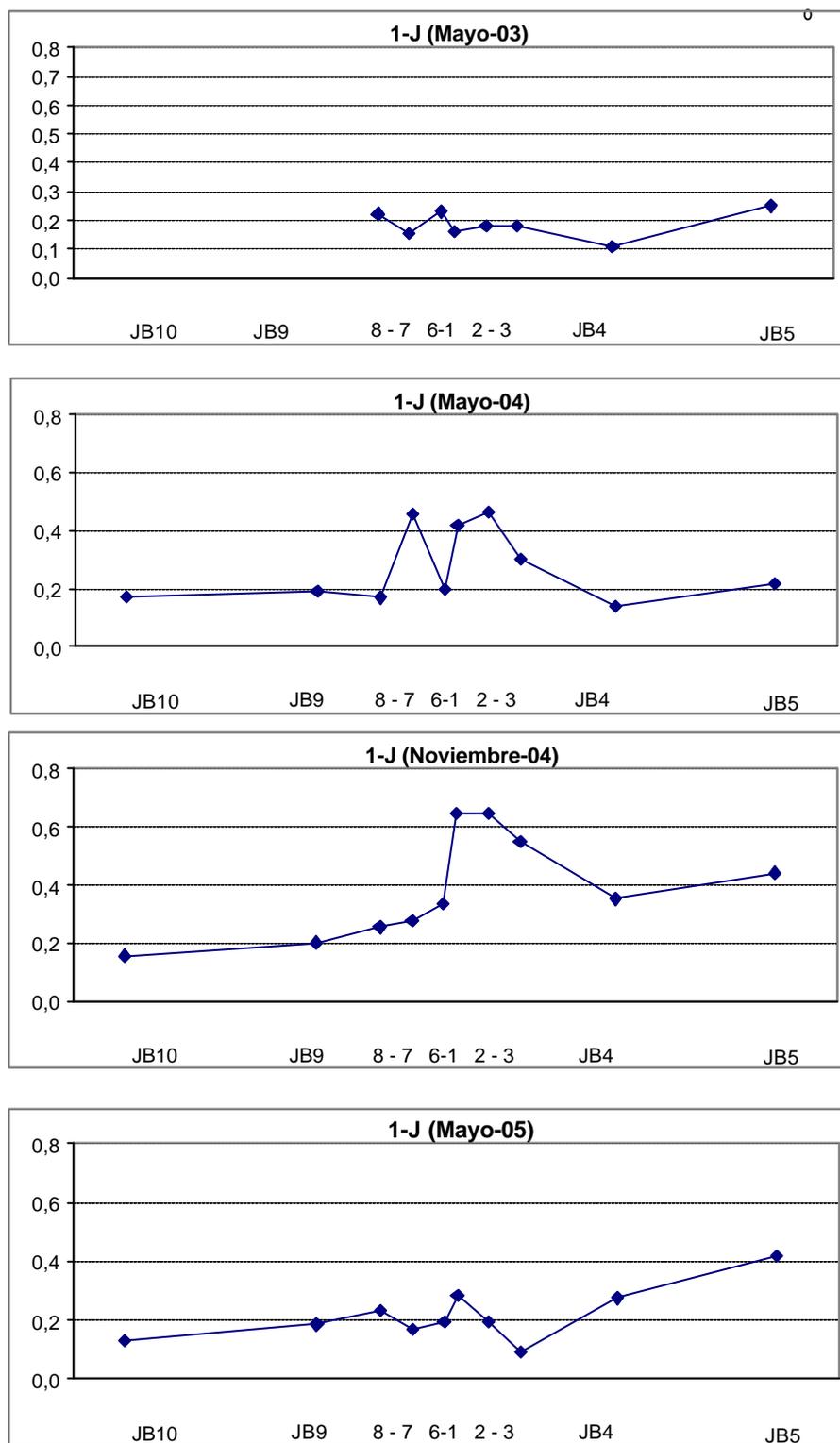
**Figura 32.-** Evolución de la riqueza específica a lo largo de los transectos estudiados en la ría de O Barqueiro.



**Figura 33.-** Evolución de la abundancia del macrobentos a lo largo de los transectos estudiados en la ría de o Barqueiro.



**Figura 34.-** Evolución de la diversidad del macrobentos a lo largo de los transectos estudiados en la ría de o Barqueiro.



**Figura 35.-** Evolución de la dominancia del macrobentos a lo largo de los transectos estudiados en la ría de o Barqueiro.

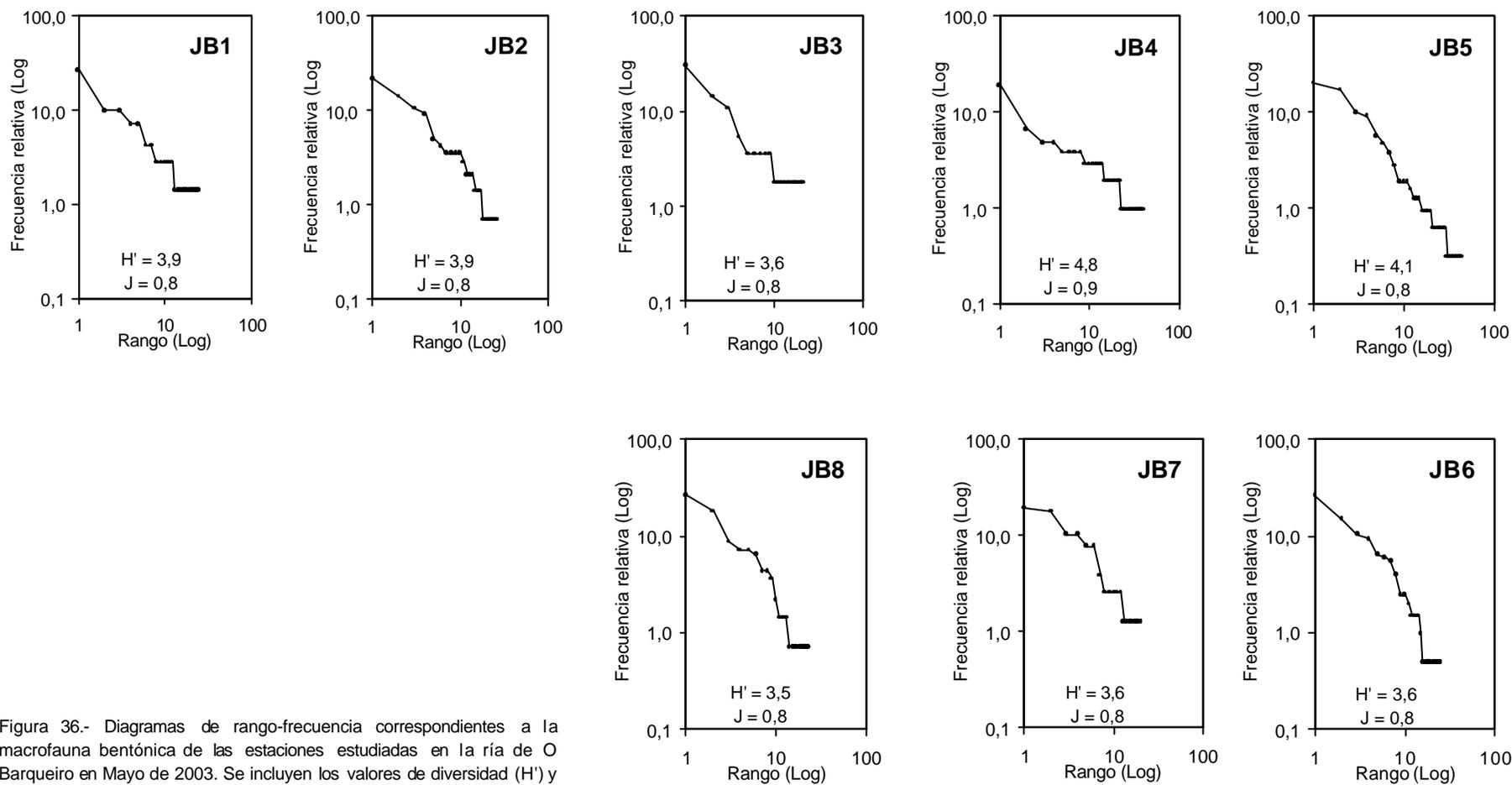


Figura 36.- Diagramas de rango-frecuencia correspondientes a la macrofauna bentónica de las estaciones estudiadas en la ría de O Barqueiro en Mayo de 2003. Se incluyen los valores de diversidad ( $H'$ ) y diversidad relativa ( $J$ ) de cada estación.

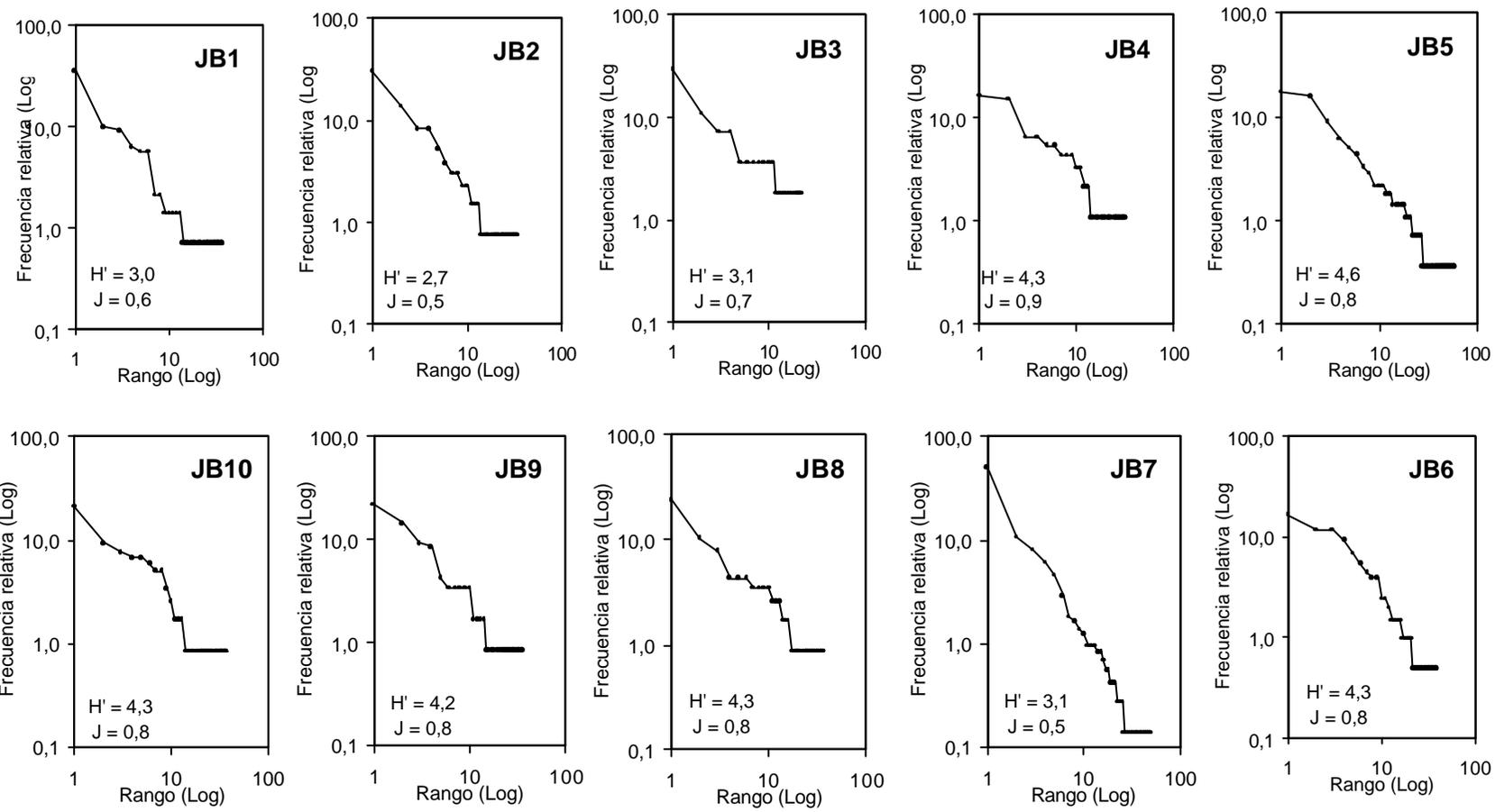
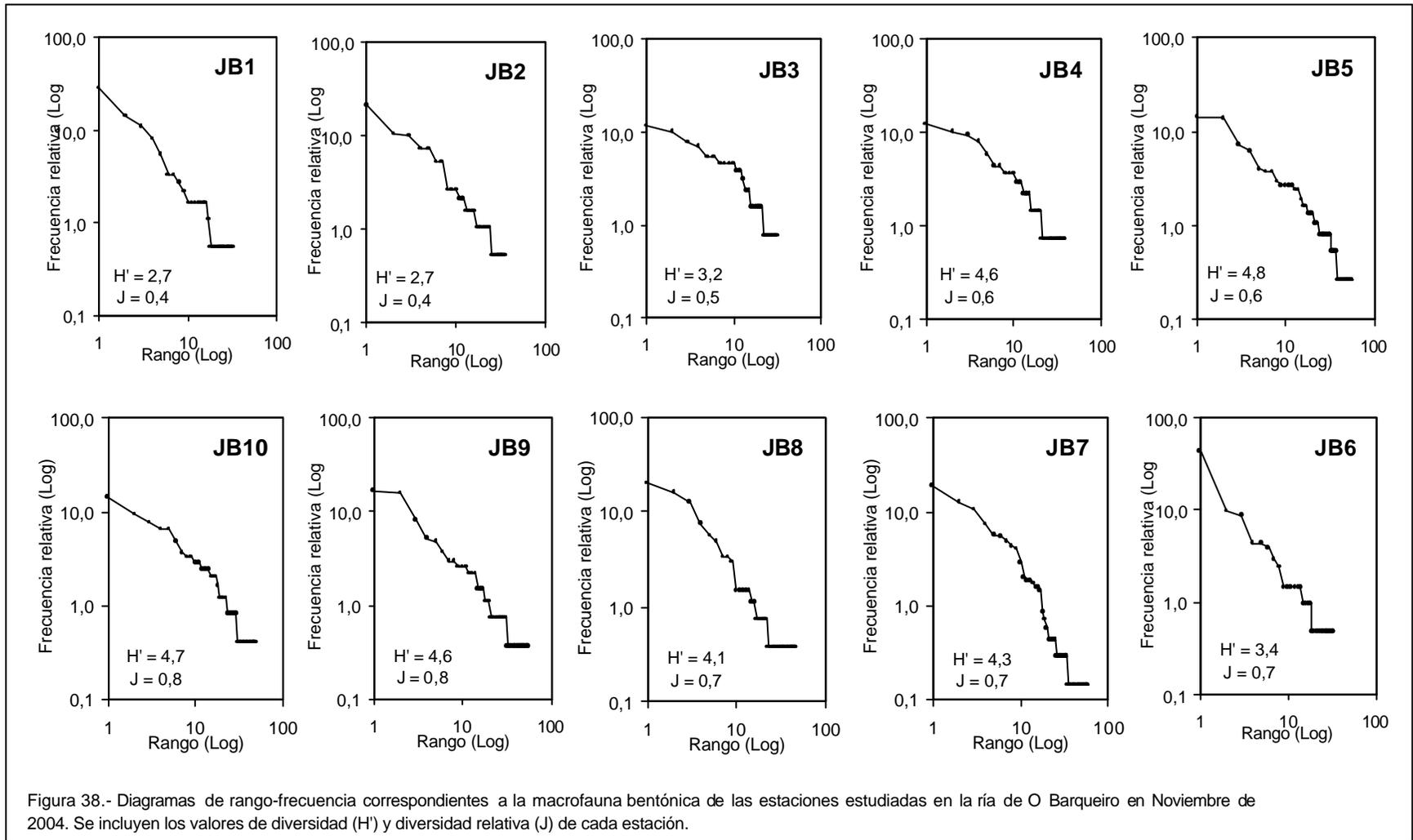


Figura 37.- Diagramas de rango-frecuencia correspondientes a la macrofauna bentónica de las estaciones estudiadas en la ría de O Barqueiro en Mayo de 2004. Se incluyen los valores de diversidad (H') y diversidad relativa (J) de cada estación.



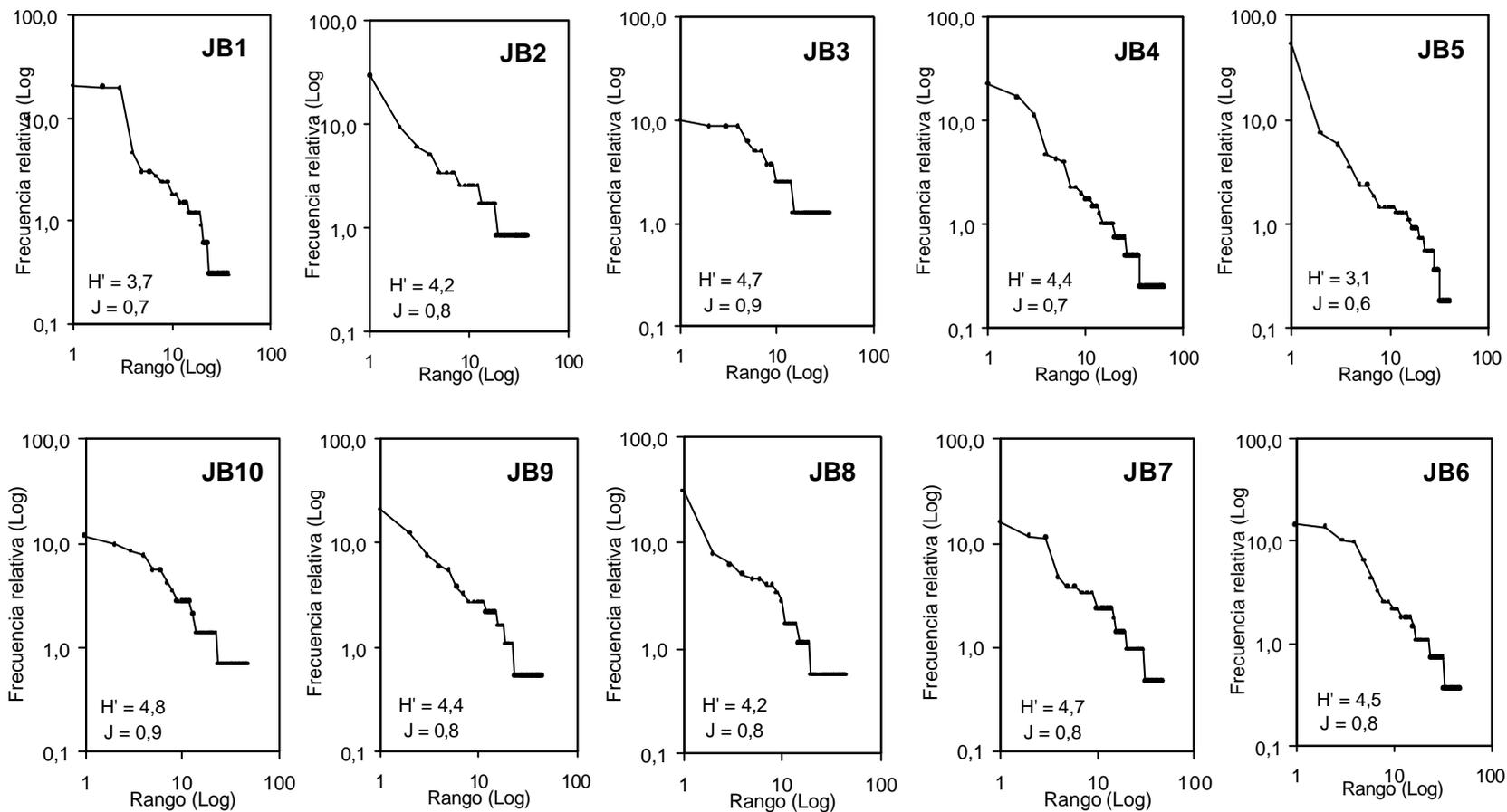
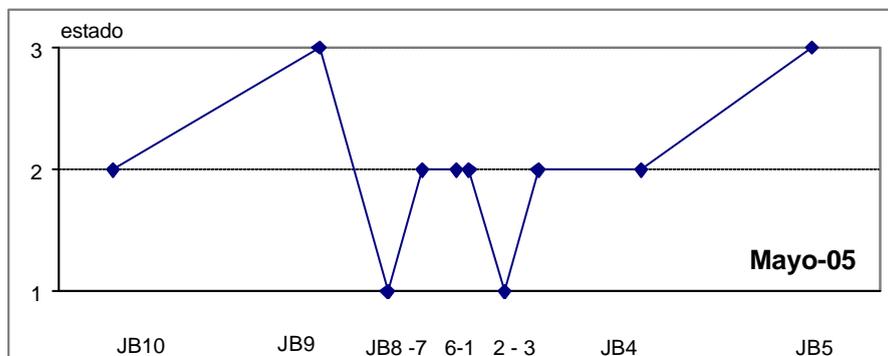
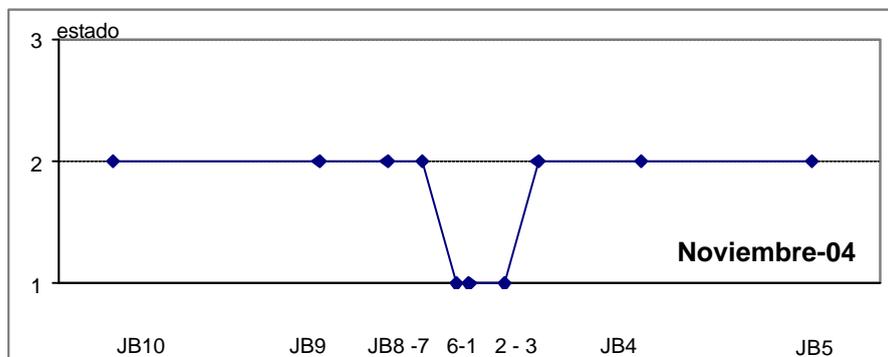
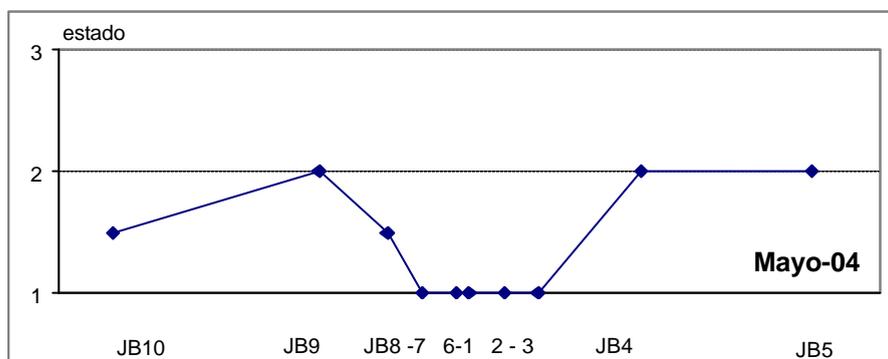
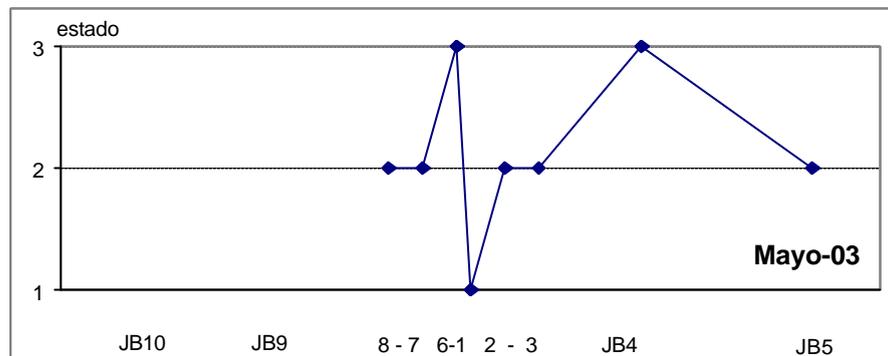


Figura 39.- Diagramas de rango-frecuencia correspondientes a la macrofauna bentónica de las estaciones estudiadas en la ría de O Barqueiro en Mayo de 2005. Se incluyen los valores de diversidad ( $H'$ ) y diversidad relativa ( $J$ ) de cada estación.



**Figura 40.-** Evolución del estado de sucesión derivado de los diagramas de rango-frecuencia de Frontier a lo largo de los transectos estudiados en torno a la instalación de la ría de O Barqueiro.

**Tabla XXXIX.-** Frecuencias relativas de las 25 primeras especies de cada estación en Mayo de 2003 en la instalación de la ría de O Barqueiro.

(GT), Grupos tróficos: (DS), depositívoros de superficie, (DSS), depositívoros de subsuperficie, (S), suspensívoros, (C), carnívoros y (OT), otros. En el **anexo I** se muestra la totalidad de taxones encontrados.

Clave sp	GT	JB1	Especie	GT	JB2	Especie	GT	JB3	Especie	GT	JB4	Especie	GT	JB5
PARA ARM	DSS	26,8	PARA ARM	DSS	22,0	NEPH CIR	C	30,4	GONI GAL	C	19,0	SPIO DEC	DS	20,4
APSE LAT	DS	9,9	UROT PUL	S	14,2	PARA ARM	DSS	14,3	NEMR IND	C	6,7	MAGE FIL	DS	17,3
SPIO DEC	DS	9,9	APSE LAT	DS	10,6	GONI GAL	C	10,7	APSE LAT	DS	4,8	PARA ARM	DSS	10,1
UROT PUL	S	7,0	SPIO DEC	DS	9,2	UROT PUL	S	5,4	OLIG IND	O	4,8	AMPE BRE	DS	9,1
HYAL BIL	C	7,0	MAGE JOH	DS	5,0	BATH GUI	DS	3,6	ATYL FAL	DS	3,8	PRIO MAL	DS	5,7
GLYR CON	C	4,2	NEMR IND	C	4,3	IPHI TRI	DS	3,6	ECHM PUS	DSS	3,8	SCOP GIR	DS	4,7
NEPH CIR	C	4,2	AMPE BRE	DS	3,5	DOSI LUP	S	3,6	NEPH CIR	C	3,8	CHAT SP_	DS	3,8
ACID SAR	O	2,8	LEMB LON	DS	3,5	CHAT SP_	DS	3,6	SPIO DEC	DS	3,8	HYAL BIL	C	2,8
MYSE BID	S	2,8	PHYD LIN	C	3,5	GLYR CON	C	3,6	BATH GUI	DS	2,9	AMPE SAR	DS	1,9
NOTM LAT	DSS	2,8	NEPH CIR	C	3,5	APSE LAT	DS	1,8	MEGA AGI	DS	2,9	MAGE JOH	DS	1,9
POLD KEM	DS	2,8	GLYR CON	C	2,8	BATH TEN	DS	1,8	PERI LON	DS	2,9	SPIP BOM	DS	1,9
SPIP BOM	DS	2,8	HIPM DEN	DS	2,1	EURD PUL	O	1,8	PARA ARM	DSS	2,9	CLYM OER	DSS	1,6
IPHI TRI	DS	1,4	SCOP SQU	DS	2,1	GAST SAN	O	1,8	PISO REM	C	2,9	CALN TYR	O	1,3
UROT POS	S	1,4	SPIP BOM	DS	2,1	NEBA BIP	DS	1,8	STAU KEF	C	2,9	PHYD LIN	C	1,3
TELL TEN	DS	1,4	MAGE FIL	DS	1,4	PONC ARE	DS	1,8	EURD PUL	O	1,9	PRIO STE	DS	1,3
BITT RET	O	1,4	SCOP GIR	DS	1,4	DIVA DIV	S	1,8	PONC ARE	DS	1,9	PHAR LEG	S	0,9
NEMR IND	C	1,4	NOTM LAT	DSS	1,4	SPIS SUB	S	1,8	UROT PUL	S	1,9	NEMR IND	C	0,9
CAPI CAP	DSS	1,4	BATH ELE	DS	0,7	HYAL BIL	C	1,8	VENU STR	S	1,9	GLYR CON	C	0,9
CHAT SP_	DS	1,4	GAST SAN	O	0,7	HETC BIO	DS	1,8	TELL PYG	DS	1,9	NEPH HOM	C	0,9
DIOA NEA	C	1,4	IPHI TRI	DS	0,7	MAGE JOH	DS	1,8	NEMT IND	O	1,9	SPIC COS	DS	0,9
MAGE FIL	DS	1,4	VENU STR	S	0,7	PRIO STE	DS	1,8	GLYR CON	C	1,9	LEUT INC	DS	0,6
ONUP ERE	C	1,4	HYAL BIL	C	0,7				POLG LAC	DS	1,9	VENU STR	S	0,6
POLR PAL	DS	1,4	CHAT SP_	DS	0,7				GAST SAN	O	1,0	NASS RET	O	0,6
SIGA MAT	C	1,4	MEDI FRA	DSS	0,7				MCPI MAR	C	1,0	MYSE BID	S	0,6
			PHYD KOS	C	0,7				LYSA PLU	O	1,0	EXO G HEB	C	0,6

Especie	GT	JB6	Especie	GT	JB7	Especie	GT	JB8
SPIO DEC	DS	26,2	NEPH CIR	C	19,2	PARA ARM	DSS	26,6
MEDI FRA	DSS	14,9	UROT PUL	S	17,9	UROT PUL	S	18,0
NEMT IND	O	10,4	BATH PEL	DS	10,3	NEPH CIR	C	8,6
AONI OXY	DS	9,4	PARA ARM	DSS	10,3	BATH PEL	DS	7,2
AMPE BRE	DS	6,4	APSE LAT	DS	7,7	NEMR IND	C	7,2
APSE LAT	DS	5,9	LEMB LON	DS	7,7	LEMB LON	DS	6,5
UROT PUL	S	5,4	HIPM DEN	DS	3,8	APSE LAT	DS	4,3
NEPH CIR	C	4,0	NEBA BIP	DS	2,6	SPIO DEC	DS	4,3
LEMB LON	DS	2,5	TELL TEN	DS	2,6	AMPE BRE	DS	3,6
GLYR CON	C	2,5	NEMR IND	C	2,6	HYAL BIL	C	2,2
PARA ARM	DSS	2,0	GONI GAL	C	2,6	SPIS SUB	S	1,4
NASS RET	O	1,5	SPIO DEC	DS	2,6	PHYD LIN	C	1,4
CAPI CAP	DSS	1,5	ATYL FAL	DS	1,3	SPIP BOM	DS	1,4
CHAT SP_	DS	1,5	GAST SAN	O	1,3	BATH PIL	DS	0,7
DOSI LUP	S	1,0	IPHI TRI	DS	1,3	BATH TEN	DS	0,7
AMPE SAR	DS	0,5	VENU STR	S	1,3	CALL CHI	DS	0,7
GAST SAN	O	0,5	MYSE BID	S	1,3	LEIO CLY	DSS	0,7
HIPM DEN	DS	0,5	NEMT IND	O	1,3	DISI UNC	DS	0,7
PONC ARE	DS	0,5	HYAL BIL	C	1,3	GLYR CON	C	0,7
TELL FAB	DS	0,5	DISI UNC	DS	1,3	LUMB GRA	C	0,7
GONI GAL	C	0,5				NOTM LAT	DSS	0,7
LUMB GRA	C	0,5				STRP WEB	C	0,7
NOTM LAT	DSS	0,5				TERD IND	DS	0,7
POLD KEM	DS	0,5						
SCOR TYP	DSS	0,5						

**Tabla XL.-** Frecuencias relativas de las 25 primeras especies de cada estación en Mayo de 2004 en la instalación de la ría de O Barqueiro.

(GT), Grupos tróficos: (DS), depositívoros de superficie, (DSS), depositívoros de subsuperficie, (S), suspensívoros, (C), carnívoros y (OT), otros. En el **anexo I** se muestra la totalidad de taxones encontrados.

Especie	GT	JB1	Especie	GT	JB2	Especie	GT	JB3	Especie	GT	JB4	Especie	GT	JB5
PARA ARM	DSS	35,2	PARA ARM	DSS	30,1	GONI GAL	C	29,1	GONI GAL	C	16,3	MAGE FIL	DS	17,2
NEPH CIR	C	9,9	UROT PUL	S	13,5	PARA ARM	DSS	10,9	OLIG IND	O	15,2	PARA ARM	DSS	15,8
APSE LAT	DS	9,2	AMPE BRE	DS	8,3	DIVA DIV	S	7,3	ATYL FAL	DS	6,5	SPIO DEC	DS	9,0
UROT PUL	S	6,3	SPIO DEC	DS	8,3	NEPH CIR	C	7,3	NEPH CIR	C	6,5	CHAT SP_	DS	6,1
MAGE FIL	DS	5,6	NEMR IND	C	5,3	BATH TEN	DS	3,6	NEMT IND	O	5,4	SPIC COS	DS	5,0
SPIO DEC	DS	5,6	SPIP BOM	DS	3,8	EURD PUL	O	3,6	NEMR IND	C	5,4	MAGE JOH	DS	4,3
DIVA DIV	S	2,1	APSE LAT	DS	3,0	UROT PUL	S	3,6	CAEC IMP	O	4,3	AMPE BRE	DS	3,2
HYAL BIL	C	2,1	BATH TEN	DS	3,0	NEMR IND	C	3,6	HETC BIO	DS	4,3	LEUT INC	DS	2,9
HIPM DEN	DS	1,4	HYAL BIL	C	2,3	MYST ELO	C	3,6	MYST ELO	C	4,3	TELL FAB	DS	2,2
PAGU BER	DS	1,4	MEDI FRA	DSS	2,3	NOTM LAT	DSS	3,6	ECHM PUS	DSS	3,3	RISS PAR	O	2,2
NEMR IND	C	1,4	LEMB LON	DS	1,5	PRIO STE	DS	3,6	DENT VUL	DS	3,3	PRIO CIR	DS	2,2
GLYR CON	C	1,4	GAST SAN	O	1,5	AMPE TYP	DS	1,8	PARA LYR	DSS	2,2	HYAL BIL	C	1,8
POEC SER	DS	1,4	NEPH CIR	C	1,5	BATH PIL	DS	1,8	SYLL HYA	C	2,2	PRIO STE	DS	1,8
AMPE BRE	DS	0,7	AMPE TYP	DS	0,8	LEUT INC	DS	1,8	LEMB LON	DS	1,1	VENU STR	S	1,4
AMPE SAR	DS	0,7	BATH PIL	DS	0,8	ECHI COR	DSS	1,8	EBAL TUM	C	1,1	NEMR IND	C	1,4
BATH GUI	DS	0,7	DIOP PUG	DS	0,8	ECHM PUS	DSS	1,8	MELT OBT	O	1,1	PRIO MAL	DS	1,4
CORS CAS	C	0,7	HIPM DEN	DS	0,8	LABI DIG	DSS	1,8	PAGU BER	DS	1,1	SCOR TYP	DSS	1,4
PERI LON	DS	0,7	IPHI TRI	DS	0,8	PHYD LIN	C	1,8	ECHI COR	DSS	1,1	SPIP BOM	DS	1,4
AMPU CHI	DS	0,7	OSTA IND	S	0,8	LEIO CLY	DSS	1,8	CALL CHI	DS	1,1	ALVA SEM	DS	1,1
ECHI COR	DSS	0,7	ECHI COR	DSS	0,8	POEC SER	DS	1,8	CYLC CYL	C	1,1	TUBL POL	C	1,1
CALL CHI	DS	0,7	VENU STR	S	0,8	SPIP BOM	DS	1,8	ASTA TRI	S	1,1	GLYR CON	C	1,1
DOSI LUP	S	0,7	DOSI LUP	S	0,8	STRP WEB	C	1,8	DIVA DIV	S	1,1	LEMB LON	DS	0,7
TELL FAB	DS	0,7	DIVA DIV	S	0,8				NATI ALD	C	1,1	NEBA BIP	DS	0,7
CULT PEL	S	0,7	NATI ALD	C	0,8				PHAR LEG	S	1,1	TELL SQU	DS	0,7
THRA PHA	S	0,7	CERB MAR	C	0,8				GLYR CON	C	1,1	TURB CRE	O	0,7

Especie	GT	JB6	Especie	GT	JB7	Especie	GT	JB8	Especie	GT	JB9	Especie	GT	JB10
UROT PUL	S	16,6	NEMT IND	O	49,7	PARA ARM	DSS	24,1	PARA ARM	DSS	21,8	PARA ARM	DSS	21,2
LEMB LON	DS	11,7	OLIG IND	O	10,7	UROT PUL	S	10,3	UROT PUL	S	14,3	UROT PUL	S	9,3
PARA ARM	DSS	11,7	CAPI CAP	DSS	8,0	NEPH CIR	C	7,8	THRA PHA	S	9,2	NEMR IND	C	7,6
AMPE BRE	DS	9,3	PAGU BER	DS	6,1	APSE LAT	DS	4,3	NEMR IND	C	8,4	THRA PHA	S	6,8
HIPM DEN	DS	6,8	MEDI FRA	DSS	4,6	NEMR IND	C	4,3	APSE LAT	DS	4,2	SPIP BOM	DS	6,8
NEPH CIR	C	5,4	GONI GAL	C	2,9	HYAL BIL	C	4,3	BATH GUI	DS	3,4	SPIO DEC	DS	5,9
SPIO DEC	DS	4,4	GAML FUC	DS	1,8	BATH PEL	DS	3,4	MONT FER	DS	3,4	HYAL BIL	C	5,1
APSE LAT	DS	3,9	POLR PAL	DS	1,7	THRA PHA	S	3,4	NEPH CIR	C	3,4	NEPH CIR	C	5,1
MAGE FIL	DS	3,9	GLYR LAP	C	1,4	TUBL POL	C	3,4	SPIO DEC	DS	3,4	DIOP PUG	DS	3,4
SIPH KRO	DS	2,4	POLB HEN	C	1,2	SPIO DEC	DS	3,4	SPIP BOM	DS	3,4	AMPE BRE	DS	2,5
TELL FAB	DS	2,4	LEPS INH	DSS	1,0	LEMB LON	DS	2,6	CALL CHI	DS	1,7	ATYL SWA	DS	1,7
NEMR IND	C	2,0	NOTM LAT	DSS	1,0	PERI LON	DS	2,6	NATI ALD	C	1,7	MEGA AGI	DS	1,7
MONT FER	DS	1,5	SPIO DEC	DS	1,0	ARIC LAT	DSS	2,6	NEMT IND	O	1,7	TUBL POL	C	1,7
CAPI CAP	DSS	1,5	PHYD GRO	C	0,8	IPHI TRI	DS	1,7	HYAL BIL	C	1,7	AMPE TYP	DS	0,8
MAGE JOH	DS	1,5	PARA ARM	DSS	0,8	DIVA DIV	S	1,7	AMPE TYP	DS	0,8	AMHI IND	DS	0,8
POLD KEM	DS	1,5	STAU KEF	C	0,7	OWEN FUS	S	1,7	LEMB LON	DS	0,8	LEMB LON	DS	0,8
AMPE SAR	DS	1,0	MELT GLA	O	0,6	AMPE BRE	DS	0,9	BATH NAN	DS	0,8	LEUT PRO	DS	0,8
LEUT INC	DS	1,0	PIST CRI	C	0,6	AMPE SAR	DS	0,9	BATH TEN	DS	0,8	MICP MAC	DS	0,8
PERI LON	DS	1,0	ATYL FAL	DS	0,4	AMPE TYP	DS	0,9	IPHI TRI	DS	0,8	ORCL NAN	O	0,8
NEMT IND	O	1,0	PERI LON	DS	0,4	ATYL FAL	DS	0,9	OSTA IND	S	0,8	PERI LON	DS	0,8
MEDI FRA	DSS	1,0	MYSE BID	S	0,4	HIPM DEN	DS	0,9	SIPH KRO	DS	0,8	ECHI COR	DSS	0,8
AMPE TYP	DS	0,5	CHEI INT	DS	0,3	LEUT INC	DS	0,9	ECHI COR	DSS	0,8	CARD ACU	S	0,8
ANAP LAE	DS	0,5	COPE IND	O	0,3	PAGU BER	DS	0,9	DENT VUL	DS	0,8	TELL SQU	DS	0,8
BATH NAN	DS	0,5	MCPI PUS	C	0,3	SIPH KRO	DS	0,9	TELL FAB	DS	0,8	CERB MAR	C	0,8
BATH PEL	DS	0,5	CAEC IMP	O	0,3	AMPU CHI	DS	0,9	CERB MAR	C	0,8	PISC IND	O	0,8

**Tabla XLL-** Frecuencias relativas de las 25 primeras especies de cada estación en Noviembre de 2004 en la instalación de la ría de O Barqueiro.

(GT), Grupos tróficos: (DS), depositívoros de superficie, (DSS), depositívoros de subsuperficie, (S), suspensívoros, (C), carnívoros y (OT), otros. En el **anexo I** se muestra la totalidad de taxones encontrados.

Especie	GT	JB1	Especie	GT	JB2	Especie	GT	JB3	Especie	GT	JB4	Especie	GT	JB5
SPIO DEC	DS	28,6	PARA ARM	DSS	21,6	GONI GAL	C	11,7	BATH GUI	DS	12,5	MAGE FIL	DS	14,3
APSE LAT	DS	14,3	POLR PAL	DS	10,5	POLR PAL	DS	10,2	NEMR IND	C	10,3	PARA ARM	DSS	14,1
PARA ARM	DSS	11,0	SPIO DEC	DS	10,0	SPIO DEC	DS	7,8	GONI GAL	C	9,6	SPIO DEC	DS	7,3
POLR PAL	DS	8,2	APSE LAT	DS	7,4	NEMR IND	C	7,0	APSE LAT	DS	8,1	AMPE BRE	DS	6,2
MAGE FIL	DS	5,5	NEMR IND	C	7,4	APSE LAT	DS	5,5	POLR PAL	DS	5,9	APSE LAT	DS	4,1
UROT PUL	S	3,3	UROT PUL	S	5,3	NEPH CIR	C	5,5	CHAT SP_	DS	4,4	LEUT INC	DS	3,8
CAPI CAP	DSS	3,3	CHAT SP_	DS	5,3	AMPE TYP	DS	4,7	SPIO DEC	DS	4,4	TELL FAB	DS	3,8
NEMR IND	C	2,7	BATH ELE	DS	2,6	UROT PUL	S	4,7	AMPE TYP	DS	3,7	SPIP BOM	DS	3,0
LEUT INC	DS	2,2	BATH GUI	DS	2,6	CHAT SP_	DS	4,7	NEPH CIR	C	3,7	HYAL BIL	C	2,7
AMPE BRE	DS	1,6	LEUT INC	DS	2,6	PARA ARM	DSS	4,7	PRIO MAL	DS	3,7	CHAT SP_	DS	2,7
HIPM DEN	DS	1,6	LEMB LON	DS	2,1	BATH GUI	DS	3,9	TUBL POL	C	2,9	CLYMOER	DSS	2,7
NASS RET	O	1,6	PROC PAR	C	2,1	PRIO MAL	DS	3,9	POEC SER	DS	2,9	NEPH CIR	C	2,7
TUBL POL	C	1,6	HIPM DEN	DS	1,6	SPIP BOM	DS	3,1	LEUT INC	DS	2,2	POEC SER	DS	2,4
CHAT SP_	DS	1,6	CALL CHI	DS	1,6	CALL CHI	DS	2,3	DIVA DIV	S	2,2	SPIC COS	DS	2,4
NEPH CIR	C	1,6	DENT VUL	DS	1,6	POLG APP	DS	2,3	HETC BIO	DS	2,2	EXOGE HEB	C	1,9
POEC SER	DS	1,6	NEPH CIR	C	1,6	HIPM DEN	DS	1,6	UROT PUL	S	1,5	NEMR IND	C	1,6
NOTM LAT	DSS	1,1	AMPE TYP	DS	1,1	ECHM PUS	DSS	1,6	ECHM PUS	DSS	1,5	MAGE JOH	DS	1,6
IPHI TRI	DS	0,5	DOSI LUP	S	1,1	DENT VUL	DS	1,6	NATI ALD	C	1,5	IPHI TRI	DS	1,4
NEBA BIP	DS	0,5	NATI ALD	C	1,1	NATI ALD	C	1,6	NEMT IND	O	1,5	PHAR LEG	S	1,4
PROC PAR	C	0,5	MYSE BID	S	1,1	TUBL POL	C	1,6	PARA ARM	DSS	1,5	CAPI CAP	DSS	1,4
TRYS LON	DS	0,5	EULA SAN	C	1,1	STRP WEB	C	1,6	GAST SAN	O	0,7	AMPE SAR	DS	1,1
ECHI COR	DSS	0,5	MEDI FRA	DSS	1,1	LEMB LON	DS	0,8	HIPM DEN	DS	0,7	SCOP GIR	DS	1,1
VENU STR	S	0,5	PRIO MAL	DS	1,1	GAST SAN	O	0,8	LYSA INS	O	0,7	POLR PAL	DS	1,1
NATI ALD	C	0,5	SCOP TRI	DS	1,1	NEBA BIP	DS	0,8	PAGU PUB	DS	0,7	CALN TYR	O	0,8
MYSE BID	S	0,5	CALN TYR	O	0,5	DOSI LUP	S	0,8	ECHI COR	DSS	0,7	VENU STR	S	0,8

Especie	GT	JB6	Especie	GT	JB7	Especie	GT	JB8	Especie	GT	JB9	Especie	GT	JB10
SPIO DEC	DS	43,7	NEMT IND	O	19,0	PARA ARM	DSS	20,1	UROT PUL	S	16,7	APSE LAT	DS	14,4
POLR PAL	DS	9,7	OLIG IND	O	12,8	APSE LAT	DS	16,0	SPIO DEC	DS	15,9	PARA ARM	DSS	9,5
APSE LAT	DS	8,7	POLR PAL	DS	10,7	SPIO DEC	DS	12,7	PARA ARM	DSS	8,1	SPIO DEC	DS	7,8
CAPI CAP	DSS	4,4	PRIO MAL	DS	7,4	UROT PUL	S	7,5	NEMR IND	C	5,2	UROT PUL	S	6,6
MAGE FIL	DS	4,4	POLG LAC	DS	5,7	POLR PAL	DS	5,6	APSE LAT	DS	4,8	NEMR IND	C	6,6
PARA ARM	DSS	3,9	STAU KEF	C	5,5	NEMR IND	C	4,9	NOTM LAT	DSS	3,7	MAGE FIL	DS	4,9
POEC SER	DS	2,9	GAML FUC	DS	4,9	AMPE SAR	DS	3,4	LEUT INC	DS	3,0	NOTM LAT	DSS	3,7
UROT PUL	S	2,4	MEDI FRA	DSS	4,3	HYAL BIL	C	3,4	HYAL BIL	C	3,0	DIOP PUG	DS	3,3
AMPE BRE	DS	1,5	NOTM LAT	DSS	4,1	NOTM LAT	DSS	3,0	LEIO CLY	DSS	2,6	TUBL POL	C	3,3
BATH PEL	DS	1,5	HETC BIO	DS	2,9	ECHI COR	DSS	1,5	MAGE FIL	DS	2,6	LEIO CLY	DSS	2,9
HIPM DEN	DS	1,5	PERI LON	DS	2,0	LEIO CLY	DSS	1,5	POLR PAL	DS	2,6	POLR PAL	DS	2,9
MEDI FRA	DSS	1,5	TUBL POL	C	1,9	MAGE FIL	DS	1,5	AMPE SAR	DS	2,2	AMPE BRE	DS	2,5
NEPH CIR	C	1,5	GONI GAL	C	1,9	PRIO MAL	DS	1,5	DIOP PUG	DS	2,2	AMPE SAR	DS	2,5
PRIO MAL	DS	1,5	GLYR LAP	C	1,7	SPIP BOM	DS	1,5	THRA PHA	S	2,2	HYAL BIL	C	2,5
LEUT INC	DS	1,0	NEMR IND	C	1,6	DIOP PUG	DS	1,1	MEDI FRA	DSS	1,5	AMPE TYP	DS	2,1
HYAL BIL	C	1,0	PIST CRI	C	1,6	IPHI TRI	DS	1,1	SCOR TYP	DSS	1,5	MEDI FRA	DSS	2,1
EULA SAN	C	1,0	MELT OBT	O	1,4	HIPM DEN	DS	0,7	SPIP BOM	DS	1,5	SPIP BOM	DS	2,1
SCOP TRI	DS	1,0	AONI OXY	DS	0,9	DIVA DIV	S	0,7	AMPE BRE	DS	1,1	MAGE JOH	DS	1,6
IPHI TRI	DS	0,5	PHYD GRO	C	0,7	THRA PHA	S	0,7	LEMB LON	DS	1,1	LEUT INC	DS	1,2
PAGU BER	DS	0,5	MYTI GAL	S	0,6	MAGE JOH	DS	0,7	BATH GUI	DS	1,1	THRA PHA	S	1,2
ECHI COR	DSS	0,5	ANAP HYN	DS	0,4	MEDI FRA	DSS	0,7	BATH ELE	DS	0,7	NEPH CIR	C	1,2
TELL FAB	DS	0,5	AMPX LAN	S	0,4	SCOP TRI	DS	0,7	BATH PEL	DS	0,7	SIGA MAT	C	1,2
DIVA DIV	S	0,5	HARM LUN	C	0,4	AMPE BRE	DS	0,4	SIPH KRO	DS	0,7	TELL SQU	DS	0,8
NEMR IND	C	0,5	STRP WEB	C	0,4	LEMB LON	DS	0,4	TELL FAB	DS	0,7	CALL CHI	DS	0,8
TUBL POL	C	0,5	SYLL COR	C	0,4	BATH GUI	DS	0,4	NATI ALD	C	0,7	VENU STR	S	0,8

**Tabla XLII.-** Frecuencias relativas de las 25 primeras especies de cada estación en Mayo de 2005 en la instalación de la ría de O Barqueiro.

(GT), Grupos tróficos: (DS), depositívoros de superficie, (DSS), depositívoros de subsuperficie, (S), suspensívoros, (C), carnívoros y (OT), otros. En el **anexo I** se muestra la totalidad de taxones encontrados.

Especie	GT	JB1	Especie	GT	JB2	Especie	GT	JB3	Especie	GT	JB4	Especie	GT	JB5
SPIO DEC	DS	20,5	PARA ARM	DSS	29,7	GONI GAL	C	10,0	NEMT IND	O	22,6	NEMT IND	O	53,4
MAGE JOH	DS	20,2	SPIO DEC	DS	9,3	NEPH CIR	C	8,8	PARA ARM	DSS	16,8	POLG APP	DS	7,4
PARA ARM	DSS	19,6	NEMR IND	C	5,9	PARA ARM	DSS	8,8	SPIO DEC	DS	11,3	PISO REM	C	5,8
CAPI CAP	DSS	4,5	UROT PUL	S	5,1	SPIO DEC	DS	8,8	MAGE JOH	DS	4,8	OLIG IND	O	3,4
UROT PUL	S	3,0	APSE LAT	DS	3,4	NEMR IND	C	6,3	MAGE FIL	DS	4,3	EURD PUL	O	2,4
MEDI FRA	DSS	3,0	HYAL BIL	C	3,4	THRA PHA	S	5,0	ORCL NAN	O	4,0	SPHS HYS	C	2,4
MAGE FIL	DS	2,7	MAGE JOH	DS	3,4	CAPI CAP	DSS	5,0	NEMR IND	C	2,3	OPIS PTE	C	1,8
NEMR IND	C	2,4	ANON LIL	DS	2,5	CYLC CYL	C	3,8	CAPI CAP	DSS	2,3	BATH GUI	DS	1,4
NEPH CIR	C	2,4	DIVA DIV	S	2,5	TELL PYG	DS	3,8	POLR PAL	DS	2,0	COPE IND	O	1,4
APSE LAT	DS	1,8	NEPH CIR	C	2,5	BATH GUI	DS	2,5	TELL FAB	DS	1,8	MYST ELO	C	1,4
POEC SER	DS	1,8	NOTM LAT	DSS	2,5	PERI LON	DS	2,5	MEDI FRA	DSS	1,8	STRP WEB	C	1,4
AMPE BRE	DS	1,5	POLR PAL	DS	2,5	DENT VUL	DS	2,5	HYAL BIL	C	1,5	TELL PYG	DS	1,3
TELL FAB	DS	1,5	AMPE BRE	DS	1,7	RISS PAR	O	2,5	NEPH CIR	C	1,5	GLYR CON	C	1,3
GLYR CON	C	1,5	HIPM DEN	DS	1,7	HETC BIO	DS	2,5	AMPE BRE	DS	1,3	SCOP SQU	DS	1,3
NEBA BIP	DS	1,2	DOSI LUP	S	1,7	ANON LIL	DS	1,3	APSE LAT	DS	1,0	SPIO DEC	DS	1,3
NEMT IND	O	1,2	PHYD LIN	C	1,7	ATYL SWA	DS	1,3	RISS PAR	O	1,0	NEMR IND	C	1,1
HYAL BIL	C	1,2	LEIO CLY	DSS	1,7	MCPI ARC	C	1,3	THRA PHA	S	1,0	LEIO CLY	DSS	0,9
POLR PAL	DS	1,2	MEDI FRA	DSS	1,7	NEBA BIP	DS	1,3	GONI GAL	C	1,0	GONI GAL	C	0,9
SPIP BOM	DS	1,2	BATH ELE	DS	0,8	PAGU BER	DS	1,3	SPIP BOM	DS	1,0	SYLL HYA	C	0,9
PHYD LIN	C	0,9	ORCL NAN	O	0,8	CALL CHI	DS	1,3	LEUT INC	DS	0,8	ECHM PUS	DSS	0,7
LEMB LON	DS	0,6	PAGU BER	DS	0,8	VENU STR	S	1,3	PAGU BER	DS	0,8	PISO PAR	C	0,7
MONT FER	DS	0,6	PERI LON	DS	0,8	DOSI LUP	S	1,3	VENU STR	S	0,8	SYLD SP_	C	0,7
NOTM LAT	DSS	0,6	TRYS LON	DS	0,8	DIVA DIV	S	1,3	CYLC CYL	C	0,8	PONC ARE	DS	0,5
BATH GUI	DS	0,3	AMPU CHI	DS	0,8	NATI ALD	C	1,3	TELL PYG	DS	0,8	HETC BIO	DS	0,5
DIOP PUG	DS	0,3	ECHM PUS	DSS	0,8	PHIL QUA	C	1,3	NOTM LAT	DSS	0,8	NEPH CIR	C	0,5

Especie	GT	JB6	Especie	GT	JB7	Especie	GT	JB8	Especie	GT	JB9	Especie	GT	JB10
MAGE JOH	DS	14,4	PARA ARM	DSS	16,1	PARA ARM	DSS	30,5	PARA ARM	DSS	21,1	PARA ARM	DSS	11,9
PARA ARM	DSS	13,7	SPIO DEC	DS	11,8	UROT PUL	S	7,9	UROT PUL	S	12,4	THRA PHA	S	9,8
CAPI CAP	DSS	10,1	MAGE JOH	DS	11,4	MAGE JOH	DS	6,2	NEPH CIR	C	7,6	NEMR IND	C	8,4
SPIO DEC	DS	9,7	CAPI CAP	DSS	4,7	NEMR IND	C	5,1	NEMR IND	C	5,9	NOTM LAT	DSS	7,7
POEC SER	DS	6,5	HIPM DEN	DS	3,8	MEDI FRA	DSS	4,5	SPIO DEC	DS	5,4	UROT PUL	S	5,6
HIPM DEN	DS	4,3	MAGE FIL	DS	3,8	POLR PAL	DS	4,5	NEMT IND	O	3,8	POLR PAL	DS	5,6
UROT PUL	S	3,2	AMPE BRE	DS	3,3	APSE LAT	DS	4,0	POLR PAL	DS	3,2	HYAL BIL	C	4,2
AMPE BRE	DS	2,5	MEDI FRA	DSS	3,3	HYAL BIL	C	4,0	THRA PHA	S	2,7	MAGE FIL	DS	3,5
MEDI FRA	DSS	2,5	POEC SER	DS	3,3	NOTM LAT	DSS	3,4	HYAL BIL	C	2,7	APSE LAT	DS	2,8
NEMT IND	O	2,2	APSE LAT	DS	2,4	SPIO DEC	DS	2,8	MAGE FIL	DS	2,7	MEDI FRA	DSS	2,8
MAGE FIL	DS	2,2	BATH GUI	DS	2,4	AMPE BRE	DS	1,7	NOTM LAT	DSS	2,7	NEPH CIR	C	2,8
APSE LAT	DS	1,8	UROT PUL	S	2,4	HIPM DEN	DS	1,7	APSE LAT	DS	2,2	SPIO DEC	DS	2,8
TELL FAB	DS	1,8	NEPH CIR	C	2,4	TRYS LON	DS	1,7	MAGE JOH	DS	2,2	NATI ALD	C	2,1
NEMR IND	C	1,8	SPIP BOM	DS	2,4	SPIP BOM	DS	1,7	MEDI FRA	DSS	2,2	AMPE BRE	DS	1,4
GLYR CON	C	1,8	NASS RET	O	1,9	BATH PIL	DS	1,1	SPIP BOM	DS	2,2	HIPM DEN	DS	1,4
PRIOR MAL	DS	1,4	PAGU BER	DS	1,4	DOSI LUP	S	1,1	AMPE BRE	DS	1,6	CALL CHI	DS	1,4
BATH GUI	DS	1,1	NEMT IND	O	1,4	THRA PHA	S	1,1	MONT FER	DS	1,6	DENT NOV	DS	1,4
MONT FER	DS	1,1	PHYD LIN	C	1,4	NEPH CIR	C	1,1	CAPI CAP	DSS	1,6	CAPI CAP	DSS	1,4
HYAL BIL	C	1,1	POMA TRI	S	1,4	SCOP TRI	DS	1,1	AMPE TYP	DS	1,1	LEIO CLY	DSS	1,4
SCOP GIR	DS	1,1	COPE IND	O	0,9	AMPE TYP	DS	0,6	COPE IND	O	1,1	SCOR TYP	DSS	1,4
NEPH CIR	C	1,1	NEBA BIP	DS	0,9	BATH GUI	DS	0,6	LEUT INC	DS	1,1	SCOP TRI	DS	1,4
NOTM LAT	DSS	1,1	NEMR IND	C	0,9	GAST SAN	O	0,6	GLYR CON	C	1,1	SIGA MAT	C	1,4
POLR PAL	DS	1,1	TUBL POL	C	0,9	PAGU BER	DS	0,6	AMPT HEL	O	0,5	COPE IND	O	0,7
ANAP HYN	DS	0,7	LEIO CLY	DSS	0,9	PERI LON	DS	0,6	BATH GUI	DS	0,5	DECA LAR	O	0,7
LEMB LON	DS	0,7	EXO G HEB	C	0,9	AMPU CHI	DS	0,6	DEXA SPI	DS	0,5	LEUT INC	DS	0,7

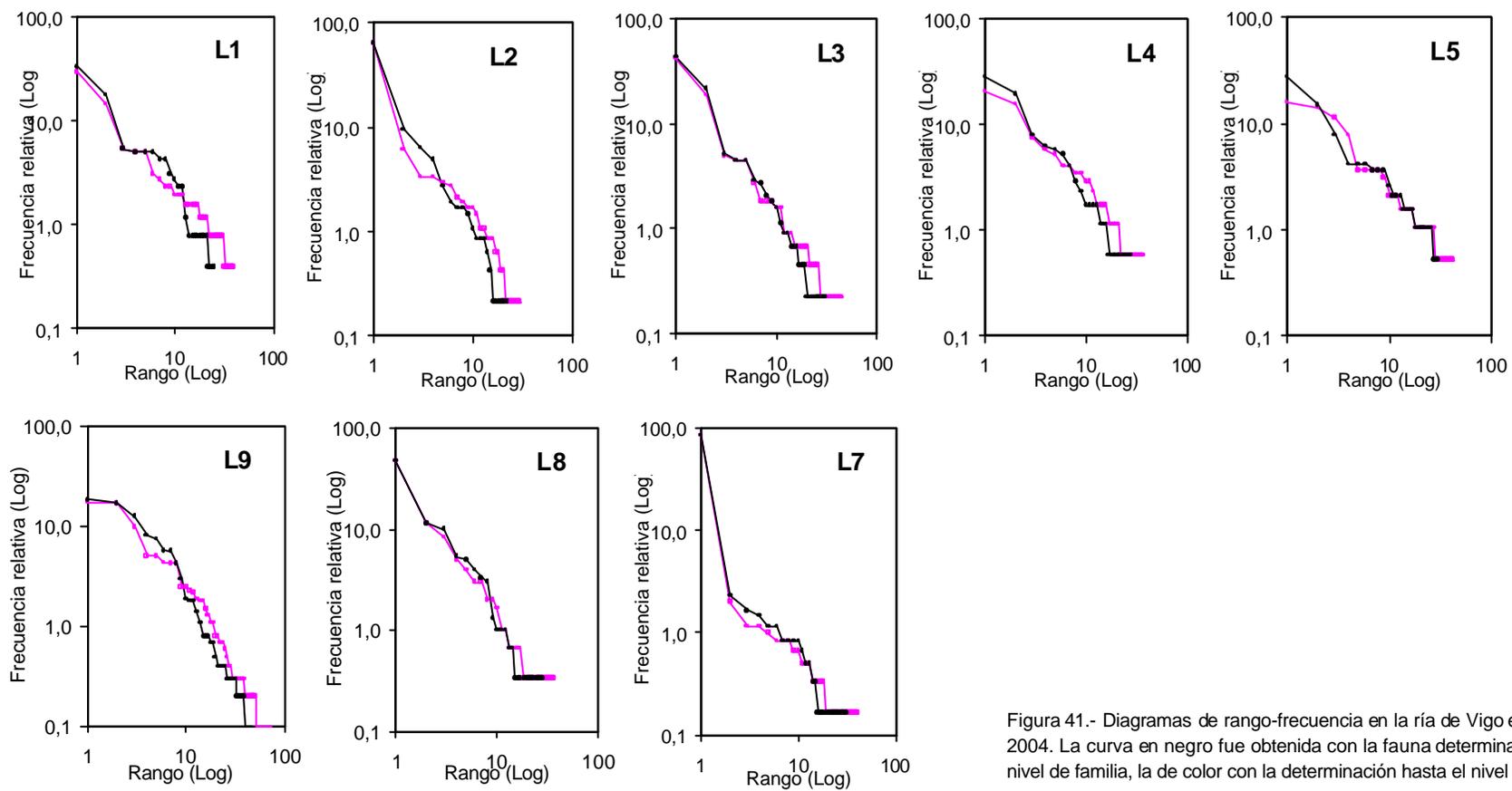


Figura 41.- Diagramas de rango-frecuencia en la ría de Vigo en Enero de 2004. La curva en negro fue obtenida con la fauna determinada hasta el nivel de familia, la de color con la determinación hasta el nivel de especie.

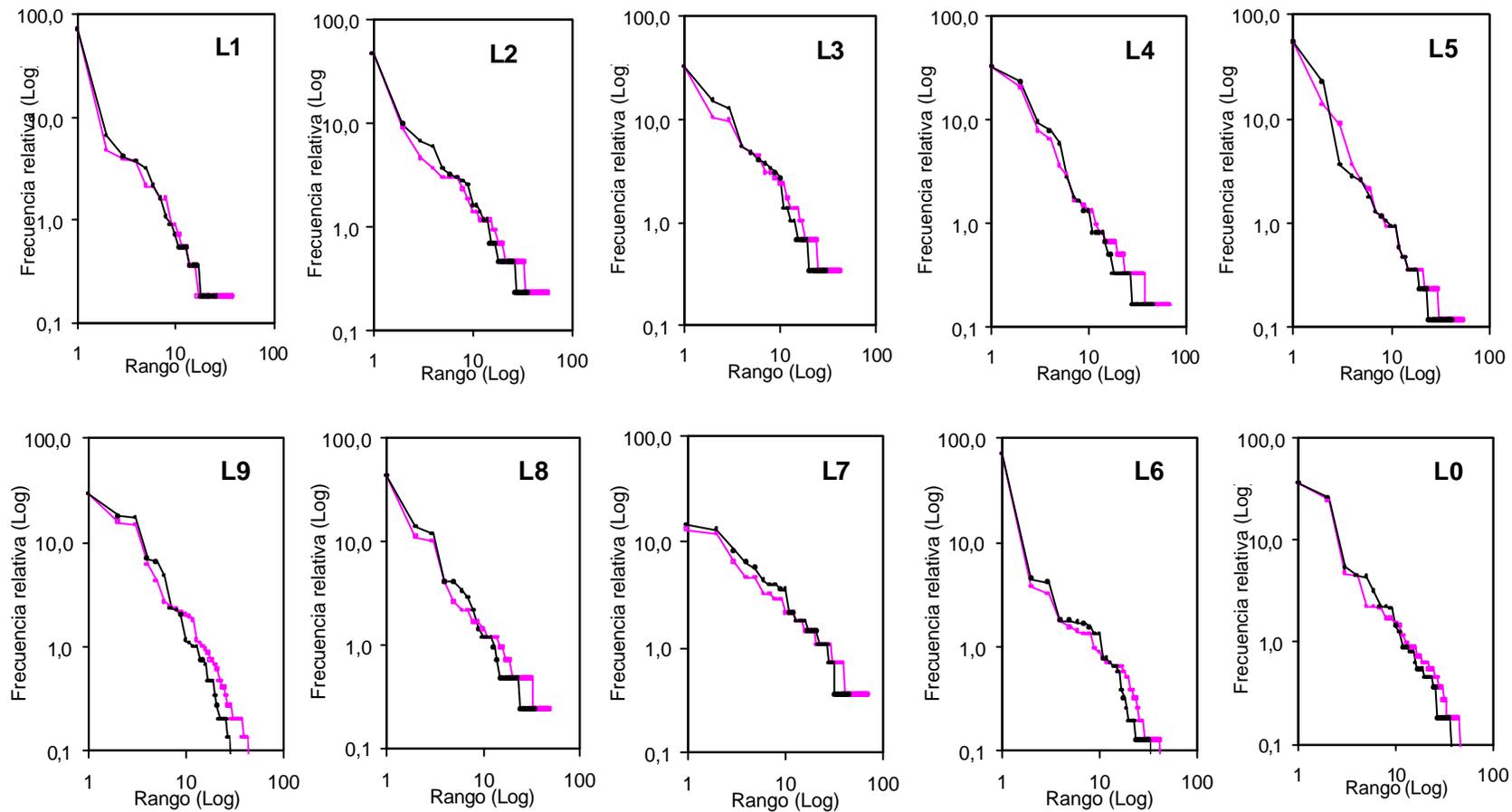


Figura 42.- Diagramas de rango-frecuencia en la ría de Vigo en Octubre de 2004. La curva en negro fue obtenida con la fauna determinada hasta el nivel de familia, la de color con la determinación hasta el nivel de especie.

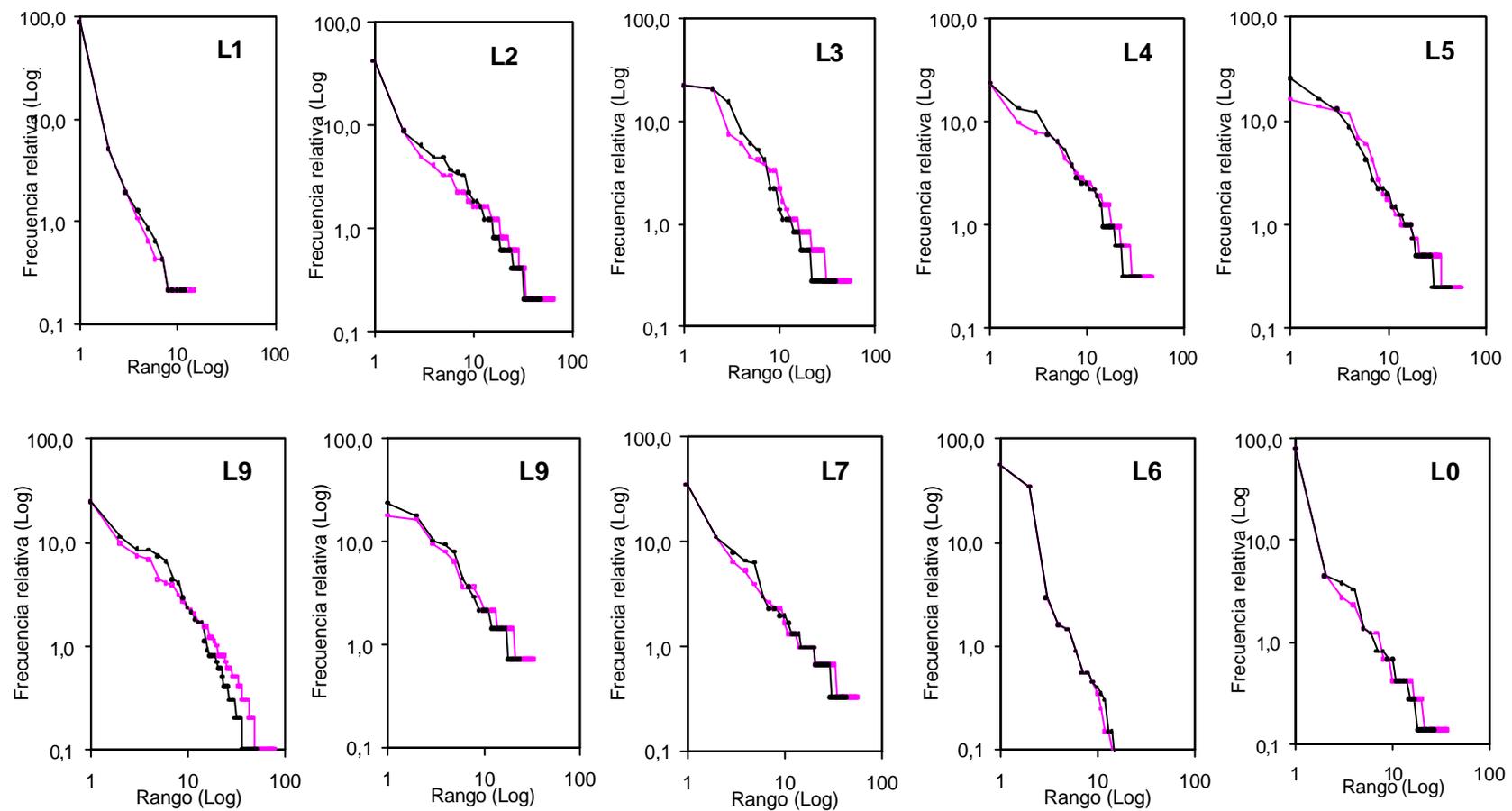


Figura 43.- Diagramas de rango-frecuencia en la ría de Vigo en Julio de 2005. La curva en negro fue obtenida con la fauna determinada hasta el nivel de familia, la de color con la determinación hasta el nivel de especie.

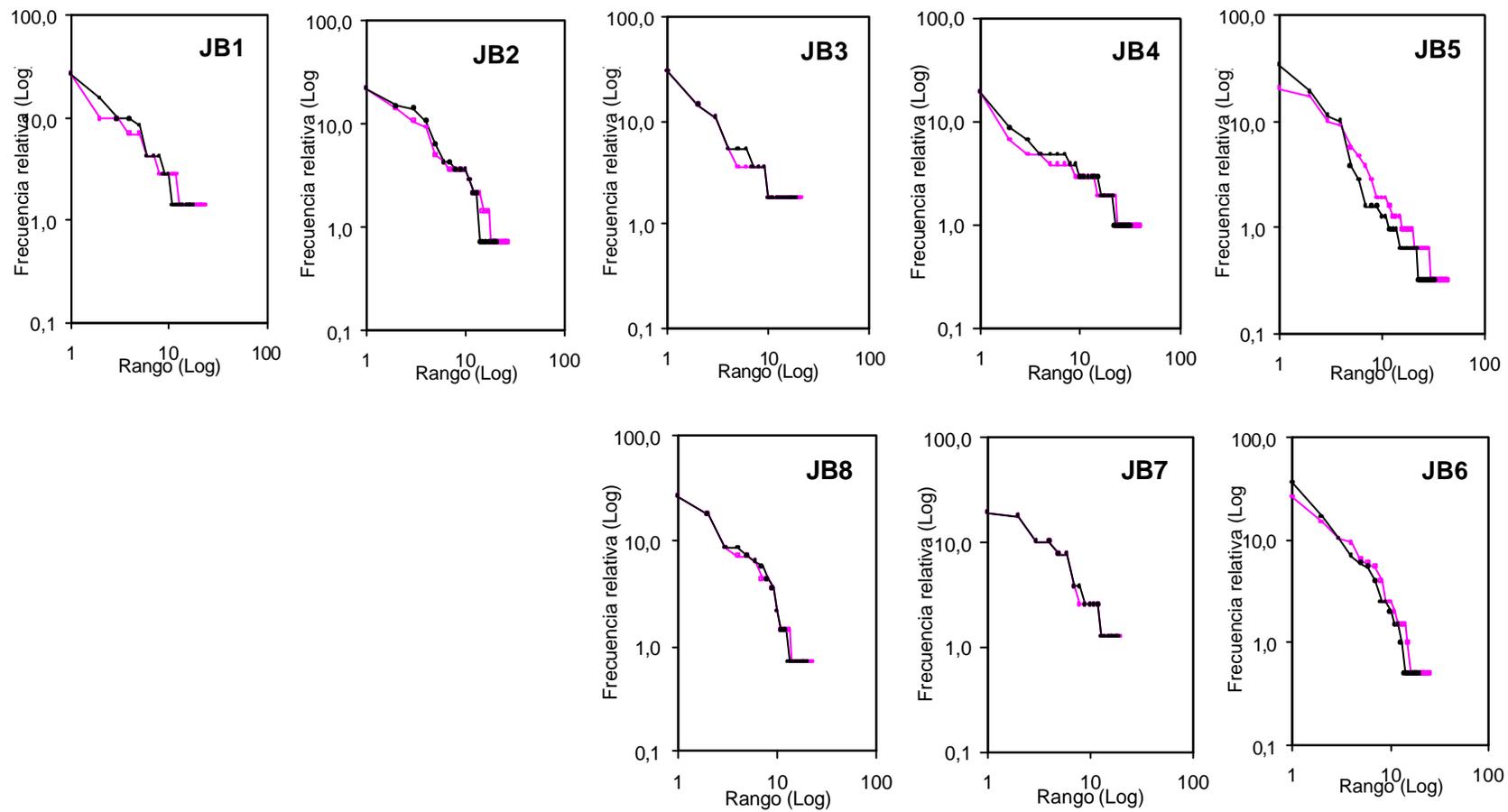


Figura 44.- Diagramas de rango-frecuencia en la ría de O Barqueiro en Mayo de 2003. La curva en negro fue obtenida con la fauna determinada hasta el nivel de familia, la de color con la determinación hasta el nivel de especie.

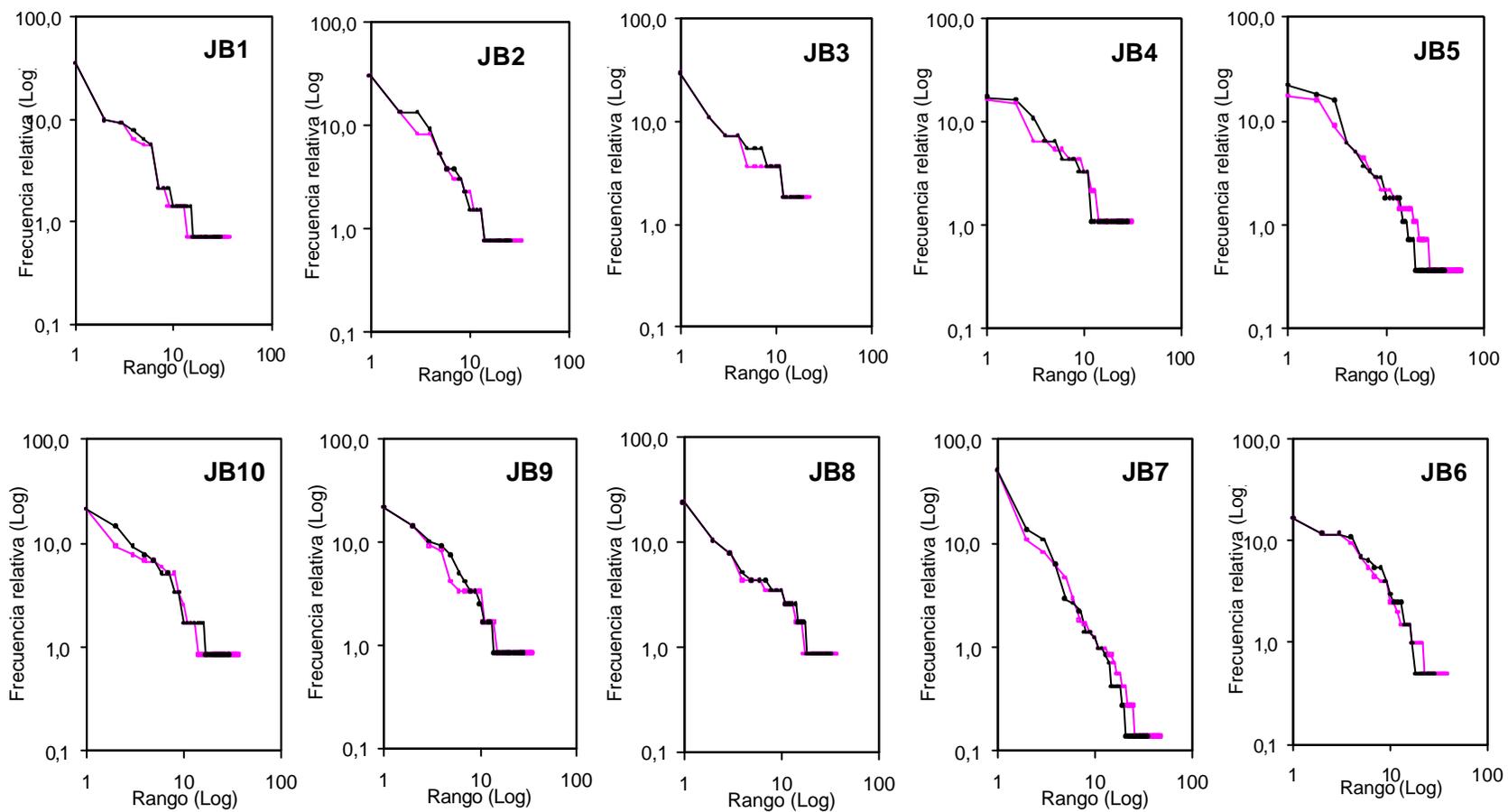


Figura 45.- Diagramas de rango-frecuencia en la ría de O Barqueiro en Mayo de 2004. La curva en negro fue obtenida con la fauna determinada hasta el nivel de familia, la de color con la determinación hasta el nivel de especie.

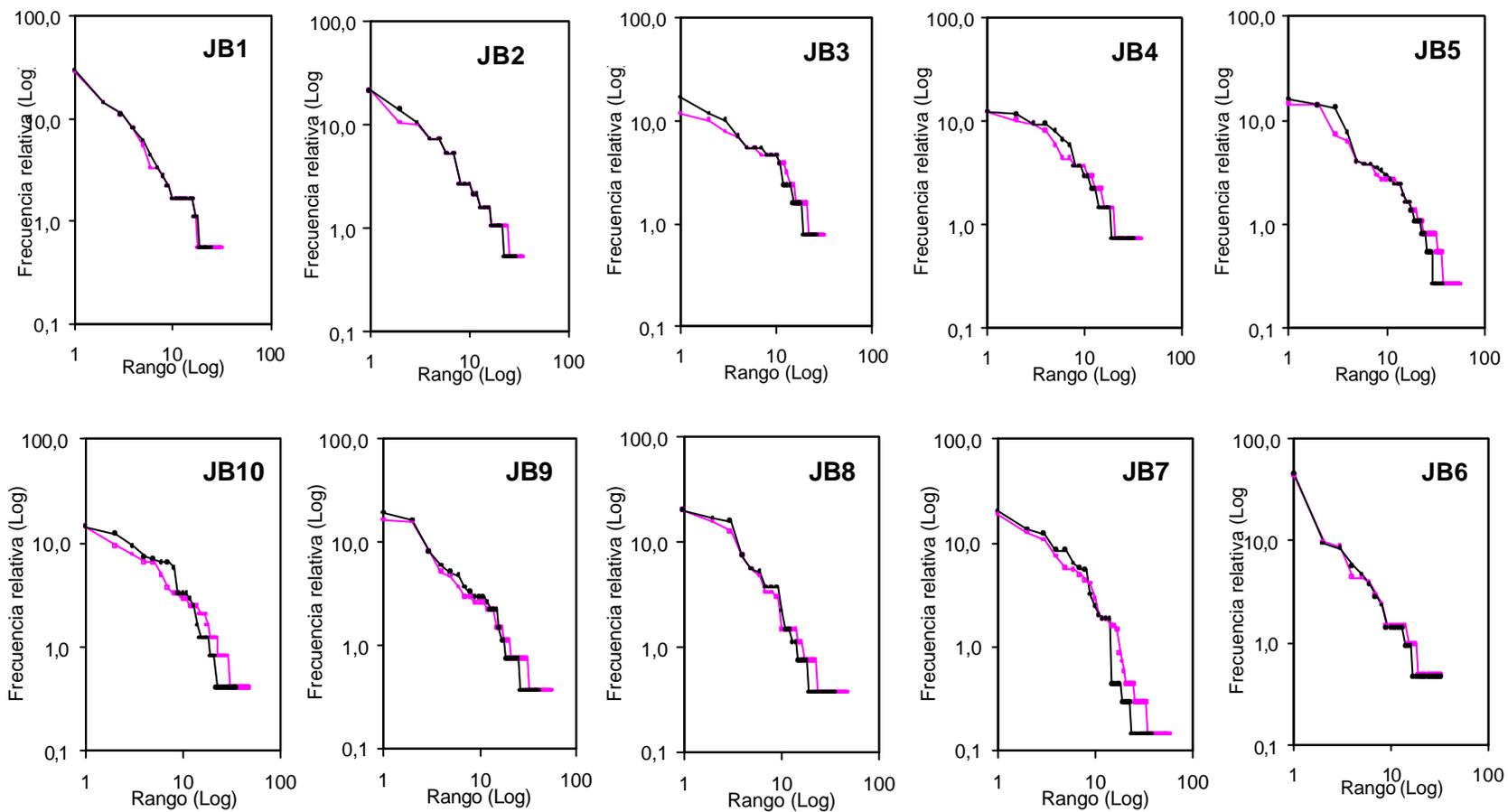


Figura 46.- Diagramas de rango-frecuencia en la ría de O Barqueiro en Noviembre de 2004. La curva en negro fue obtenida con la fauna determinada hasta el nivel de familia, la de color con la determinación hasta el nivel de especie.

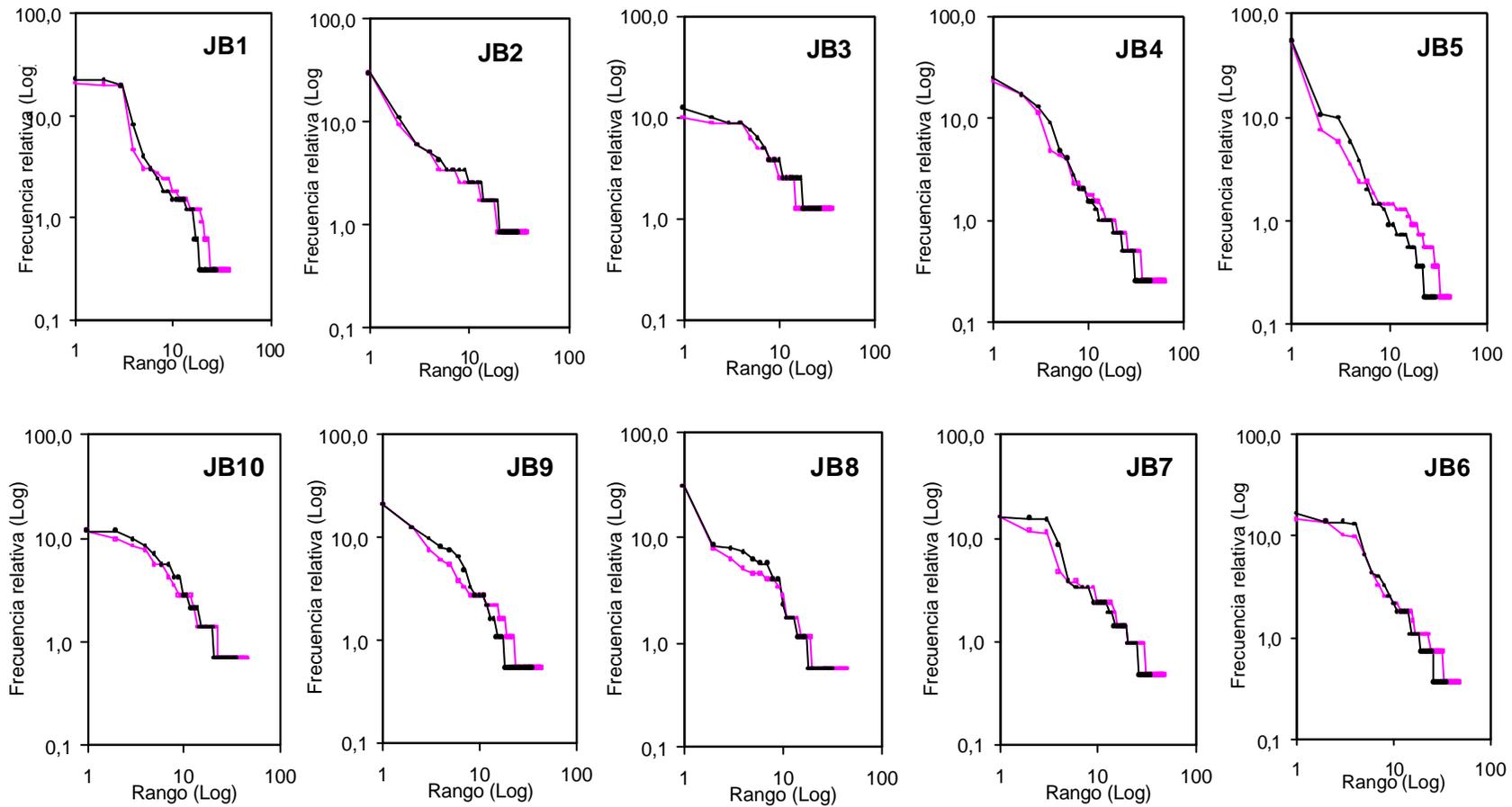


Figura 47.- Diagramas de rango-frecuencia en la ría de O Barqueiro en Mayo de 2005. La curva en negro fue obtenida con la fauna determinada hasta el nivel de familia, la de color con la determinación hasta el nivel de especie.

## **8.- ANEXOS**

## 8.1.- ANEXO Ia.- LISTADO FAUNÍSTICO. RÍA DE VIGO

Clave sp	Especie	GF	GT	Clave sp	Especie	GF	GT
ABRA ALB	<i>Abra alba</i>	M	DS	CULT PEL	<i>Phaxas pellucidus</i>	M	S
ABRA NIT	<i>Abra nitida</i>	M	DS	DECA IND	Decapoda indet.	C	C
ACHA CRA	<i>Achaeus cranchii</i>	C	O	DEXA SPI	<i>Dexamine spinosa</i>	C	DSS
ACHE ECH	<i>Achelia echinata</i>	O	C	DIOA NEA	<i>Diopatra neapolitana</i>	P	C
ACTN IND	<i>Actiniaria indet.</i>	O	C	DOSI LUP	<i>Dosinia lupinus</i>	M	S
ALCP IND	Alciopidae indet.	P	DS	DRIL FIL	<i>Drilonereis filum</i>	P	C
AMAG ADS	<i>Amage adspersa</i>	P	DS	EDWA SP_	<i>Edwardsia sp.</i>	O	C
AMPD IND	Amphiuridae indet.	E	DS	ETEO FOL	<i>Eteone foliosa</i>	P	C
AMPE BRE	<i>Ampelisca brevicornis</i>	C	DS	ETEO PIC	<i>Mysta picta</i>	P	C
AMPE SPA	<i>Ampelisca spinimana</i>	C	DS	EUAL PUS	<i>Eualus pusiolus</i>	C	C
AMPE SPI	<i>Ampelisca spinipes</i>	C	DS	EUDO TRU	<i>Eudorella truncatula</i>	C	DS
AMPE SPN	<i>Ampelisca spinifer</i>	C	DS	EULA SAN	<i>Eumida sanguinea</i>	P	C
AMPE TYP	<i>Ampelisca typica</i>	C	DS	EUND IND	Eunicidae indet.	P	C
AMPR GRU	<i>Ampharete grubei</i>	P	DS	EURD PUL	<i>Eurydice pulchra</i>	C	O
AMPU CHI	<i>Amphiura chiajei</i>	E	DS	EXOG GEM	<i>Exogone naidina</i>	P	C
ANCI GRO	<i>Ancistrosyllis groenlandica</i>	P	C	EXOG HEB	<i>Exogone hebes</i>	P	C
ANOP PET	<i>Anoplodactylus petiolatus</i>	O	C	GAFR MIN	<i>Gouldia minima</i>	M	S
ANTZ IND	Antozoa indet.	O	C	GALA OCU	<i>Galathowenia oculata</i>	P	S
AOND SP_	<i>Aonidella cf sp.</i>	P	DS	GAML FUC	<i>Gammarella fucicola</i>	C	DS
AONI OXY	<i>Aonides oxycephala</i>	P	DS	GAMM PAL	<i>Gammaropsis cf. maculata</i>	C	DS
AORA TYP	<i>Aora typica</i>	C	O	GARI DEP	<i>Gari depressa</i>	M	S
APHE BIS	<i>Apherusa bispinosa</i>	C	DS	GIBB UMB	<i>Gibbula umbilicalis</i>	M	O
APHI GRA	<i>Amphitritides gracilis</i>	P	DS	GLYR CON	<i>Glycera tridactyla</i>	P	C
APSE LAT	<i>Apeudes latreillii</i>	C	DS	GLYR GIG	<i>Glycera gigantea</i>	P	DS
APSE TAL	<i>Apeudes talpa</i>	C	DS	GLYR ROU	<i>Glycera rouxii</i>	P	C
ARIC FOE	<i>Phylo foetida</i>	P	DSS	GOLF ELO	<i>Golfingia elongata</i>	O	DS
ARID JEF	<i>Aricidea jefreysii</i>	P	DSS	GOND IND	Goniadidae indet.	P	C
ARID ROB	<i>Aricidea roberti</i>	P	DSS	HARM FRA	<i>Harmothoe fragilis</i>	P	C
ARMA CIR	<i>Armandia cirrhosa</i>	P	DS	HARM IMP	<i>Harmothoe impar</i>	P	C
ASCD IND	Asciadiacea indet.	O	S	HARM LUN	<i>Harmothoe lunulata</i>	P	C
ASCL ASH	<i>Asclerocheilus ashworthi</i>	P	DS	HARM SPI	<i>Harmothoe spinifera</i>	P	C
ATEL UND	<i>Atelecyclus undecimdentatus</i>	C	C	HARP ANT	<i>Harpinia antennaria</i>	C	DSS
ATHA NIT	<i>Athanas nitescens</i>	C	O	HARP CRE	<i>Harpinia pectinata</i>	C	DSS
ATYL VED	<i>Atylus vedlomensis</i>	C	DS	HARP PEC	<i>Harpinia pectinata</i>	C	DSS
AUDO TEN	<i>Cirriformia tentaculata</i>	P	DS	HETC ALA	<i>Cauleriella alata</i>	P	DS
BRAN VES	<i>Megalomma vesiculosum</i>	P	S	HETC BIO	<i>Cauleriella bioculata</i>	P	DS
CAEC IMP	<i>Caecum imperforatum</i>	M	O	HETC CAP	<i>Caulierella caput-esocis</i>	P	DS
CALN TYR	<i>Callianassa tyrhena</i>	C	O	HETM FIL	<i>Heteromastus filiformis</i>	P	DSS
CALY CHI	<i>Calyptraea chinensis</i>	M	S	HETT OER	<i>Heterotanaïs oerstedii</i>	C	DS
CAPI CAP	<i>Capitella capitata</i>	P	DSS	HIPL LON	<i>Hippolyte longirostris</i>	C	O
CAPR EQU	<i>Caprella equilibra</i>	C	O	HIPL VAR	<i>Hippolyte varians</i>	C	O
CAPR LIN	<i>Caprella sp.</i>	C	O	HOLD IND	Holoturoidea indet.	E	DSS
CAPR SP_	<i>Caprella sp.</i>	C	O	HYAA VIT	<i>Hyala vitrea</i>	M	O
CARD ECH	<i>Acanthocardia echinata</i>	M	DS	HYAL BIL	<i>Aponuphis bilineata</i>	P	C
CARD EXI	<i>Parvicardium exiguum</i>	M	S	HYDB ULV	<i>Hydrobia ulvae</i>	M	DS
CARD PAP	<i>Plagiocardium papillosum</i>	M	S	IPHI TEN	<i>Iphinoe tenella</i>	C	DS
CERB MAR	<i>Cerebratulus marginatus</i>	O	C	IPHI TRI	<i>Iphinoe trispinosa</i>	C	DS
CHAE VAR	<i>Chaetopterus variopedatus</i>	P	S	ISCH ANG	<i>Ischyrocerus anguipes</i>	C	DS
CHAG IND	<i>Chaetognatha indet.</i>	O	C	JANR MAC	<i>Janira maculosa</i>	C	O
CHAT SP_	<i>Chaetozone sp.</i>	P	DS	JASS MAR	<i>Jassa marmorata</i>	C	S
CHLA VAR	<i>Chlamys varia</i>	M	S	LANI CON	<i>Lanice conchilega</i>	P	S
CIRR CIR	<i>Cirratulus cirratus</i>	P	DS	LAON CIR	<i>Laonice cf. cirrata</i>	P	DS
CIRR FIL	<i>Cirratulus filiformis</i>	P	DS	LEIO CLY	<i>Clymenura clypeata</i>	P	DSS
CLYM OER	<i>Euclymene oerstedii</i>	P	DSS	LEMB WEB	<i>Lembos websteri</i>	C	DS
COLO PUS	<i>Colomastix pusilla</i>	C	O	LEPO SAV	<i>Leptochelia savignyi</i>	C	DS
COPE IND	Copepoda indet.	C	O	LEPS INH	<i>Leptosynapta inhaerens</i>	E	DSS
CORB GIB	<i>Corbula gibba</i>	M	DS	LEUT INC	<i>Leucothoe incisa</i>	C	DS
CORO VOL	<i>Corophium volutator</i>	C	DS	LEUT LIL	<i>Leucothoe lilljeborgi</i>	C	DS
COSS SOY	<i>Cossura soyeri</i>	P	DSS	LEUT RIC	<i>Leucothoe richiardii</i>	C	DS
CREP FOR	<i>Crepidula fornicata</i>	M	C	LEUT SPI	<i>Leucothoe spinicarpa</i>	C	DS
CUCU NOR	<i>Aslia lefevrei</i>	E	DSS	LORI LUC	<i>Loripes lucinalis</i>	M	DS

Clave sp	Especie	GF	GT	Clave sp	Especie	GF	GT
LUMB GRA	Lumbrineris gracilis	P	C	PHTI MAR	Phtisica marina	C	O
LUMB IMP	Lumbrineris impatiens	P	C	PHYD GRO	Anaitides groenlandica	P	C
LUMB LAT	Lumbrineris latreilli	P	C	PHYD SP_	Phyllodoce sp.	P	C
LUTR SP_	Lutrania cf. sp.	M	S	PILA VER	Pilargis verrucosa	P	O
MACR ROS	Macropodia rostrata	C	O	PISI LON	Pisidia longicornis	C	C
MAER GRO	Maera grossimana	C	DS	PIST CRI	Pista cristata	P	C
MAGA PER	Syllidia cf. armata	P	C	PLAT DUM	Platynereis dumerilii	P	O
MAGE ALL	Magelona alleni	P	DS	PLPC IND	Polyplacophora indet.	M	O
MANG NEB	Mangelia nebula	M	C	POEC SER	Poecilochaetus serpens	P	DS
MARP SAN	Marphysa sanguinea	P	C	POLD CIL	Polydora ciliata	P	DS
MCPI ARC	Liocarcinus arcuatus	C	C	POLD F-S	Polydora flava-socialis	P	DS
MCRO MEC	Microspio mecznikowianus	P	DS	POLD PAU	Pseudopolydora paucibranchiata	P	DS
MEDI FRA	Mediomastus fragilis	P	DSS	POLD SP_	Pseudopolydora sp.	P	DS
MELI PAL	Melinna palmata	P	DS	POLR PAL	Polycirrus cf. pallidus	P	DS
MELT GLA	Melita gladiosa	C	O	PONP TRI	Pontophilus trispinosus	C	C
META PEC	Metaphoxus pectinatus	C	DSS	PORI IND	Porifera indet.	O	S
MICD ANO	Microdeutopus anomalus	C	DS	PRAU NEG	Praunus neglectus	C	O
MICD VER	Microdeutopus versiculatus	C	DS	PRIO CIR	Minuspio cirrifera	P	DS
MICM ORN	Micromaldane ornitochaeta	P	DSS	PRIO MAL	Prionospio malmgreni	P	DS
MODU PHA	Modiolula phaseolina	M	S	PROC PAR	Processa parva	C	C
MONT DOR	Monticellina dorsobranchialis	P	DS	PROG SP_	Progebiophilus sp.	C	O
MYRT SPI	Myrtea spinifera	M	DS	PSEU MAC	Pseudopythina macandrewi	M	S
MYSD DID	Mysidopsis didelphis	C	O	PSEU SP_	Pseudopythina sp.	M	S
MYSE BID	Mysella bidentata	M	S	PSPA BAT	Pseudoparatanais batei	C	DS
MYTI GAL	Mytilus galloprovincialis	M	S	RISS PAR	Rissoa parva	M	O
NASS PYG	Hinia pygmaea	M	O	SAB1 IND	Sabellidae indet.1	P	S
NASS RET	Hinia reticulata	M	O	SAB2 IND	Sabellidae indet.2	P	S
NEBA BIP	Nebalia bipes	C	DS	SABD IND	Sabellidae indet.	P	S
NEM3 IND	Nemertea indet. 3	O	C	SCAB CEL	Scalibregma celticum	P	DS
NEMA UNI	Nematoneis unicornis	P	C	SCOP CIL	Malacoceros tetracerus	P	DS
NEMR IND	Nemertea indet.	O	C	SCOP FUL	Malacoceros fuliginosus	P	DS
NEMT IND	Nematoda indet.	O	O	SCOP SP_	Scolecopsis sp.	P	DS
NEPH CIR	Nephtys cirrosa	P	C	SCOP TRI	Nerinides tridentata	P	DS
NEPH INC	Nephtys incisa	P	C	SIRI CLA	Siriella clausii	C	O
NERD IND	Nereididae indet.	P	O	SPHS BUL	Sphaerosyllis bulbosa	P	C
NERE CAU	Nereis caudata	P	C	SPHS HYS	Sphaerosyllis hystrix	P	C
NERE LON	Nereis longissima	P	DS	SPHS TAY	Sphaerosyllis taylori	P	C
NICO VEN	Nicolea venustula	P	DS	SPIC COS	Spiochaetopterus costarum	P	DS
NOTM LAT	Notomastus latericeus	P	DSS	SPID IND	Spionidae indet.	P	DS
NUCU TUR	Nucula nitidosa	M	DS	SPIO DEC	Spio decoratus	P	DS
ODOS UNI	Odostomia unidentata	M	O	SPIS SUB	Spisula subtruncata	M	S
OLIG IND	Oligochaeta indet.	O	O	STAU KEF	Protodorvillea kefersteini	P	C
ONUP ERE	Onuphis eremita	P	C	STAU NEG	Schistomeringos neglecta	P	C
OPHD FLE	Ophiodromus flexuosus	P	C	STER SCU	Sternaspis scutata	P	DSS
OPHI IND	Ophiuroidea indet.	E	DSS	SYLL COR	Syllis cornuta	P	C
OPHR SP_	Ophryotrocha sp.	P	C	SYLL GER	Syllis cf. gerlachi	P	C
ORCH HUM	Orchomene humilis	C	O	SYLL GRA	Syllis gracilis	P	C
ORCH NAN	Orchomene nanus	C	O	SYLL HYA	Syllis cf. hyalina	P	C
OSTA IND	Ostracoda indet.	C	S	SYLL SP_	Syllis sp.	P	C
OWEN FUS	Owenia fusiformis	P	S	TANO GRA	Tanaopsis graciloides	C	DS
PAGU BER	Pagurus bernhardus	C	DS	TAPE PUL	Venerupis senegalensis	M	S
PAGU CUA	Pagurus cuanensis	C	DS	TAPE SP_	Venerupis sp.	M	S
PARA LYR	Paradoneis lyra	P	DSS	TERB STR	Terebellides stroemi	P	DS
PARI TYP	Pariambus typicus	C	DS	THAR MAR	Aphelochaeta marioni	P	DS
PARS CHE	Parasinelobus chevreuxi	C	DS	THOR CAR	Thoralus cranchii	C	C
PECR KOR	Lagis koreni	P	DSS	THYA FLE	Thyasira flexuosa	M	DS
PERI LON	Periculous longimanus	C	DS	TUBL POL	Tubulanus polymorphus	O	C
PHIL QUA	Philine aperta	M	C	TURL IND	Turbellaria indet.	O	C
PHOL INR	Pholoe inornata	P	C	UPOG STE	Upogebia stellata	C	O
PHOL SYN	Pholoe synophthalmica	P	C	VERE CYN	Veretillum cynomorium	O	C
PHOR SP_	Phoronis sp.	O	S				

8.1.- ANEXO Ib.- LISTADO FAUNÍSTICO. RÍA DE O BARQUEIRO

Clave sp	Especie	GF	GT	Clave sp	Especie	GF	GT
ACAT CRI	Acanthochitona crinita	M	O	ECHI COR	Echinocardium cordatum	E	DSS
ACID SAR	Acidostoma sarsi	C	O	ECHM PUS	Echinocyamus pusillus	E	DSS
ALVA SEM	Alvania semistriata	M	DS	EDWA SP_	Edwardsia sp.	O	C
AMHI IND	Amphipoda indet.	C	DS	ENSI SP_	Ensis sp.	M	S
AMPE BRE	Ampelisca brevicornis	C	DS	ETEO FOL	Eteone foliosa	P	C
AMPE SAR	Ampelisca sarsi	C	DS	ETEO LON	Eteone longa	P	C
AMPE SP1	Ampelisca sp.1	C	DS	ETEO PIC	Miyasta picta	P	C
AMPE TYP	Ampelisca typica	C	DS	EULA SAN	Eumida sanguinea	P	C
AMPR GRU	Ampharete grubei	P	DS	EULM VEN	Eulimella ventricosa	M	C
AMPT HEL	Amphithoe helleri	C	O	EURD PUL	Eurydice pulchra	C	O
AMPU CHI	Amphiura chiajei	E	DS	EXOG HEB	Exogone hebes	P	C
AMPX LAN	Branchiostoma lanceolatum	O	S	GALA INT	Galathea intermedia	C	C
ANAP HYN	Anapagurus hyndmanni	C	DS	GALA OCU	Galathowenia oculata	P	S
ANAP LAE	Anapagurus laevis	C	DS	GALA SP_	Galathea sp.	C	C
ANON LIL	Anonyx lilljeborgi	C	DS	GAML FUC	Gammarella fucicola	C	DS
AONI OXY	Aonides oxycephala	P	DS	GARI FER	Gari fervensis	M	S
APSE LAT	Apseudes latreillii	C	DS	GAST SAN	Gastrossacus sanctus	C	O
ARIC FOE	Phylo foetida	P	DSS	GIBB MAG	Gibbula magus	M	O
ARIC LAT	Orbinia latreillii	P	DSS	GLYR CON	Glycera tridactyla	P	C
ARID ROB	Aricidea cf. roberti	P	DSS	GLYR GIG	Glycera gigantea	P	C
ARMA CIR	Armandia cirrhosa	P	DS	GLYR LAP	Glycera lapidum	P	C
ASTA TRI	Goodallia triangularis	M	S	GONI GAL	Goniada galaica	P	C
ATEL ROT	Atelecyclus rotundatus	C	C	HARM LUN	Harmothoe lunulata	P	C
ATYL FAL	Atylus falcatus	C	DS	HETC ALA	Cauleriella alata	P	DS
ATYL SWA	Atylus swammerdami	C	DS	HETC BIO	Cauleriella bioculata	P	DS
BATH ELE	Bathyporeia elegans	C	DS	HIPM DEN	Hippomedon denticulatus	C	DS
BATH GUI	Bathyporeia guillamsoniana	C	DS	HYAL BIL	Aponuphis bilineata	P	C
BATH NAN	Bathyporeia nana	C	DS	HYDS NOR	Hydroides norvegica	P	S
BATH PEL	Bathyporeia pelagica	C	DS	IPHI TRI	Iphinoe trispinosa	C	DS
BATH PIL	Bathyporeia pilosa	C	DS	JASS MAR	Jassa marmorata	C	S
BATH TEN	Bathyporeia tenuipes	C	DS	KEFE CIR	Keferstenia cirrata	P	C
BITT RET	Bittium reticulatum	M	DS	LABI DIG	Labidoplax digitata	E	DSS
CAEC IMP	Caecum imperforatum	M	O	LANI CON	Lanice conchilega	P	S
CALL CHI	Callista chione	M	DS	LEIO CLY	Clymenura clypeata	P	DSS
CALM LYR	Callionymus lyra	O	O	LEMB LON	Autonoe cf longipes	C	DS
CALN SUB	Callianassa subterranea	C	O	LEPS GAL	Leptosynapta galliennii	E	DSS
CALN TYR	Callianassa tyrrenha	C	O	LEPS INH	Leptosynapta inhaerens	E	DSS
CALY CHI	Calyptraea chinensis	M	S	LEPT HIR	Leptocheirus hirsutimanus	C	DS
CAPI CAP	Capitella capitata	P	DSS	LEUT INC	Leucothoe incisa	C	DS
CARD ACU	Acanthocardia aculeata	M	S	LEUT PRO	Leucothoe procera	C	DS
CARD OVA	Parvicardium ovale	M	S	LUMB FRA	Lumbrineris fragilis	P	C
CARD TUB	Acanthocardia tuberculata	M	S	LUMB GRA	Lumbrineris gracilis	P	C
CERB MAR	Cerebratulus marginatus	O	C	LUMB IMP	Lumbrineris impatiens	P	C
CHAT SP_	Chaetozone sp.	P	DS	LUMB LAT	Lumbrineris latreilli	P	C
CHEI INT	Cheirocratus intermedius	C	DS	LUTR SP_	Lutraria sp.	M	S
CLYM OER	Euclymene oerstedii	P	DSS	LYSA INS	Lysianassa insperata	C	O
COPE IND	Copepoda indet.	C	O	LYSA PLU	Lysianassa plumosa	C	O
CORS CAS	Corystes cassivelaunus	C	C	MACT COR	Mactra stultorum	M	S
CULT PEL	Phaxas pellucidus	M	S	MAGE ALL	Magelona alleni	P	DS
CYLC CYL	Cylichna cylindracea	M	C	MAGE FIL	Magelona filiformis	P	DS
DECA LAR	Larva Decapodo	C	O	MAGE JOH	Magelona johnstoni	P	DS
DENT NOV	Dentalium novencostatum	M	DS	MAJI IND	Majidae indet.	C	C
DENT VUL	Dentalium vulgare	M	DS	MANG POW	Mangelia powisiana	M	C
DEXA SPI	Dexamine spinosa	C	DS	MCPI ARC	Liocarcinus arcuatus	C	C
DIOA NEA	Diopatra neapolitana	P	C	MCPI MAR	Liocarcinus marmoreus	C	C
DIOG PUG	Diogenes pugilator	C	DS	MCPI PUS	Liocarcinus pusillus	C	C
DIPC GLA	Diplocirrus glaucus	P	DS	MEDI FRA	Mediomastus fragilis	P	DSS
DISI UNC	Dispio uncinata	P	DS	MEGA AGI	Megaluropus agilis	C	DS
DIVA DIV	Lucinella divaricata	M	S	MELT GLA	Melita gladiosa	C	O
DOSI LUP	Dosinia lupinus	M	S	MELT OBT	Melita obtusata	C	O
EBAL TUM	Ebalia tumefacta	C	C	MICP MAC	Microprotopus maculatus	C	DS

Clave sp	Especie	GF	GT	Clave sp	Especie	GF	GT
MIPH SP_	Microphthalmus sp.	P	C	PONP TRI	Pontophilus trispinosus	C	C
MIPT MAC	Microprotopus maculatus	C	DS	PRIO CIR	Minuspio cirrifera	P	DS
MONT FER	Tellimyia ferruginosa	M	DS	PRIO MAL	Prionospio malmgreni	P	DS
MONT PHA	Tellimyia phascolionis	M	DS	PRIO MUL	Prionospio multibranchiata	P	DS
MYSE BID	Mysella bidentata	M	S	PRIO STE	Prionospio steenstrupi	P	DS
MYST ELO	Hesionura elongata	P	C	PROC PAR	Processa parva	C	C
MYST LIM	Pseudomystides limbata	P	C	RISS PAR	Rissoa parva	M	O
MYTI GAL	Mytilus galloprovincialis	M	S	SCOP BON	Scolecopsis bonnieri	P	DS
NASS RET	Hinia reticulata	M	O	SCOP FUL	Malacoceros fuliginosus	P	DS
NATI ALD	Lunatia alderi	M	C	SCOP GIR	Malacoceros vulgaris	P	DS
NATI CAT	Lunatia catena	M	C	SCOP SQU	Scolecopsis squamata	P	DS
NEBA BIP	Nebalia bipes	C	DS	SCOP TRI	Scolecopsis tridentata	P	DS
NEMA UNI	Nematoneis unicornis	P	C	SCOR TYP	Scolarcia typica	P	DSS
NEMR IND	Nemertea indet.	O	C	SIGA MAT	Sigalion mathildae	P	C
NEMT IND	Nematoda indet.	O	O	SIPH KRO	Siphonocetes kroyeranus	C	DS
NEPH CIR	Nephtys cirrosa	P	C	SIPN NUD	Sipunculus cf. nudus	O	DS
NEPH HOM	Nephtys hombergii	P	C	SIPU IND	Sipunculidae indet.	O	DS
NOTC SCO	Notocirrus cf. scoticus	P	O	SPHS BUL	Sphaerosyllis bulbosa	P	C
NOTM LAT	Notomastus latericeus	P	DSS	SPHS HYS	Sphaerosyllis hystrix	P	C
NUCU TUR	Nucula nitidosa	M	DS	SPIC COS	Spiochaetopterus costarum	P	DS
NUDI IND	Nudibranchia indet.	M	O	SPIO DEC	Spio decoratus	P	DS
OLIG IND	Oligochaeta indet.	O	O	SPIP BOM	Spiophanes bombyx	P	DS
ONUP ERE	Onuphis eremita	P	C	SPIS SUB	Spisula subtruncata	M	S
OPHA SP_	Ophiura sp.	E	DS	STAU KEF	Protodorvillea kefersteini	P	C
OPIS PTE	Opisthodontia pterochaeta	P	C	STET MON	Stenothoe monoculoides	C	O
ORCL NAN	Orchomene nanus	C	O	STHE BOA	Sthenelais boa	P	C
OSTA IND	Ostracoda indet.	C	S	STRP WEB	Streptosyllis websteri	P	C
OWEN FUS	Owenia fusiformis	P	S	SYLD SP_	Syllides sp.	P	C
PAAP PAU	Parapionosyllis paucicirra	P	C	SYLL COR	Syllis cornuta	P	C
PAGU BER	Pagurus bernhardus	C	DS	SYLL HYA	Syllis hyalina	P	C
PAGU CUA	Pagurus cuanensis	C	DS	TAPE PUL	Venerupis senegalensis	M	S
PAGU PUB	Pagurus pubescens	C	DS	TELL DON	Moerella donacina	M	DS
PARA ARM	Paradoneis armata	P	DSS	TELL FAB	Fabulina fabula	M	DS
PARA LYR	Paradoneis lyra	P	DSS	TELL PYG	Moerella pygmaea	M	DS
PERI LON	Periculodes longimanus	C	DS	TELL SCU	Angulus squalidus	M	DS
PHAR LEG	Pharus legumen	M	S	TELL SQU	Angulus squalidus	M	DS
PHAS STR	Phascolion strombi	O	DS	TELL TEN	Angulus tenuis	M	DS
PHIL QUA	Philina aperta	M	C	TERD IND	Terebellidae indet.	P	DS
PHOR SP_	Phoronis sp.	O	S	THAR MAR	Aphelochaeta marioni	P	DS
PHYD GRO	Anaitides groenlandica	P	C	THRA PHA	Thracia phaseolina	M	S
PHYD KOS	Paranaitis kosteriensis	P	C	THYA FLE	Thyasira flexuosa	M	DS
PHYD LAM	Phyllodoce laminosa	P	C	TRYSL LON	Tryphosites longipes	C	DS
PHYD LIN	Anaitides lineata	P	C	TUBL POL	Tubulanus polymorphus	O	C
PHYD LON	Anaitides longipes	P	C	TURB CRE	Turbonilla crenata	M	O
PHYD MUC	Anaitides mucosa	P	C	TURL IND	Turbellaria indet.	O	C
PINT PIS	Pinnotheres pisum	C	C	UROT POS	Urothoe poseidonis	C	S
PISC IND	Piscis indet.	O	O	UROT PUL	Urothoe pulchella	C	S
PISI LON	Pisidia longicornis	C	C	VENU STR	Chamelea gallina	M	S
PISO PAR	Pisione parapari	P	C				
PISO REM	Pisione remota	P	C				
PIST CRI	Pista cristata	P	C				
PLAT DUM	Platynereis dumerilii	P	O				
POEC SER	Poecilochaetus serpens	P	DS				
POLB HEN	Polybius henslowii	C	C				
POLD F-S	Polydora flava-socialis	P	DS				
POLD KEM	Pseudopolydora kempii	P	DS				
POLG APP	Polygordius appendiculatus	P	DS				
POLG LAC	Polygordius lacteus	P	DS				
POLR PAL	Polycirrus pallidus	P	DS				
POMA TRI	Pomatoceros triqueter	P	S				
PONC ARE	Pontocrates arenarius	C	DS				

8.2.- ANEXO II.- PUBLICACIÓN EN PRENSA EN EL BOLETÍN DEL INSTITUTO  
ESPAÑOL DE OCEANOGRFÍA

# PROFUNDIZACIÓN MÍNIMA NECESARIA PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTOS DE CULTIVOS MARINOS SOBRE LA FAUNA BENTÓNICA

J.M. Garmendia, J.M. Parada, J. Murillo y J. Mora

Departamento de Biología Animal. Facultad de Biología. Universidade de Santiago de Compostela. Campus Sur. 15782 Santiago de Compostela (A Coruña). España. Correo electrónico: [bajoxemi@usc.es](mailto:bajoxemi@usc.es) Teléfono: 636492942. Fax: 981596904

**Título abreviado:** Profundización mínima para la evaluación de impactos.

## RESUMEN

La obtención de la macrofauna bentónica (muestreo, separación e identificación) para evaluar el impacto provocado por los cultivos marinos resulta muy laboriosa y requiere un largo tiempo. Para ahorrar tiempo y esfuerzo, sería de gran ayuda trabajar con un volumen mínimo de muestra.

Con este objetivo, este estudio pretende hallar la profundidad mínima que deben tener las muestras para poder llevar a cabo un adecuado seguimiento de los fondos afectados por cultivos marinos. Se muestrearon dos tipos de fondo (arenoso y fangoso) en dos rías gallegas (O Barqueiro y Vigo). En los primeros 6 cm del sedimento se recogió el 86,29 % de la riqueza específica y el 84,75 % en densidad de la fauna. Los resultados obtenidos en cuanto a la estructura de la población señalan que, para este tipo de estudios, son suficientes muestras cuya profundidad alcanzan los 6 cm.

**Palabras clave:** metodología, evaluación de impactos, macrobentos, estructura, cultivos marinos, Galicia, España.

## ABSTRACT

**Minimum depth required for evaluation of marine culture impact upon benthic fauna.**

Macrobenthos is an useful tool to know the impact that marine fish farms cause in the nearest area. It takes a hard work and a long time to obtain the macrobenthic fauna, so is necessary to decide a minimum volume of sample to save time and work. For this purpose, this study tries to find the depth of samples needed to carry out an appropriate monitoring of a bottom affected by fish farms. Two different types of bottom (sandy and silty) were sampled in two Galician rías (O Barqueiro and Vigo) in those which there are fish farms. We found 86,29 % in species richness and 84,75 % in density of fauna into the first 6 cm. Results obtained for population structure show that 6 cm depth samples can be enough for this kind of studies.

**Key words:** methodology, impact evaluation, macrobenthos, community structure, marine culture, Galicia, Spain.

## INTRODUCCIÓN

La presencia de cultivos marinos en una zona conlleva, directa o indirectamente, una serie de consecuencias que provocan unos cambios en las condiciones medioambientales de la zona. Estos cambios son considerados como impactos medioambientales. Uno de estos efectos puede (y suele) reflejarse en los fondos, alterando sus características físico-químicas y afectando, consecuentemente, a la fauna que los habita (Flores Nava, 1990; Vita *et al.*, 2002). Estos impactos han de ser registrados y controlados mediante el desarrollo de un plan de actuación y gestión sostenible (Borja, 2002), intentando reducir y mantener el impacto dentro de unos límites aceptables y sin daños irreversibles.

Una herramienta útil y válida para ver el alcance del efecto de los cultivos marinos sobre el medio ambiente circundante es el estudio de la macrofauna bentónica. El tratamiento de las muestras correspondientes a la macrofauna y la obtención de los resultados que configuran la matriz inicial, es fruto de una labor minuciosa y, como consecuencia de ello, extensa en el tiempo. Frente a esto, la realidad actual es que cada

vez se demandan con mayor rapidez los resultados de los estudios de investigación iniciados.

Ante esta situación con requerimientos enfrentados, principalmente en cuanto a los plazos mínimos de ejecución de los proyectos (donde los investigadores intentan prolongar el tiempo de los estudios para corroborar y asegurar con la máxima fiabilidad posible sus resultados y conclusiones, y donde los empresarios y las administraciones públicas intentan acortar el período de estudio para la obtención de las conclusiones que les permitan tomar las decisiones pertinentes para continuar (o no) con su actividad), es necesario hallar una vía alternativa que requiera un menor tiempo de ejecución y que mantenga una plena fiabilidad de los resultados.

En los últimos años, y con el objetivo de reducir el tiempo de obtención de los resultados, se han llevado a cabo ciertos ajustes metodológicos en lo concerniente a las fases que más se prolongan en estos estudios: la separación y la identificación de la fauna. Por un lado, en la línea del “ahorro taxonómico” se encuentran muchísimos estudios que intentan demostrar la validez de la interpretación de los resultados a partir de niveles taxonómicos superiores (filos, familias, géneros) ahorrándose mucho tiempo por la no necesidad de identificar la fauna hasta el nivel de especie (Ellis, 1985; Warwick, 1988; Ferraro y Cole, 1990; Ferraro y Cole, 1992; James, Lincoln Smith y Fairweather, 1995; Somerfield y Clarke, 1995; Drake *et al.*, 1999; Gómez Gesteira y Dauvin, 2000; Maurer, 2000; Mistri y Rossi, 2001; De Biasi, Bianchi y Morri, 2003; Dauvin, Gómez Gesteira y Salvande Fraga, 2003; Giangrande, 2003; Gómez Gesteira, Dauvin y Salvande Fraga, 2003; Lasiak, 2003; Terlizzi *et al.*, 2003; Böttger-Schnack, Lenz y Weiker, 2004; Defeo y Lercari, 2004; Venturini, Muniz y Rodríguez, 2004; Guzmán-Alvis y Carrasco, 2005). Por otro lado, en la línea del “ahorro volumétrico” se intenta lograr establecer el volumen mínimo de muestra a considerar, reduciendo considerablemente el volumen de muestra a separar, con el objeto de poder presentar unos resultados preliminares que reflejen en cierta medida lo que serán los resultados finales y permitan satisfacer (con elevada fiabilidad) esa celeridad por la obtención de conclusiones. El presente trabajo, que se incluye en la segunda línea de alternativas propuestas, pretende hallar la profundización suficiente que han de tener las muestras destinadas a la realización de un seguimiento de la macrofauna bentónica presente en los fondos posiblemente afectados por los cultivos marinos.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Se muestrearon dos zonas con distintas características y cercanas a jaulas de cultivo de peces en dos rías gallegas:

1.- La ría de Vigo (Pontevedra, figura 1), con jaulas en una zona resguardada, sobre fondos fangosos (valores medios: 68 % (desviación típica (d.t.)=26,1) de pelitas y 25,5 % (d.t.=24) de arena; 10,5 % (d.t.=3,7) de materia orgánica; Eh a 5 cm = -308 mV (d.t.=65). Figura 2a) y muy alterados por instalaciones previas (cultivo de mejillón en batea realizado durante muchos años).

2.- La ría de O Barqueiro (Lugo, figura 1), con jaulas en una zona relativamente expuesta, sobre fondos arenosos (valores medios: 95,7 % (d.t.=5,7) de arena y 1,3 % (d.t.=2,7) de pelitas; 1,2 % (d.t.=0,5) de materia orgánica; Eh a 5 cm = -15 mV (d.t.=88). Figura 2b) y presumiblemente limpios, ya que no se tiene constancia de ninguna alteración previa de origen humano en la zona.

Los muestreos se llevaron a cabo en enero (Vigo) y mayo (O Barqueiro) de 2004. En la ría de Vigo se eligieron 8 estaciones (L) y en la ría de O Barqueiro 10 (JB), todas ellas distribuidas en dos transectos dibujados en función de la dirección de las corrientes marinas y el perfil de costa. El primer punto de muestreo de cada transecto coincidió

con un borde de jaula, a partir del cual los siguientes puntos se situaron a 50, 100, 200 y 500 metros de distancia. Hay que señalar que, en el caso de Vigo, no se pudieron recoger las muestras de los puntos L0 y L6 correspondientes a las distancias de 0 y 50 m del transecto interno. De este modo, y siempre comenzando a partir de las jaulas de cultivo, los puntos recogidos fueron: en la ría de Vigo L1-L2-L3-L4-L5 (transecto interno) y L7-L8-L9 (transecto externo); y en la ría de O Barqueiro JB6-JB7-JB8-JB9-JB10 (transecto interno) y JB1-JB2-JB3-JB4-JB5 (transecto externo). Cada muestra representa una superficie de fondo de 0,1 m<sup>2</sup>, para cuya obtención se utilizó una draga cuantitativa *box-corer* de Reineck adaptada por Bouma y Marshall (1964), con una superficie de muestreo de 10 cm x 17 cm (0,017 m<sup>2</sup>) y una profundización media de 12,2 cm (d.t.=2,1) en O Barqueiro y 18,3 cm (d.t.=3,3) en Vigo, con la cual se obtuvieron réplicas del fondo manteniendo su estructura vertical intacta. Las muestras se separaron en diferentes capas: 0-2 cm, 2-4 cm, 4-6 cm y 6-final de la muestra. La elección de estas capas es fruto de distintos estudios realizados durante varios años por el equipo de bentos de la Universidad de Santiago de Compostela (Sánchez Mata, 1996; Garmendia, 1997; García Gallego, 1998; Gómez Gesteira, 2001; Parada, 2005) en distintos tipos de fondo blando y referidas a la distribución vertical de la fauna. Se ha considerado la macrofauna retenida al hacer pasar cada muestra a través de un tamiz de 1 mm de luz de malla.

Tras separar e identificar la fauna presente en cada muestra hasta el nivel taxonómico más bajo posible (nivel de especie en la mayoría de los casos), se han estimado los siguientes parámetros poblacionales: riqueza específica (número de especies), densidad (individuos/m<sup>2</sup>), diversidad H' de Shannon-Wiener (Shannon y Weaver, 1963) y diversidad relativa o equitatividad J de Pielou (Pielou, 1966). Dichos parámetros han sido hallados de manera independiente (para cada capa) y de manera acumulada (mediante la suma progresiva de las capas inferiores a partir de la capa superficial, es decir, para las capas 0-2, 0-4, 0-6 y 0-F o total de la muestra).

Debido al efecto de aporte orgánico que provocan las jaulas de cultivo, es de esperar hallar en estos fondos una composición faunística indicadora de la presencia de dicho agente perturbador. Para constatar el probable estado alterado de estos fondos, y como otro parámetro estructural de la comunidad presente, hemos utilizado también el índice biótico AMBI (Borja, Franco y Pérez, 2000) que está basado en los grupos ecológicos establecidos en función de la sensibilidad de las especies macrobentónicas frente a distintos tipos de contaminación, incluida la procedente de los cultivos de peces (Borja, Muxika y Franco, 2003; Muniz *et al.*, 2005; Muxika, Borja y Bonne, 2005; Borja y Muxika, 2005).

## RESULTADOS

Se han recogido 5 449 individuos (1 982 en O Barqueiro y 3 467 en Vigo) repartidos en 229 taxones diferentes (144 en O Barqueiro y 137 en Vigo) de los que 200 (87 %) han podido identificarse hasta el nivel de especie.

Analizando los resultados desde la perspectiva de distribución vertical, la capa que muestra las mayores riquezas tanto en especies como en individuos es la superficial (tabla I). Por otro lado, la capa de 4 a 6 cm aparece como la más pobre. Esta menor aportación de dicha capa es más patente en el caso de las especies, ya que en valores de densidad, las menores contribuciones se reparten entre las capas 4-6 y 6-F.

Teniendo en cuenta el sedimento de la zona muestreada, la fauna no se encuentra distribuida del mismo modo en la vertical del sedimento (tabla I). En el caso de las arenas (O Barqueiro), la fauna se encuentra más dispersa que en el caso de los fangos (Vigo), lo cual confiere una mayor importancia relativa a las capas más profundas a la

hora de considerar la fauna (pero no hay que olvidar que la capa más importante sigue siendo la superficial en cada una de las estaciones). En la tabla I se han resaltado aquellos casos en los que la capa 6F adquiere cierta importancia (aportación superior al 20 % de la fauna hallada en la muestra).

Los perfiles dibujados con la densidad y riqueza específica (figuras 3 y 4) muestran un gran paralelismo en el comportamiento de los valores de todas las capas en función de la mayor o menor cercanía respecto a las jaulas de cultivo. Dentro de esta similitud, la capa 0-2 es la más diferenciada y las capas 0-4 y 0-6 alcanzan valores cercanos al total de la fauna (dibujando líneas muy próximas).

En los primeros 6 cm se recoge un promedio del 86,29 % (d.t.=7,00) de las especies halladas en la muestra completa: 85,18 % (d.t.=5,95) en los fondos arenosos y 87,66 % (d.t.=8,34) en los fondos fangosos. Por otro lado, en el 88,9 % de las muestras se recoge más del 80 % de las especies en la capa superficial de 0 a 6 cm (tabla I).

Del mismo modo, para el caso de la capa 0-4 cm se han encontrado los siguientes resultados: promedio del 79,88 % (d.t.=7,91) de las especies halladas en la muestra completa: 77,34 % (d.t.=6,92) en los fondos arenosos y 83,05 % (d.t.=8,36) en los fondos fangosos. En el 61,1 % de las muestras se recoge más del 80 % de las especies en la capa superficial de 0 a 4 cm.

En valores de densidad, un promedio de 84,75 % (d.t.=8,91) de la fauna se encuentra en la capa superficial de 0 a 6 cm: 81,22 % (d.t.=8,23) en los fondos arenosos y 89,16 % (d.t.=8,10) en los fondos fangosos. El 66,7 % de las muestras presenta más del 80 % de sus ejemplares en los primeros 6 cm (tabla I).

Y en el caso de la capa 0-4 cm, los valores hallados en términos de densidad son: un promedio de 72,56 % (d.t.=13,21) de la fauna hallada en la muestra completa: 67,46 % (d.t.=10,18) en los fondos arenosos y 78,93 % (d.t.=14,39) en los fondos fangosos. En los primeros 4 cm, el 22,2 % de las muestras presenta más del 80 % de sus ejemplares.

En cuanto a los perfiles de diversidad y diversidad relativa (figuras 3 y 4), no se observan grandes diferencias entre sus valores, aunque se evidencia un distanciamiento de los correspondientes a la capa 0-2 cm: los gráficos resultantes muestran un comportamiento paralelo y valores bastante similares, principalmente en la diversidad y en las capas 0-4 y 0-6. La diferencia principal entre estas dos capas se encuentra en el porcentaje de macrofauna que se considera en cada una de ellas (tabla I), siendo obviamente mayor en la de 0-6.

El índice biótico AMBI muestra unos resultados muy similares para todas las capas establecidas (tabla II). Los fondos cercanos a ambos polígonos de jaulas ofrecen una fauna que refleja una contaminación ligera, excepto en la estación L1 de la ría de Vigo (situada justo debajo de las jaulas, en el transecto interior) con una contaminación media, y en la estación JB6 de la ría de O Barqueiro con ausencia de contaminación.

## **DISCUSIÓN**

El primer hecho destacable que se aprecia tras la observación de los resultados es la importancia que adquieren los centímetros superficiales a la hora de albergar a la fauna: la mayoría de los organismos macrobentónicos se concentran en los primeros centímetros de profundidad. En los sedimentos de nuestro estudio, los primeros 6 cm acogen entre el 69,6 y el 96,7 % de los efectivos de la fauna encontrada. Esta concentración faunística en la capa superficial ha sido citada por numerosos autores en distintos estudios de fondos blandos submareales europeos (Berge y Álvarez Valderhaug, 1983; Hines y Comtois, 1985; Dauer, Ewing y Rodi, 1987; Pearson, 1987; Sánchez Mata, 1996; Garmendia, 1997; Garmendia, Parada y Mora, 2003; Moreira,

Domínguez y Troncoso, 2003), donde se encuentran valores de abundancia entre 66,5 y 94 % en los primeros 5-6 cm.

En cuanto a los resultados obtenidos en los dos tipos de fondo, la importancia de los primeros centímetros es mayor en el caso de los fangos. Esto puede estar relacionado con las diferencias entre las características sedimentológicas (inestabilidad física, número y tamaño de intersticios) que condicionan la habilidad excavadora del organismo (Mucha, Vasconcelos y Bordalo, 2004) y por ello su movilidad, o con el mayor grado de reducción del sedimento que suelen presentar los fangos frente a las arenas (Christie, 1975) lo cual conlleva al establecimiento de un espacio más estrecho con condiciones adecuadas para su habitabilidad. Por el contrario, los fondos arenosos ofrecen mayores intersticios entre los granos de sedimento que se reflejan en unas condiciones de habitabilidad menos exigentes y limitantes lo cual permite profundizar más a la fauna. Con esto se deduce que, en los fondos fangosos, nos encontramos con una mayor fiabilidad en cuanto a la representatividad de la fauna encontrada en la capa más superficial.

Los parámetros estructurales (diversidad y diversidad relativa) de la fauna establecida en las distintas capas consideradas, no presentan unas diferencias considerables, principalmente entre las capas de 0-4 cm, 0-6 cm y 0-15 cm (profundización que alcanza nuestra draga). La diferencia entre las distintas capas aparece, o se clarifica, al comparar el número de especies e individuos que se considera en cada caso. Ante esta situación, y teniendo en cuenta, por un lado, el aumento del esfuerzo (fundamentalmente en tiempo) que supone la separación e identificación de la fauna de cada capa y, por otro lado, la magnitud de la información que se adquiere en cada una de ellas, optamos por considerar suficiente el tratamiento y análisis de la macrofauna presente en los primeros 6 cm en aquellos estudios dirigidos al seguimiento del efecto producido por la presencia de jaulas de cultivo marino, principalmente en su fase inicial. No debemos olvidar que el impacto directo de estos cultivos (heces, alimento desaprovechado, mantenimiento de instalaciones...) (Flores Nava, 1990; Borja, 2002; Vita *et al.*, 2002) se produce inicialmente en la capa superficial del sedimento.

El índice biótico AMBI no nos ayuda a la hora de decidir sobre la preferencia de una capa u otra, ya que se obtienen resultados similares entre todas ellas. El único resultado diferencial se observa en la estación JB6 (ría de O Barqueiro), donde las tres primeras capas (0-2, 0-4 y 0-6) dan un resultado de contaminación débil mientras que en 0-F el resultado es de un sedimento no contaminado. En un primer momento, tal vez esto nos hace pensar que ni la capa de 0-6 es representativa del total de la muestra (0-F), pero analizando los datos numéricos del coeficiente biótico en el que se basan tanto la clasificación de contaminación como el índice biótico, en realidad las diferencias no son tan evidentes: los valores hallados para esta estación (1,33, 1,26, 1,23 y 1,09) se encuentran todos ellos muy cercanos al valor 1,20 que separa la asignación de ausencia de contaminación y de contaminación débil.

No obstante, aunque hayamos concluido que son suficientes los primeros 6 cm de sedimento, recomendamos dichas profundizaciones de muestra únicamente para la obtención de unos resultados preliminares y que requieren cierta celeridad, y consideramos conveniente el tratamiento y análisis de las muestras al completo para obtener unos resultados definitivos y poder extraer conclusiones finales que sirvan de confirmación (en el mejor de los casos) o de corrección (en el peor de los casos) de las decisiones adoptadas a raíz de la interpretación de los resultados preliminares.

## AGRADECIMIENTOS

Proyecto financiado por JACUMAR 2002-2005: "Identificación de parámetros del sedimento que actúen como mejores indicadores del impacto ambiental generado por los cultivos marinos en jaulas flotantes".

## BIBLIOGRAFÍA

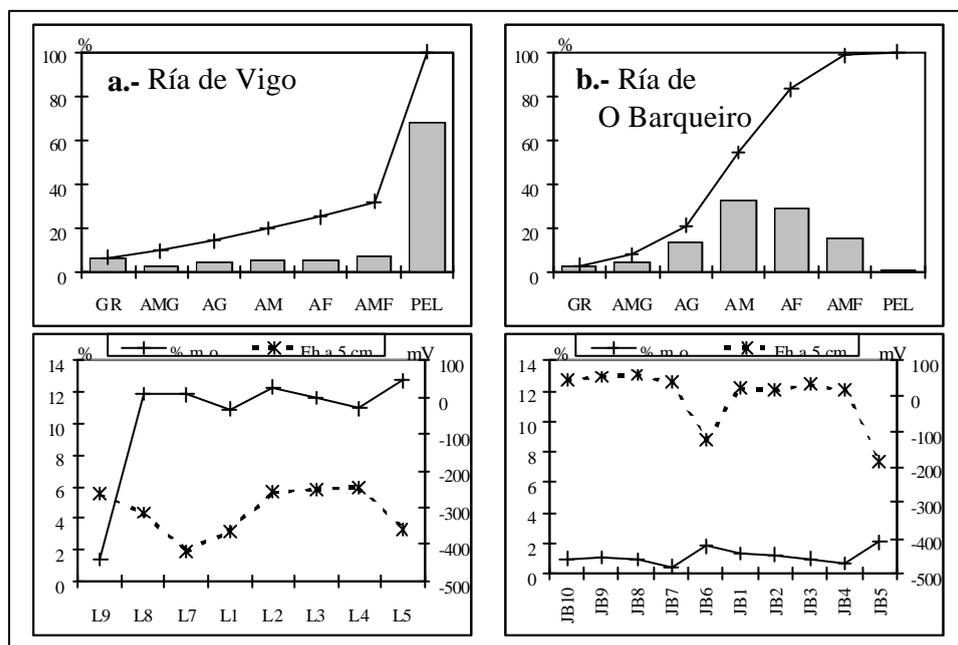
- Berge, J.A. y V. Álvarez Valderhaug. 1983. Effect of epibenthic macrodepredators on community structure in subtidal organically enriched sediments in the inner Oslofjord. *Marine Ecology Progress Series* 11: 15-22.
- Borja, A. 2002. Los impactos ambientales de la acuicultura y la sostenibilidad de esta actividad. *Boletín del Instituto Español de Oceanografía* 18(1-4): 41-49.
- Borja, A., J. Franco y V. Pérez. 2000. A Marine Biotic Index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments. *Marine Pollution Bulletin* 40(12): 1100-1114.
- Borja, A. y I. Muxika. 2005. Guidelines for the use of AMBI (AZTI' Marine Biotic Index) in the assessment of the benthic ecological quality. *Marine Pollution Bulletin* 50: 787-789.
- Borja, A., I. Muxika y J. Franco. 2003. The application of a Marine Biotic Index to different impact sources affecting soft-bottom benthic communities along European coasts. *Marine Pollution Bulletin* 46: 835-845.
- Bouma, A. H. y F. Marshall. 1964. A method for obtaining and analysing undisturbed oceanic sediment samples. *Marine Geology* 2: 81-99.
- Christie, N. D. 1975. Relationship between sediment texture, species richness and volume of sediment sampled by a grab. *Marine Biology* 30: 89-96.
- Dauer, D. M., R. M. Ewing y A. J. Jr. Rodi. 1987. Macrobenthic distribution within the sediment along an estuarine salinity gradient. *Int. Revue Ges. Hydrobiol.* 67(4): 477-489.
- Dauvin, J. C., J. L. Gómez Gesteira y M. Salvande Fraga. 2003. Taxonomic sufficiency: an overview of its use in the monitoring of sublittoral benthic communities after oil spills. *Marine Pollution Bulletin* 46: 552-555.
- De Biasi, A. M., Bianchi, C. N. y C. Morri. 2003. Analysis of macrobenthic communities at different taxonomic levels: an example from an estuarine environment in the Ligurian Sea (NW Mediterranean). *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 58: 99-106.
- Defeo, O. y D. Lercari. 2004. Testing taxonomic resolution levels for ecological monitoring in sandy beach macrobenthic communities. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 14: 65-74.
- Drake, P., F. Baldó, V. Sáenz y A. M. Arias. 1999. Macrobenthic community structure in estuarine pollution assessment on the Gulf of Cádiz (SW Spain): is the phylum-level meta-analysis approach applicable?. *Marine Pollution Bulletin* 38(11): 1038-1047.
- Ellis, D. 1985. Taxonomic sufficiency in pollution assessment. *Marine Pollution Bulletin* 16(12): 459.
- Ferraro, S. P. y F. A. Cole. 1990. Taxonomic level and sample size sufficient for assessing pollution impacts on the Southern California Bight macrobenthos. *Marine Ecology Progress Series* 67: 251-262.
- Ferraro, S. P. y F. A. Cole. 1992. Taxonomic level sufficient for assessing a moderate impact on macrobenthic communities in Puget Sound, Washington, USA. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 49: 1184-1188.

- Flores Nava, A. 1990. Breves consideraciones sobre el impacto ambiental de la piscicultura en jaulas flotantes. *Universidad y Ciencia* 7(14): 31-37.
- García Gallego, M. A., 1998.- *Seguimiento del impacto causado por la marea negra del "Aegean sea" sobre el macrozoobentos submareal de la Ría de Ares-Betanzos: Dinámica de poblaciones, 1993 y cartografía biosedimentaria, 1994*. Tesis Doctoral, Universidad de Santiago de Compostela. Santiago de Compostela: 435 pp.
- Garmendia, J. M. 1997. *El macrozoobentos submareal de la Ría de Ares y Betanzos. II. Estructura faunística. Dinámica poblacional en sedimentos arenosos. Impacto inicial de la marea negra del Aegean Sea*. Tesis Doctoral. Universidade de Santiago de Compostela. Santiago de Compostela: 556 pp.
- Garmendia, J. M., J. M. Parada y J. Mora. 2003. Niveles de penetración de los diferentes grupos macroinfaunales en los sedimentos arenosos sublitorales de la ría de Ares y Betanzos (Galicia) (noroeste de la península Ibérica). *Boletín del Instituto Español de Oceanografía* 19(1-4): 283-291.
- Giangrande, A. 2003. Biodiversity, conservation, and the "Taxonomic impediment". *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 13: 451-459.
- Gómez Gesteira, J. L. 2001. *Seguimiento del impacto causado por la marea negra del "Aegean sea" sobre el macrozoobentos submareal de la Ría de Ares y Betanzos. Dinámica de poblaciones, diciembre 1992 – noviembre 1996*. Tesis Doctoral. Universidade de Santiago de Compostela. Santiago de Compostela: 446 pp.
- Gómez Gesteira, J. L. y J. C. Dauvin. 2000. Amphipods are good bioindicators of the impact of oil spills on soft-bottom macrobenthic communities. *Marine Pollution Bulletin* 40(11): 1017-1027.
- Gómez Gesteira, J. L., J. C. Dauvin y M. Salvande Fraga. 2003. Taxonomic level for assessing oil spill effects on soft-bottom sublittoral benthic communities. *Marine Pollution Bulletin* 46: 562-572.
- Guzmán-Alvis, A. y F. Carrasco. 2005. Taxonomic aggregation and redundancy in a tropical macroinfaunal assemblage of the southern Caribbean in the detection of temporal patterns. *Scientia Marina* 69(1): 133-141.
- Hines, H. A. y K. L. Comtois. 1985. Vertical distribution of infauna in sediments of a subestuary of Central Chesapeake Bay. *Estuaries* 8(3): 296-304.
- James, R. J., M. P. Lincoln Smith y P. G. Fairweather. 1995. Sieve mesh-size and taxonomic resolution needed to describe natural spatial variation of marine macrofauna. *Marine Ecology Progress Series* 118: 187-198.
- Lasiak, T. 2003. Influence of taxonomic resolution, biological attributes and data transformations on multivariate comparisons of rocky macrofaunal assemblages. *Marine Ecology Progress Series* 250: 29-34
- Maurer, D. 2000. The dark side of taxonomic sufficiency (TS). *Marine Pollution Bulletin* 40(2): 98-101.
- Mistri, M. y R. Rossi. 2001. Taxonomic sufficiency in lagoonal ecosystems. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 81: 339-340.
- Moreira, J., M. Domínguez y J. S. Troncoso. 2003. Distribución vertical de la macroendofauna submareal en la Ensenada de Baiona (Galicia, N.O. España). *Nova Acta Científica Compostelana (Biología)* 13: 89-102.
- Mucha, A. P., M. T. S. D. Vasconcelos y A. A. Bordalo. 2004. Vertical distribution of the macrobenthic community and its relationships to trace metals and natural sediment characteristics in the lower Douro estuary, Portugal. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 59: 663-673.

- Muniz, P., N. Venturini, A. M. S. Pires-Vanin, L. R. Tommasi y A. Borja. 2005. Testing the applicability of a Marine Biotic Index (AMBI) to assessing the ecological quality of soft-bottom benthic communities, in the South America Atlantic region. *Marine Pollution Bulletin* 50: 624-637.
- Muxika, I., A. Borja y W. Bonne. 2005. The suitability of the marine biotic index (AMBI) to new impact sources along European coasts. *Ecological Indicators* 5: 19-31.
- Parada, J. M. 2005. *Cartografía biosedimentaria y comunidades bentónicas de los fondos blandos submareales de las Rías de Pontevedra y Aldán y la Ensenada de A Lanzada*. Tesis Doctoral. Universidade de Santiago de Compostela. Santiago de Compostela: 563 pp.
- Pearson, T. H. 1987. Benthic ecology in an accumulating sludge-disposal site. En: *Oceanic processes in marine pollution. Vol 1. Biological processes and wastes in the ocean*. J. M. Capuzzo y D. R. Kester (eds.): 195-200. Robert e. Krieger Publishing Co. Malabar, Florida.
- Pielou, E. C. 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections. *Journal of Theoretical Biology* 13: 131-144.
- R. Böttger-Schnack, R., J. Lenz y H. Weikert. 2004. Are taxonomic details of relevance to ecologists? An example from oncaeid microcopepods of the Red Sea. *Marine Biology* 144: 1127-1140
- Sánchez Mata, A. 1996. *El macrozoobentos submareal de la Ría de Ares y Betanzos: Estructura biosedimentaria y dinámica poblacional. Impacto de la marea negra del Aegean Sea*. Tesis doctoral. Universidade de Santiago de Compostela. Santiago de Compostela: 628 pp.
- Shannon, C. E. y W. Weaver. 1963. *The mathematical theory of communications* University of Illinois Press. Urbana, IL: 125 pp.
- Somerfield, P. J. y K. R. Clarke. 1995. Taxonomic levels, in marine community studies, revisited. *Marine Ecology Progress Series* 127: 113-119.
- Terlizzi, A., S. Bevilacqua, S. Fraschetti y F. Boero. 2003. Taxonomic sufficiency and the increasing insufficiency of taxonomic expertise. *Marine Pollution Bulletin* 46: 556-561.
- Venturini, N., P. Muniz y M. Rodriguez. 2004. Macrobenthic subtidal communities in relation to sediment pollution: the phylum-level meta-analysis approach in a south-eastern coastal region of South America. *Marine Biology* 144: 119-126.
- Vita, R., A. Marín, J. A. Madrid, B. Jiménez-Brinquis, A. César y L. Marín-Guirao. 2002. Impacto ambiental de la acuicultura en el bentos marino: experimentos de exclusión - inclusión. *Boletín del Instituto Español de Oceanografía* 18(1-4): 75-86.
- Warwick, R. M. 1988. The level of taxonomic discrimination required to detect pollution effects on marine benthic communities. *Marine Pollution Bulletin* 19(6): 259-268.



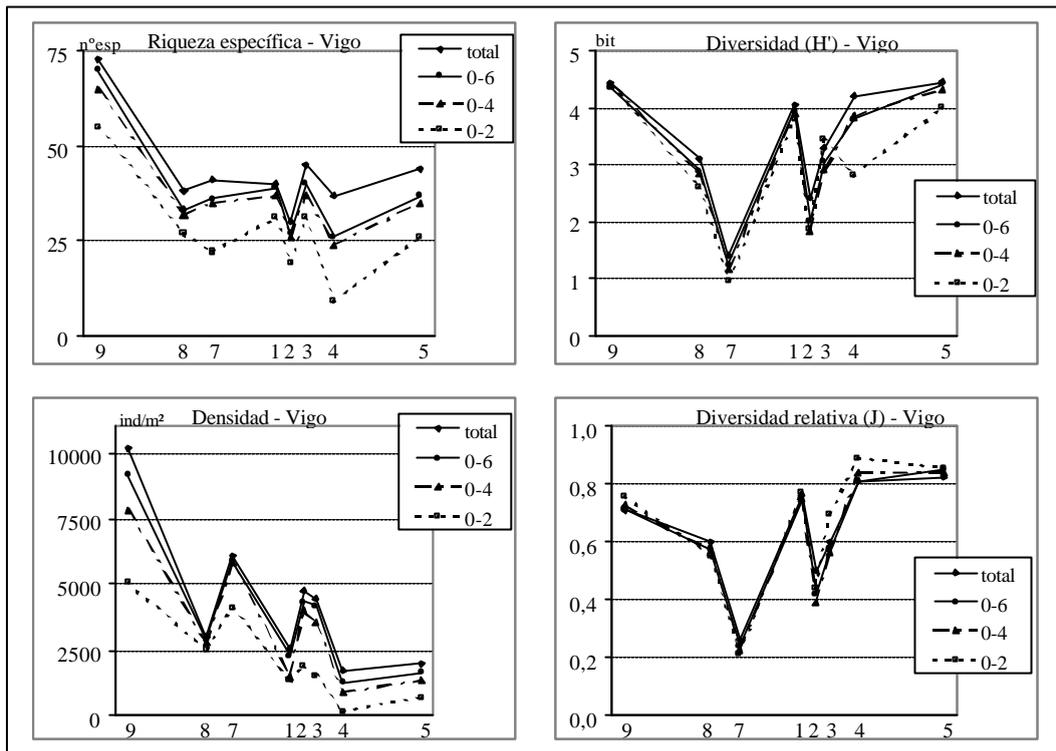
**Figura 1.-** Zonas de estudio: ría de Vigo y ría de O Barqueiro.



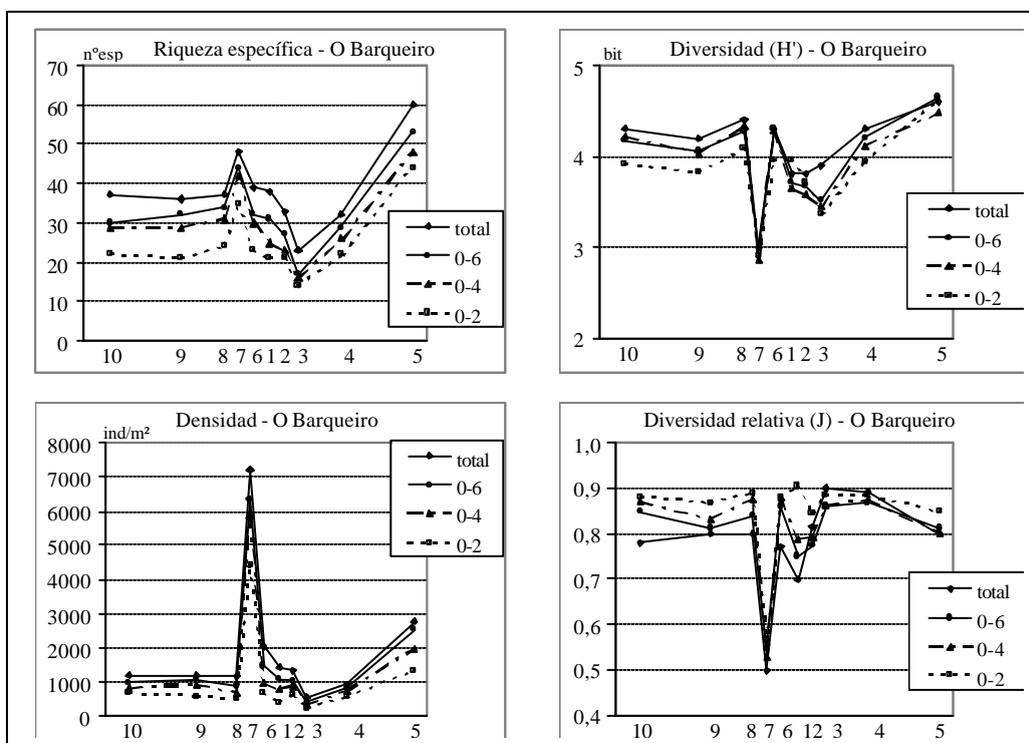
**Figura 2.-** Características sedimentológicas de las zonas estudiadas: fracciones granulométricas (% de cada fracción en barras y % acumulado en líneas; GR=grava, AMG=arena muy gruesa, AG=arena gruesa, AM=arena media, AF=arena fina, AMF=arena muy fina), materia orgánica (m.o., %) y potencial redox (Eh, mV).

**Tabla I.-** Valores de riqueza específica (RE) y densidad encontrados en cada capa y en el total de la muestra; y valores acumulados de las distintas profundizaciones de muestra en las dos rías estudiadas. Se han sombreado los niveles en los que se alcanzan los valores acumulados del 70 %, 80 % y 90 %, y las capas de 6/F que superan una aportación del 20 % a la muestra.

<b>RÍA DE VIGO</b>									
	% Densidad				total (ind/m <sup>2</sup> )	% Densidad acumulada			
	0/2	2/4	4/6	6/F		0/2	0/4	0/6	0/F
L1	51,9	20,5	15,5	12,0	2580	51,9	72,5	88,0	100
L2	40,3	46,5	4,9	8,3	4710	40,3	86,8	91,7	100
L3	52,9	31,1	10,1	5,9	4440	52,9	84,0	94,1	100
L4	9,8	40,5	21,4	28,3	1730	9,8	50,3	71,7	100
L5	40,0	31,8	13,3	14,9	1950	40,0	71,8	85,1	100
L7	67,2	28,3	1,2	3,3	6070	67,2	95,6	96,7	100
L8	83,7	8,3	4,0	4,0	3010	83,7	92,0	96,0	100
L9	52,5	26,0	11,4	10,1	10180	52,5	78,5	89,9	100
	% RE				total (n° esp)	% RE acumulada			
	0/2	2/4	4/6	6/F		0/2	0/4	0/6	0/F
L1	77,5	15,0	5,0	2,5	40	77,5	92,5	97,5	100
L2	63,3	23,3	3,3	10,0	30	63,3	86,7	90,0	100
L3	68,9	13,3	6,7	11,1	45	68,9	82,2	88,9	100
L4	24,3	40,5	5,4	29,7	37	24,3	64,9	70,3	100
L5	59,1	20,5	4,5	15,9	44	59,1	79,5	84,1	100
L7	53,7	31,7	2,4	12,2	41	53,7	85,4	87,8	100
L8	71,1	13,2	2,6	13,2	38	71,1	84,2	86,8	100
L9	75,3	13,7	6,8	4,1	73	75,3	89,0	95,9	100
		> 20 % en 6/F					> 70 %		
							> 80 %		
							> 90 %		
<b>RÍA DE O BARQUEIRO</b>									
	% Densidad				total (ind/m <sup>2</sup> )	% Densidad acumulada			
	0/2	2/4	4/6	6/F		0/2	0/4	0/6	0/F
JB1	27,5	28,2	19,0	25,4	1.420	27,5	55,6	74,6	100
JB2	45,9	21,1	12,0	21,1	1.330	45,9	66,9	78,9	100
JB3	44,6	14,3	10,7	30,4	560	44,6	58,9	69,6	100
JB4	59,8	19,6	10,9	9,8	920	59,8	79,3	90,2	100
JB5	48,0	22,6	19,7	9,7	2.790	48,0	70,6	90,3	100
JB6	34,1	18,5	18,5	28,8	2.050	34,1	52,7	71,2	100
JB7	61,1	21,3	5,1	12,5	7.220	61,1	82,4	87,5	100
JB8	41,4	20,7	13,8	24,1	1.150	41,4	62,1	75,9	100
JB9	48,7	28,6	13,4	9,2	1.190	48,7	77,3	90,8	100
JB10	57,6	11,0	14,4	16,9	1.180	57,6	68,6	83,1	100
	% RE				total (n° esp)	% RE acumulada			
	0/2	2/4	4/6	6/F		0/2	0/4	0/6	0/F
JB1	55,3	10,5	15,8	18,4	38	55,3	65,8	81,6	100
JB2	63,6	6,1	12,1	18,2	33	63,6	69,7	81,8	100
JB3	60,9	8,7	4,3	26,1	23	60,9	69,6	73,9	100
JB4	68,8	12,5	9,4	9,4	32	68,8	81,3	90,6	100
JB5	73,3	6,7	8,3	11,7	60	73,3	80,0	88,3	100
JB6	59,0	17,9	5,1	17,9	39	59,0	76,9	82,1	100
JB7	72,9	14,6	4,2	8,3	48	72,9	87,5	91,7	100
JB8	64,9	18,9	8,1	8,1	37	64,9	83,8	91,9	100
JB9	58,3	22,2	8,3	11,1	36	58,3	80,6	88,9	100
JB10	59,5	18,9	2,7	18,9	37	59,5	78,4	81,1	100



**Figura 3.-** Parámetros estructurales de la macrofauna hallada en la ría de Vigo: riqueza específica, densidad, diversidad y diversidad relativa para las distintas profundizaciones consideradas: 0-2, 0-4, 0-6 y total de la fauna (0-F).



**Figura 4.-** Parámetros estructurales de la macrofauna hallada en la ría de O Barqueiro: riqueza específica, densidad, diversidad y diversidad relativa para las distintas profundizaciones consideradas: 0-2, 0-4, 0-6 y total de la fauna (0-F).

**Tabla II.-** Resultados obtenidos con el programa AMBI para las muestras de las dos rías estudiadas: coeficiente biótico (CB), índice biótico (IB) y clasificación de contaminación (No C= No Contaminado).

<b>RÍA DE VIGO</b>								
<b>Estaciones</b>								
	<b>L1</b>	<b>L2</b>	<b>L3</b>	<b>L4</b>	<b>L5</b>	<b>L7</b>	<b>L8</b>	<b>L9</b>
Coeficiente biótico (CB)								
<b>0-2</b>	3,830	3,039	2,634	3,000	2,250	2,911	3,137	2,968
<b>0-4</b>	3,901	3,073	2,927	3,103	2,532	2,916	3,119	2,874
<b>0-6</b>	3,842	3,076	2,982	3,060	2,558	2,910	3,129	2,858
<b>0-F</b>	3,781	3,037	2,979	2,921	2,605	2,905	3,120	2,902
Índice biótico (IB)								
<b>0-2</b>	3	2	2	2	2	2	2	2
<b>0-4</b>	3	2	2	2	2	2	2	2
<b>0-6</b>	3	2	2	2	2	2	2	2
<b>0-F</b>	3	2	2	2	2	2	2	2
Clasificación de contaminación								
<b>0-2</b>	Media	Ligera						
<b>0-4</b>	Media	Ligera						
<b>0-6</b>	Media	Ligera						
<b>0-F</b>	Media	Ligera						

<b>RÍA DE O BARQUEIRO</b>										
<b>Estaciones</b>										
	<b>JB1</b>	<b>JB2</b>	<b>JB3</b>	<b>JB4</b>	<b>JB5</b>	<b>JB6</b>	<b>JB7</b>	<b>JB8</b>	<b>JB9</b>	<b>JB10</b>
Coeficiente biótico (CB)										
<b>0-2</b>	1,807	1,625	1,260	2,481	2,097	1,328	3,248	1,468	1,631	1,786
<b>0-4</b>	2,145	1,755	1,318	2,363	1,936	1,263	3,255	1,458	1,747	1,851
<b>0-6</b>	2,122	1,860	1,423	2,240	1,810	1,232	3,252	1,551	1,682	1,775
<b>0-F</b>	2,080	1,863	1,472	2,103	1,780	1,088	3,243	1,577	1,665	1,823
Índice biótico (IB)										
<b>0-2</b>	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
<b>0-4</b>	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
<b>0-6</b>	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
<b>0-F</b>	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2
Clasificación de contaminación										
<b>0-2</b>	Ligera									
<b>0-4</b>	Ligera									
<b>0-6</b>	Ligera									
<b>0-F</b>	Ligera	Ligera	Ligera	Ligera	Ligera	No C	Ligera	Ligera	Ligera	Ligera



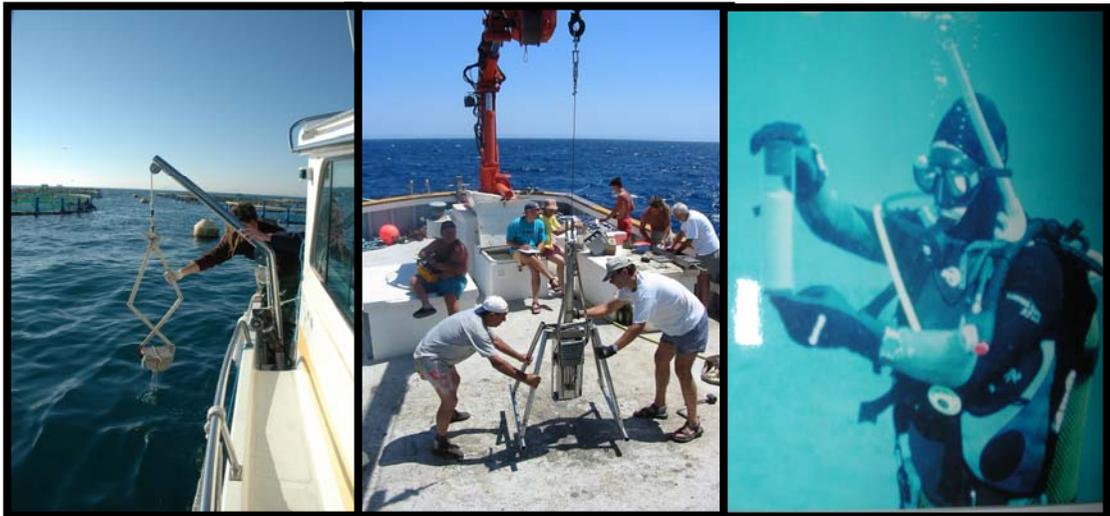
# JACUMAR

## JUNTA NACIONAL ASESORA DE CULTIVOS MARINOS

### PLANES NACIONALES

#### MEMORIA FINAL DEL PROYECTO:

**“Identificación de parámetros del sedimento que actúen como mejores indicadores del impacto ambiental generado por los cultivos marinos en jaulas flotantes. Valoración de diferentes métodos de obtención de las muestras” (2003 – 2005).**



**Equipo de trabajo:**

**Coordinador Plan Nacional:** Dr. Benjamín García García (IMIDA).

**Investigador responsable:** Dr. Felipe Aguado Giménez (IMIDA).

**Colaboradores:**

Dr. Arnaldo Marín Atucha (Dpto. Ecología e Hidrología UMU).  
Lcdo. Miguel Borredat Navarro (Dpto. Ecología e Hidrología UMU).  
Lcdo. Sara Montoya Navarro (Dpto. Ecología e Hidrología UMU).  
Lcdo. Lázaro Marín Guirao (Dpto. Ecología e Hidrología UMU).



<b>1. Justificación.</b> .....	<b>1</b>
<b>2. Metodología.</b> .....	<b>4</b>
<b>2.1. Localización geográfica y descripción de la zona de estudio.</b> .....	<b>4</b>
<b>2.2. Hidrodinámica y dispersión de los residuos.</b> .....	<b>5</b>
<b>2.3. Muestreo en fondos blandos.</b> .....	<b>6</b>
<b>2.3.1. Diseño experimental y plan de trabajo.</b> .....	<b>6</b>
<b>2.3.1.1. Primer año (2003).</b> .....	<b>6</b>
<b>i) Físico-químicos:</b> .....	<b>7</b>
• Distribución del tamaño de las partículas:	
• Eh	
• Contenido en materia orgánica (%MO):	
• Carbono orgánico total (%TOC) y nitrógeno total (%TN):	
• Fósforo total (%TP):	
• Contenido en nitrógeno total en forma de amonio-amoniaco (TAN ppm):	
• Contenido en ácidos volátiles de azufre o sulfuros (AVS-S ppm):	
<b>ii) Biológicos: macrofauna bentónica.</b> .....	<b>8</b>
• Riqueza específica:	
• Abundancia:	
• Diversidad biológica:	
• Estructura de la comunidad macrobentónica.	
<b>iii) Tratamiento estadístico.</b> .....	<b>8</b>
<b>2.3.1.2. Segundo año (2004).</b> .....	<b>9</b>
<b>i) Físico-químicos:</b> .....	<b>10</b>
• Distribución del tamaño de las partículas:	
• Contenido en materia orgánica (%MO):	
• Contenido en nitrógeno total en forma de amonio-amoniaco (TAN ppm): .	
• Contenido en ácidos volátiles de azufre o sulfuros (AVS-S ppm):	
<b>ii) Biológicos:</b> .....	<b>10</b>
<b>Macrofauna bentónica:</b>	
• Riqueza específica:	
• Abundancia:	
• Diversidad biológica:	
• Estructura de la comunidad macrobentónica.	
<b>Biomarcadores:</b>	
• Contenido en clorofila-A sedimentaria	
• Test de toxicidad del sedimento	
<b>iii) Tratamiento estadístico.</b> .....	<b>12</b>



<b>2.4. Muestreo en pradera de <i>Posidonia oceanica</i>.....</b>	<b>13</b>
<b>2.4.1. Diseño experimental y plan de trabajo.....</b>	<b>13</b>
<b>i) Macroescala:.....</b>	<b>13</b>
• Densidad de haces:	
• Cobertura:	
• Densidad global:	
<b>ii) Microescala:.....</b>	<b>13</b>
• Superficie foliar de cada haz:	
• Biomasa foliar:	
• Biomasa de los epibiontes de cada haz:	
• Contenido nutricional de los epibiontes de cada haz: (sólo 2003 y 2005).	
• Seguimiento de la señal isotópica del $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}$ en epibiontes (sólo 2005).	
<b>iii) Tratamiento estadístico.....</b>	<b>14</b>
<b>3. Resultados.....</b>	<b>15</b>
<b>3.1. Hidrodinámica y dispersión del vertido.....</b>	<b>15</b>
<b>3.2. Muestreos en fondos blandos.....</b>	<b>18</b>
<b>3.2.1. Año 2003.....</b>	<b>18</b>
3.2.1.1. Distribución del tamaño de las partículas.	
3.2.1.2. Potencial redox (Eh).	
3.2.1.3. Materia orgánica, TOC, TN y TP.	
3.2.1.4. Nitrógeno total en forma de amonio: TAN.	
3.2.1.5. Ácidos volátiles de azufre o sulfuros: AVS.	
3.2.1.6. Macrofauna bentónica.	
3.2.1.6.1. Riqueza específica "S", Abundancia "N" y Diversidad biológica "H".	
3.2.1.6.2. Análisis multivariante de la macrofauna bentónica.	
<b>3.2.2. Año 2004.....</b>	<b>31</b>
3.2.2.1. Distribución del tamaño de partículas.	
3.2.2.2. Contenido en materia orgánica (%MO).	
3.2.2.3. Nitrógeno total en forma de amonio: TAN.	
3.2.2.4. Ácidos volátiles de azufre o sulfuros: AVS.	
3.2.2.5. Macrofauna bentónica.	
3.2.2.5.1. Riqueza específica "S", Abundancia "N" y Diversidad biológica "H".	
3.2.2.5.2. Análisis multivariante de la macrofauna bentónica.	



Región de Murcia  
Consejería de Agricultura  
y Agua



Instituto Murciano de Investigación y  
Desarrollo Agrario y Alimentario  
C/ Mayor, s/n.  
30150 La Alberca (Murcia)  
Telf. 968-366717 Fax 968-366792



Dpto. Acuicultura y Ganadería  
Equipo de Acuicultura Marina  
Estación de Acuicultura Marina  
Las Salinas 7 Apdo. 65  
30740 San Pedro del Pinatar, Murcia  
Tlf. y Fax 968184518

### **3.2.2.6. Biomarcadores.**

#### **3.2.2.6.1. Clorofila A sedimentaria.**

#### **3.2.2.6.2. Test de toxicidad del sedimento.**

### **3.3. Muestreos en pradera de *Posidonia oceanica*..... 41**

#### **3.3.1. Macroescala: densidad de haces, cobertura y densidad global. .. 41**

#### **3.3.2. Microescala..... 41**

##### **3.3.2.1. Biomasa de epibiontes.**

##### **3.3.2.2. Contenido en nutrientes de los epibiontes.**

##### **3.3.2.3. Seguimiento de la señal isotópica del $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}$ en epibiontes.**

### **4. Discusión..... 46**

#### **4.1. Hidrodinámica y dispersión del vertido. .... 46**

#### **4.2. Muestreos en fondos blandos..... 49**

##### **4.2.1. Parámetros físico-químicos: descriptores ambientales y causas del impacto..... 49**

##### **4.2.2. Parámetros biológicos: efectos sobre el ecosistema..... 51**

##### **4.2.3. Método de obtención de las muestras. .... 55**

#### **4.3. Pradera de *Posidonia oceanica*. .... 58**

### **5. Conclusiones..... 60**

### **6. Recomendaciones..... 62**

### **7. Referencias bibliográficas..... 64**



Región de Murcia  
Consejería de Agricultura  
y Agua



Instituto Murciano de Investigación y  
Desarrollo Agrario y Alimentario  
C/ Mayor, s/n.  
30150 La Alberca (Murcia)  
Telf. 968-366717 Fax 968-366792



Dpto. Acuicultura y Ganadería  
Equipo de Acuicultura Marina  
Estación de Acuicultura Marina  
Las Salinas 7 Apdo. 65  
30740 San Pedro del Pinatar, Murcia  
Tlf. y Fax 968184518

## 1. Justificación.

Las empresas productoras de peces en jaulas flotantes, que representan una proporción muy importante de la producción global estatal, se encuentran a menudo en la situación de que las exigencias en cuanto a los contenidos de los estudios ambientales que deben desarrollar, pueden variar dependiendo de la región en que se encuentre la granja, e incluso del personal técnico administrativo que en un momento determinado se encargue del seguimiento, a causa de la inexistencia de una reglamentación concreta en la que basarse. En la actualidad, y ante la necesidad de adaptarnos a las normativas europeas medioambientales, es perentoria la búsqueda de herramientas que faciliten la gestión ambiental en general, y en particular la relacionada con los cultivos marinos. En la última década se ha avanzado enormemente en este tema, pero sólo unos pocos países disponen de una reglamentación específica, como son los casos de Escocia y Canadá, pero no siempre son aplicables en la Unión Europea. Esta demanda a nivel de los países Mediterráneos se ha visto reflejada en el desarrollo de varios proyectos de investigación nacionales (IPSIAM, JACUMAR 2003-2005) e internacionales (MERAMED, EU 2002-2004; ECASA, EU 2004-2006), en los que entre sus objetivos se encontraba la identificación y valoración de parámetros ambientales que pudiesen actuar como mejores indicadores del impacto ambiental de la piscicultura marina en jaulas.

La Directiva Marco Europea del Agua (DMEA, 2000/60/CEE) requiere la categorización de los cuerpos de agua incluidos los fondos, en función del "status" ecológico en que se encuentren, y en este contexto demanda de los estados miembros información rigurosa pero a su vez fácilmente interpretable, metodologías estandarizadas, tanto analíticas como de diseño de muestreo, y la determinación de valores guía de referencia, para alcanzar el objetivo final de asegurar un buen estado de los ecosistemas acuáticos y poder controlar su evolución de manera sencilla pero rigurosa.



Región de Murcia  
Consejería de Agricultura  
y Agua



Instituto Murciano de Investigación y  
Desarrollo Agrario y Alimentario  
C/ Mayor, s/n.  
30150 La Alberca (Murcia)  
Telf. 968-366717 Fax 968-366792



Dpto. Acuicultura y Ganadería  
Equipo de Acuicultura Marina  
Estación de Acuicultura Marina  
Las Salinas 7 Apdo. 65  
30740 San Pedro del Pinatar, Murcia  
Tlf. y Fax 968184518

Los efectos de la piscicultura en jaulas flotantes sobre el medio ambiente están bastante bien estudiados tanto en intensidad como en extensión, y los parámetros físicos, químicos y/o biológicos empleados son diversos. Sin embargo, la sensibilidad de cualquiera de estos potenciales indicadores de impacto puede variar enormemente dependiendo de las condiciones particulares del lugar, como son profundidad, corrientes, intensidad de producción, tipos de comunidades biológicas presentes, naturaleza de los fondos, coexistencia con otros usos, etc. En el Mediterráneo se está dando la tendencia generalizada de ubicar las instalaciones de jaulas flotantes en mar abierto, lo que supone un beneficio *a priori* en cuanto que las interacciones con otras actividades se minimizan, y algunas de las comunidades biológicas de mayor valor ecológico (principalmente las praderas de fanerógamas marinas) se encuentran distantes. Esto ha supuesto una mayor homogenización (involuntaria) de los tipos de fondos en que se están asentando las granjas, que por lo general son fondos blandos, sedimentarios, de tipo detrítico-costero, con un mayor o menor grado de enfangamiento, bastante uniformes y aparentemente yermos en cuanto a su aspecto, pero con una diversidad biológica importante que puede englobar especies de interés ecológico y abastecer de recursos tróficos a determinadas especies de interés comercial. Desde que se entró en vigor la Directiva Hábitat Europea (92/43/CEE), la Red Natura 2000 y se establecieron los LIC's, las praderas de fanerógamas marinas han dejado de verse directamente afectadas por las granjas marinas. Sin embargo, la porción disuelta del vertido que puede dispersarse a mayores distancias, podría afectar al límite inferior de distribución de las praderas de *Posidonia oceánica*, si la distancia a éstas no fuese suficiente. Al tratarse de una especie de protección prioritaria y de incuestionable valor ecológico, la posible afección de las praderas de *P. oceánica* merece una atención especial.

Este trabajo ha pretendido realizar un barrido, tanto espacial como temporal alrededor de lo que hemos considerado como una granja marina "tipo" Mediterránea, de toda una serie de parámetros físicos, químicos y biológicos, con la intención de valorar la idoneidad de su utilización como indicadores de



**Región de Murcia**  
Consejería de Agricultura  
y Agua



Instituto Murciano de Investigación y  
Desarrollo Agrario y Alimentario  
C/ Mayor, s/n.  
30150 La Alberca (Murcia)  
Telf. 968-366717 Fax 968-366792



Dpto. Acuicultura y Ganadería  
Equipo de Acuicultura Marina  
Estación de Acuicultura Marina  
Las Salinas 7 Apdo. 65  
30740 San Pedro del Pinatar, Murcia  
Tlf. y Fax 968184518

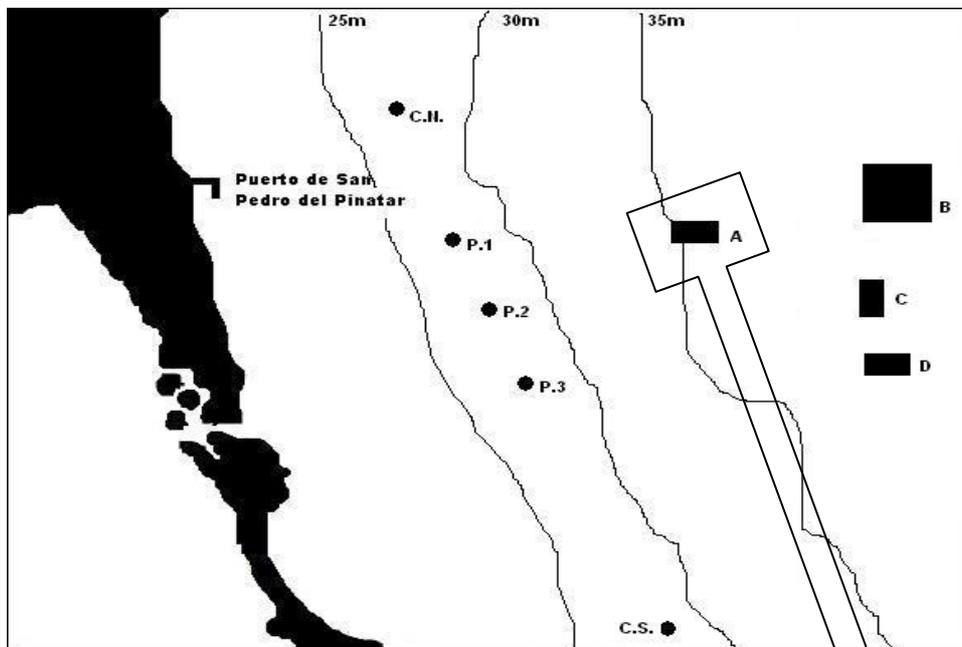
impacto, en términos de coste-beneficio. Asimismo, se han evaluado diferentes métodos de obtención de las muestras, cuya valoración en términos de coste-beneficio también puede ser importante para el sector.



## 2. Metodología.

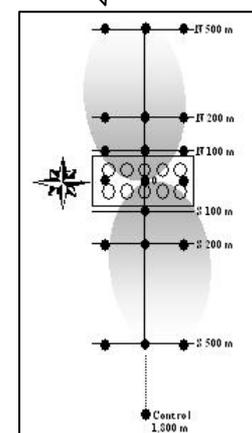
### 2.1. Localización geográfica y descripción de la zona de estudio.

La zona de estudio seleccionada (Figura 1) se localiza frente al puerto de San Pedro del Pinatar (Murcia, SE España). A 5,5 km de la costa se encuentran las instalaciones de la empresa colaboradora (A en Fig.1: 37° 48.941' N; 00° 41.731' W), dedicada al engorde hasta talla comercial de dorada (*Sparus aurata*) y corvina (*Argyrosomus regius*). Consta de 18 jaulas flotantes de 16 metros de diámetro, con una producción anual en torno a las 400 toneladas.



**Figura 1:** Localización geográfica, diseño experimental y localización de estaciones de muestreo.

Al Este de la granja seleccionada, se localizan tres granjas más (B, C y D en Fig.1, a 1,2 km, 1,8 km y 2,2 km respectivamente de A), dedicadas principalmente al engrase de atún rojo y en menor medida al engorde de dorada y lubina. Los fondos en el área de estudio presentan una escasa pendiente, y la profundidad oscila entre 36-38 m. Se trata de fondos de tipo detrítico-costero con cierto grado de





Región de Murcia  
Consejería de Agricultura  
y Agua



Instituto Murciano de Investigación y  
Desarrollo Agrario y Alimentario  
C/ Mayor, s/n.  
30150 La Alberca (Murcia)  
Telf. 968-366717 Fax 968-366792



Dpto. Acuicultura y Ganadería  
Equipo de Acuicultura Marina  
Estación de Acuicultura Marina  
Las Salinas 7 Apdo. 65  
30740 San Pedro del Pinatar, Murcia  
Tlf. y Fax 968184518

enfangamiento. Las aguas son de tipo oceánico, con una salinidad en torno al 37‰ y con niveles de oxígeno disuelto siempre próximos al 100% de saturación. El límite inferior de la pradera de *Posidonia oceanica* más próximo se encuentra a unos 2 km de la granja objeto de estudio, a una profundidad 27 m.

## 2.2. Hidrodinámica y dispersión de los residuos.

El primer paso para establecer la red de estaciones de muestreo en torno a la granja seleccionada, debiera haber sido la instalación previa de un correntímetro, y a partir de la información extraída de éste, se hubiesen dispuesto los puntos de muestreo. Puesto que no se pudo disponer del correntímetro hasta bien avanzado el proyecto, se tuvo que recurrir a la información previa disponible sobre la zona de estudio. En concreto, el Estudio de Impacto Ambiental de la empresa colaboradora incluía un estudio de corrientes y de dispersión de los residuos, que resultó válido para establecer inicialmente la red de estaciones de muestreo (Belmonte et al., 1998).

Posteriormente y una vez que se dispuso del correntímetro, se realizó el estudio de corrientes a partir de los datos obtenidos tras el fondeo de un correntímetro perfilador acústico "Doppler" (ADCP Nortek Aquadopp). El *planning* de muestreo del perfilador fue el siguiente: frecuencia de medida 600 kHz; intervalo de perfilado: cada 20 minutos; promedio de medición durante el intervalo: 1 minuto; calibración del compás: cada 20 minutos, es decir, previo a cada medición; número de celdas de medición: 39; tamaño de las celdas de medición: 1 metro. De cada medición se obtenían datos de velocidad y dirección de la corriente para cada celda. El correntímetro permaneció fondeado en las inmediaciones de la granja durante 545 días efectivos de medición en períodos de aproximadamente 45 días, tras los cuales era sacado a superficie para volcar los datos, limpiarlo y reponer las baterías.

Para el estudio de las corrientes, de las 39 celdas de medición, se seleccionaron las que tenían mayor interés desde el punto de vista de la



**Región de Murcia**  
Consejería de Agricultura  
y Agua



Instituto Murciano de Investigación y  
Desarrollo Agrario y Alimentario  
C/ Mayor, s/n.  
30150 La Alberca (Murcia)  
Telf. 968-366717 Fax 968-366792



Dpto. Acuicultura y Ganadería  
Equipo de Acuicultura Marina  
Estación de Acuicultura Marina  
Las Salinas 7 Apdo. 65  
30740 San Pedro del Pinatar, Murcia  
Tlf. y Fax 968184518

dispersión de los residuos: una próxima a la superficie (-5 m), otra que se corresponde con el punto más profundo del bolsillo de red de las jaulas (-15 m) y otra en el fondo (-35 m). Para estas tres profundidades se obtuvieron las velocidades mínima, media y máxima durante el período de medición, así como el vector progresivo de la dirección de la corriente u hodógrafa, que nos valdría para determinar la dirección predominante de dispersión de los residuos. Asimismo, se calcula la distancia (D) que pueden alcanzar los residuos particulados en función de la profundidad (p), velocidad de la corriente (Vc) y velocidad de sedimentación de las partículas (Vs), atendiendo a la ecuación de Gowen & Bradbury (1987):

$$D = p \times Vc / Vs$$

## **2.3. Muestreo en fondos blandos.**

### **2.3.1. Diseño experimental y plan de trabajo.**

#### **2.3.1.1. Primer año (2003).**

Se estableció un transecto que seguía la dirección predominante de la corriente, y las estaciones de muestreo se ubicaron inmediatamente debajo de las jaulas, a 100, 200 y 500 metros por encima y por debajo de la dirección de corriente predominante, así como una estación control localizada a 1,8km al Sur de las instalaciones (N500, N200, N100, Est.0, S100, S200, S500 y C). En la figura 1 se esquematiza el diseño experimental para el muestreo en fondos blandos en torno a las instalaciones seleccionadas.

En cada estación de muestreo se tomaron 4 réplicas obtenidas independientemente mediante cada uno de los siguientes muestreadores: draga box-corer, draga Van-Veen y buceo con escafandra autónoma (Foto 1). Los muestreos se realizaron en verano (julio de 2003) e invierno (diciembre de 2003– enero de 2004).



**Foto 1:** Muestréos con draga box-corer, draga Van-Veen y mediante buceo con escafandra autónoma.

De las muestras obtenidas con estos tres métodos, se utilizaron para los análisis físico-químicos los 5 primeros centímetros. Para la infauna del sedimento, las muestras eran inmediatamente tamizadas ( $500\mu$ ) y fijadas en formol al 4% en agua de mar. Los parámetros analizados fueron:

**i) Físico-químicos:**

- **Distribución del tamaño de las partículas:** tamizado en seco en columna de tamices de 2mm, 0,5mm, 0,25mm, 0,125mm y 0,063mm (% de gravas, arenas gruesas, arenas finas y limos+arcillas).
- **Eh (mV):** electrodo previamente calibrado en función del pH, temperatura y electrodo normal de hidrógeno. Para las muestras obtenidas con draga tipo Box-corer, se midió el perfil de Eh cada 2cm. Para muestras obtenidas con draga tipo Van Veen y mediante buceo, se midió sólo en los dos primeros cm. En la campaña de invierno no se pudo medir al averiarse irreparablemente el electrodo.



- **Contenido en materia orgánica (%MO):** pérdida de peso por ignición a 450 °C durante 5 horas.
- **Carbono orgánico total (%TOC) y nitrógeno total (%TN):** autoanalizador elemental Carlo Erba Inst. EA 1108 CHN. Se calculó el **C.N** ratio. Solo se midieron en la campaña de verano 2003.
- **Fósforo total (%TP):** método vanadio-molibdato y espectrofotometría.
- **Contenido en nitrógeno total en forma de amonio-amoniaco (TAN ppm):** electrodo de ion selectivo en muestras de agua intersticial.
- **Contenido en ácidos volátiles de azufre o sulfuros (AVS-S ppm):** electrodo de ion selectivo según el protocolo de Allen et al. (1993).

ii) **Biológicos: macrofauna bentónica.**

- **Riqueza específica:** nº especies en cada muestra.
- **Abundancia:** nº de individuos de cada especie en cada muestra.
- **Diversidad biológica:** índice de Shannon-Wiener, a partir de valores de abundancia.
- **Estructura la comunidad macrobentónica.**

iii) **Tratamiento estadístico.**

Los parámetros físico-químicos fueron tratados mediante un modelo factorial de análisis de la varianza (ANOVA):



Región de Murcia  
Consejería de Agricultura  
y Agua



Instituto Murciano de Investigación y  
Desarrollo Agrario y Alimentario  
C/ Mayor, s/n.  
30150 La Alberca (Murcia)  
Telf. 968-366717 Fax 968-366792



Dpto. Acuicultura y Ganadería  
Equipo de Acuicultura Marina  
Estación de Acuicultura Marina  
Las Salinas 7 Apdo. 65  
30740 San Pedro del Pinatar, Murcia  
Tlf. y Fax 968184518

$$X_{i,j,k} = \mu + E_i + M_j + T_k + (E_i * M_j) + (E_i * T_k) + (M_j * T_k) + (E_i * M_j * T_k) + e_{n(i,j,k)}$$

donde X es la variable dependiente, en nuestro caso los distintos parámetros físico-químicos,  $\mu$  es la media, **E** es el factor estación de muestreo, y ha sido considerado como un factor de tipo aleatorio, en tanto que el interés radica más en un rango de afección que en la distancia al foco en sí misma, **M** es el tipo de muestreador, considerado como un factor de tipo fijo, en tanto que fueron seleccionados a conciencia de entre otros muchos posibles, **T** es el tiempo o campaña de muestreo, que también ha sido considerado como un factor de tipo aleatorio, ya que para ver diferencias frente a la época de mayor producción, se podía haber escogido cualquier otra temporalidad, y  $e_n$  es el error residual para n réplicas. Este tipo de modelo factorial permite determinar si las diferencias que se observen sean debidas bien a la interacción de los tres factores considerados, de dos de ellos o bien por factores aislados. Posteriormente se aplica el test *post-hoc* HSD de Tukey de comparación de medias.

Para el estudio de la estructura de la comunidad macrobentónica se utilizó el paquete estadístico PRIMER-E: inicialmente se calcula matriz de similaridad de Bray-Curtis y a continuación se aplicó el escalado multidimensional (MDS), a partir de datos transformados para eliminar sesgos, obteniéndose un gráfico bidimensional en el que las estaciones aparecen espacialmente ordenadas por similitud. A continuación se realizan análisis de similaridad (ANOSIM) entre estaciones y el protocolo BIOENV que correlaciona los parámetros ambientales con la estructura de la comunidad.

### 2.3.1.2. Segundo año (2004).

En busca de un gradiente más acusado, y a tenor de los resultados obtenidos el año anterior, se modificó ligeramente el diseño experimental. Básicamente lo que se hizo fue ubicar las estaciones de muestreo más próximas a la granja, de modo que la estación bajo jaulas permaneció igual que el año anterior, y se localizaron estaciones justo en el límite de las jaulas, a 25m, a 50m y a 200m



Región de Murcia  
Consejería de Agricultura  
y Agua



Instituto Murciano de Investigación y  
Desarrollo Agrario y Alimentario  
C/ Mayor, s/n.  
30150 La Alberca (Murcia)  
Telf. 968-366717 Fax 968-366792



Dpto. Acuicultura y Ganadería  
Equipo de Acuicultura Marina  
Estación de Acuicultura Marina  
Las Salinas 7 Apdo. 65  
30740 San Pedro del Pinatar, Murcia  
Tlf. y Fax 968184518

(controles), al Norte y al Sur (CN, N50, N25, Lim-N, Est.0, Lim-S, S25, S50 y CS). Todas las muestras se obtuvieron con draga Van-Veen. Los muestreos se realizaron en verano (julio de 2004). Los parámetros analizados fueron:

#### i) Físico-químicos:

- **Distribución del tamaño de las partículas:** tamizado en seco en columna de tamices de 2mm, 0,5mm, 0,25mm, 0,125mm y 0,063mm: % de gravas, arenas gruesas, arenas finas y limos + arcillas.
- **Contenido en materia orgánica (%MO):** pérdida de peso por ignición a 450 °C durante 5 horas.
- **Contenido en nitrógeno total en forma de amonio-amoniaco (TAN ppm):** electrodo de ion selectivo en muestras de agua intersticial.
- **Contenido en ácidos volátiles de azufre o sulfuros (AVS-S ppm):** electrodo de ion selectivo según el protocolo de Allen et al. (1993).

#### ii) Biológicos:

##### Macrofauna bentónica:

- **Riqueza específica:** nº especies en cada muestra.
- **Abundancia:** nº de individuos de cada especie en cada muestra.
- **Diversidad biológica:** índice de Shannon-Wiener, a partir de valores de abundancia.
- **Estructura de la comunidad macrobentónica.**



## Biomarcadores:

- **Contenido en clorofila-A sedimentaria** ( $\mu\text{g/g}$ ): extracción con acetona y espectrofotometría.

$\text{Chl-A } (\mu\text{g/g}) = (11,85 * (\text{Abs. } 664\text{nm} - \text{Abs. } 750\text{nm}) - 1,54 * (\text{Abs. } 647\text{nm} - \text{Abs. } 750\text{nm}) - 0,08 * (\text{Abs. } 630\text{nm} - \text{Abs. } 750\text{nm})) / \text{peso seco muestra.}$

- **Test de toxicidad del sedimento** con embriones de erizo *Paracentrotus lividus* (% desarrollo normal). Verano e invierno de 2004.

El bioensayo se realiza según los protocolos U.S. EPA (1994), Environment Canadá (1997) y CETESB (1999): los erizos eran estimulados para la liberación de gametos mediante leves descargas eléctricas (35 V) y los gametos recogidos separadamente. Los óvulos eran recolectados en vasos de precipitado de 200ml con agua de mar filtrada (0,45 $\mu$ , GFC/Whatman®) y los espermatozoides directamente del gonoporo con una micropipeta y depositados en un vaso de precipitado de 30ml y conservados ambos en hielo hasta el momento de la fertilización. Los huevos eran seleccionados en función de la cantidad de gametos liberada por los parentales, su color y forma tras la inspección microscópica en cámara de recuento (Sedgwick-Rafter). Los lotes de huevos seleccionados eran filtrados a través de un tamiz de 100 $\mu$  para eliminar impurezas, y posteriormente diluidos en un vaso de 400ml con agua de mar filtrada. Los huevos eran lavados tres veces por decantación, renovando el sobrenadante y diluyéndolos con agua de mar filtrada. Se prepara una solución de espermatozoides (0,5ml de esperma + 24,5ml de agua de mar filtrada) que es adicionada al recipiente donde se encuentran los óvulos para la fecundación. Antes de comenzar los bioensayos, se determina el porcentaje de fecundación, utilizándose solamente tasas superiores al 90%.

Los bioensayos se realizan en tubos de polietileno de 15ml a los que se añaden 3ml de sedimento-muestra y 10ml de agua de mar filtrada. Se dejan durante 24 horas para que se establezca el sedimento y se incluye una



Región de Murcia  
Consejería de Agricultura  
y Agua



Instituto Murciano de Investigación y  
Desarrollo Agrario y Alimentario  
C/ Mayor, s/n.  
30150 La Alberca (Murcia)  
Telf. 968-366717 Fax 968-366792



Dpto. Acuicultura y Ganadería  
Equipo de Acuicultura Marina  
Estación de Acuicultura Marina  
Las Salinas 7 Apdo. 65  
30740 San Pedro del Pinatar, Murcia  
Tlf. y Fax 968184518

micromalla de 100 $\mu$  para evitar la resuspensión. El bioensayo comienza con la inoculación de 400 huevos en cada tratamiento. Se realizaron seis réplicas por muestra, y seis controles con arena purificada estéril. Las muestras son incubadas en una cámara a 20 $\pm$ 2 °C, 1000 lux con un fotoperíodo de 16h luz : 8h oscuridad. La duración del experimento viene determinada por las pruebas control, de modo que se da por finalizada la incubación cuando en los controles se alcanza el estado larvario *pluteus* en al menos el 80% de los huevos inoculados, evidenciándose la formación del tubo digestivo y la formación de los tres apéndices esqueléticos iniciales, aproximadamente a las 28 horas del inicio del bioensayo. Seguidamente, a todos los tratamientos se les añade formol tamponado con bórax y se determina el porcentaje de desarrollo normal/anormal para los primeros 100 embriones tomados en cada tratamiento mediante examen al microscopio con cámara de recuento (Sedgwick-Rafter). Al comienzo y al final de cada test, se midió la temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y pH del agua para asegurar la aceptabilidad de los resultados. Paralelamente se realiza un test de control con tóxicos estándar de referencia (NH<sub>4</sub>Cl) y se determina la concentración de inhibición CI 25% y CI 50%. Asimismo, se caracteriza el sedimento de cada tratamiento conforme a los parámetros físico-químicos anteriormente expuestos.

### iii) Tratamiento estadístico.

Para el estudio de la estructura de la comunidad macrobentónica se utilizó el paquete estadístico PRIMER-E: inicialmente se calcula matriz de similaridad de Bray-Curtis y a continuación se aplicó el escalado multidimensional (MDS), a partir de datos transformados para eliminar sesgos, obteniéndose un gráfico bidimensional en el que las estaciones aparecen espacialmente ordenadas por similitud. A continuación se realizan análisis de similaridad (ANOSIM) entre estaciones y el protocolo BIOENV que correlaciona los parámetros ambientales con la estructura de la comunidad.

Para los biomarcadores se realizó un ANOVA de una vía y test post-hoc HSD de Tukey de comparación de medias. Los resultados de los bioensayos se



correlacionaron con los parámetros físico-químicos mediante el test de correlación de rangos de Spearman.

## 2.4. Muestreo en pradera de *Posidonia oceanica*.

### 2.4.1. Diseño experimental y plan de trabajo.

En la figura 1 aparecen localizadas las distintas estaciones para el seguimiento del límite inferior de la pradera de *P. oceánica*. En el primer año se consideraron las estaciones P.1, P.2, P.3 y control S, a una distancia de 2,00 km, 2,15 km, 3,42 km y 7,15 km respectivamente de la granja más cercana. Los muestreos se realizaron a principios de septiembre de cada uno de los tres años, justo cuando la biomasa foliar de la planta y la biomasa de los epífitos son mayores. Se llevó a cabo el seguimiento a dos escalas:

#### i) Macroescala:

Seguimiento de parámetros estructurales de la pradera en su límite inferior.

- **Densidad de haces:** recuento del número de haces en cuadrados de 30x30cm. 5 réplicas en cada estación.
- **Cobertura:** porcentaje de superficie del fondo ocupada por la pradera. 5 réplicas por estación.
- **Densidad global:** densidad media \* cobertura media / 100 = nº haces m<sup>-2</sup> relativizado para la cobertura existente.

#### ii) Microescala:

- **Superficie foliar de cada haz:** longitud de cada hoja \* anchura de cada hoja \* nº hojas en cada haz.
- **Biomasa foliar:** peso seco del conjunto hojas de cada haz.



Región de Murcia  
Consejería de Agricultura  
y Agua



Instituto Murciano de Investigación y  
Desarrollo Agrario y Alimentario  
C/ Mayor, s/n.  
30150 La Alberca (Murcia)  
Telf. 968-366717 Fax 968-366792



Dpto. Acuicultura y Ganadería  
Equipo de Acuicultura Marina  
Estación de Acuicultura Marina  
Las Salinas 7 Apdo. 65  
30740 San Pedro del Pinatar, Murcia  
Tlf. y Fax 968184518

- **Biomasa de los epibiontes de cada haz:** peso seco de los epibiontes / superficie foliar.
- **Contenido nutricional de los epibiontes de cada haz:** TOC, TN y TP. También C:N, N:P y C:N:P (sólo 2003 y 2005).
- **Seguimiento de la señal isotópica del  $\delta^{15}\text{N}$  y  $\delta^{13}\text{C}$  en epibiontes** (sólo 2005).

### iii) Tratamiento estadístico.

Los parámetros de la macro y microescala estructural, el contenido en nutrientes y la señal isotópica del  $\delta^{15}\text{N}$  y  $\delta^{13}\text{C}$  en epibiontes en los haces del límite inferior de pradera de *P. oceanica* fueron tratados mediante un modelo factorial de análisis de la varianza (ANOVA):

$$X_{i,j,k} = \mu + E_i + T_j + (E_i * T_j) + e_{n(i,j)}$$

donde  $X$  es la variable dependiente, en nuestro caso los distintos parámetros micro y macroestructurales nutrientes y señal isotópica,  $\mu$  es la media,  $E$  es el factor estación de muestreo, que ha sido considerado como un factor de tipo aleatorio, en tanto que el interés radica más en un rango de afección que en la distancia al foco en sí misma,  $T$  es el tiempo o campaña de muestreo, que ha sido considerado como un factor de tipo fijo, ya que se eligió la época del año en que la producción de epífitos es máxima y la periodicidad anual fue establecida a priori, y  $e_n$  es el error residual para  $n$  réplicas. Este tipo de modelo factorial permite determinar si las diferencias que se observen sean debidas bien a la interacción de los dos factores considerados, bien por factores aislados. Posteriormente se aplica el test *post-hoc* HSD de Tukey de comparación de medias.



### 3. Resultados.

#### 3.1. Hidrodinámica y dispersión del vertido.

El estudio hidrodinámico realizado, a partir de los datos obtenidos tras el fondeo de un correntímetro perfilador acústico durante 545 días efectivos de medición, sirvió para una correcta ubicación de las estaciones de muestreo en torno a las instalaciones de la empresa colaboradora. En la figura 2 (A-C) se muestra la hodógrafa resultante para las tres profundidades más significativas para nuestro trabajo (-5, -15 y -35m) y la rosa de direcciones y frecuencia de las mismas. La dirección resultante predominante de la corriente es NNW-SSE. Para una mejor localización de las estaciones de muestreo, éstas fueron ubicadas siguiendo un transecto N-S que pasa por el centro de las instalaciones, tal y como se muestra en la figura 1. En la Tabla 1 se muestran los resultados de velocidad de la corriente por profundidades y estaciones del año.

**Tabla 1:** Resumen de las velocidades ( $\text{cm s}^{-1}$ ) por profundidades y estaciones del año.

<b>global</b>	<b>min</b>	<b>med</b>	<b>max</b>
-5 m	2.09	39.55	87.83
-15 m	1.03	7.64	33.95
-35 m	0.44	4.35	23.73
<b>otoño</b>	<b>min</b>	<b>med</b>	<b>max</b>
-5 m	4.81	42.04	87.42
-15 m	1.06	6.84	25.91
-35 m	0.44	5.93	23.73
<b>invierno</b>	<b>min</b>	<b>med</b>	<b>max</b>
-5 m	2.09	33.24	78.95
-15 m	1.03	4.82	17.09
-35 m	0.68	4.55	11.11
<b>primavera</b>	<b>min</b>	<b>med</b>	<b>max</b>
-5 m	5.71	36.53	82.70
-15 m	1.07	8.57	28.32
-35 m	0.46	3.41	13.87
<b>verano</b>	<b>min</b>	<b>med</b>	<b>max</b>
-5 m	4.16	42.70	87.83
-15 m	1.17	8.89	33.95
-35 m	0.44	3.44	14.86

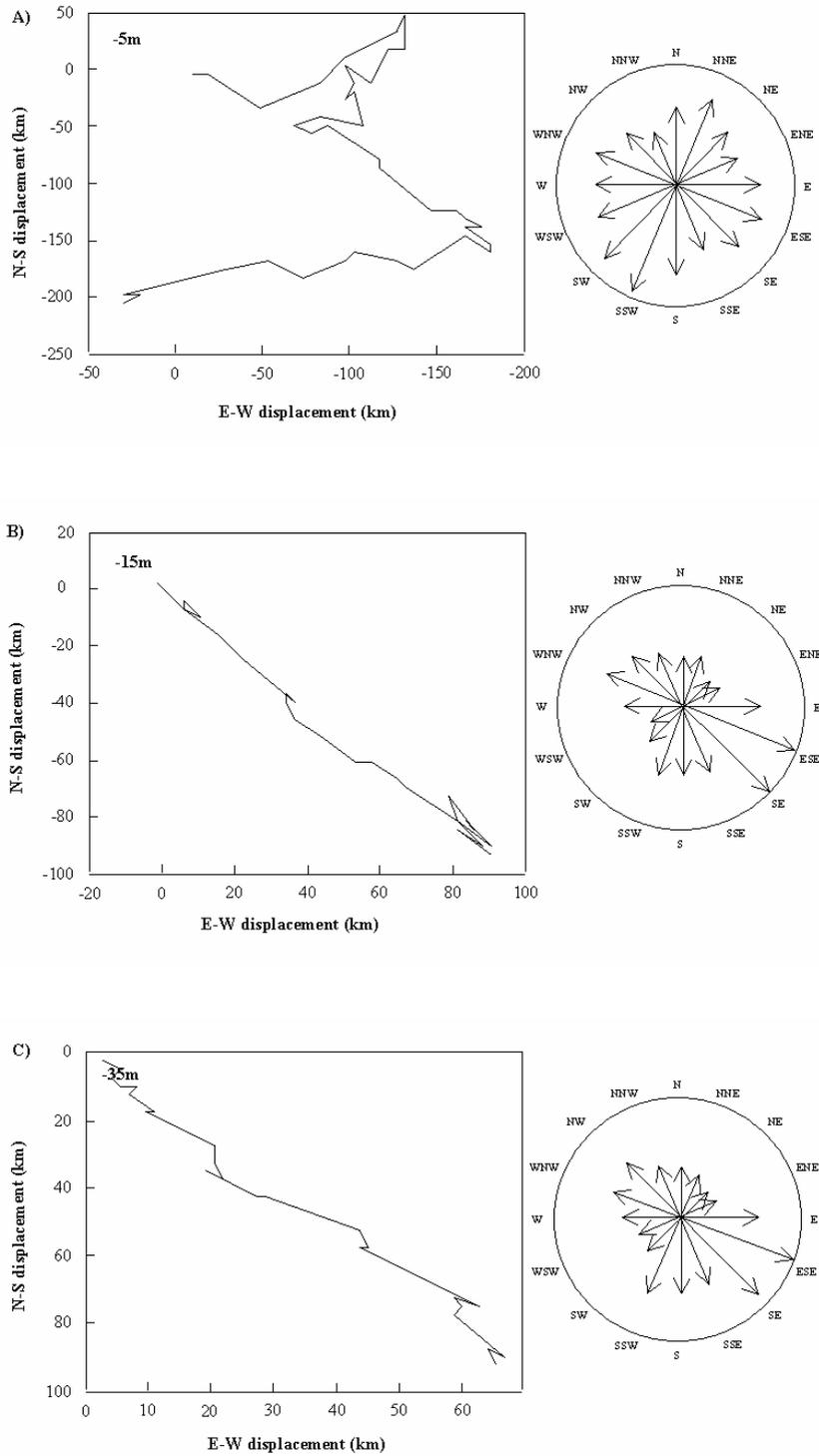
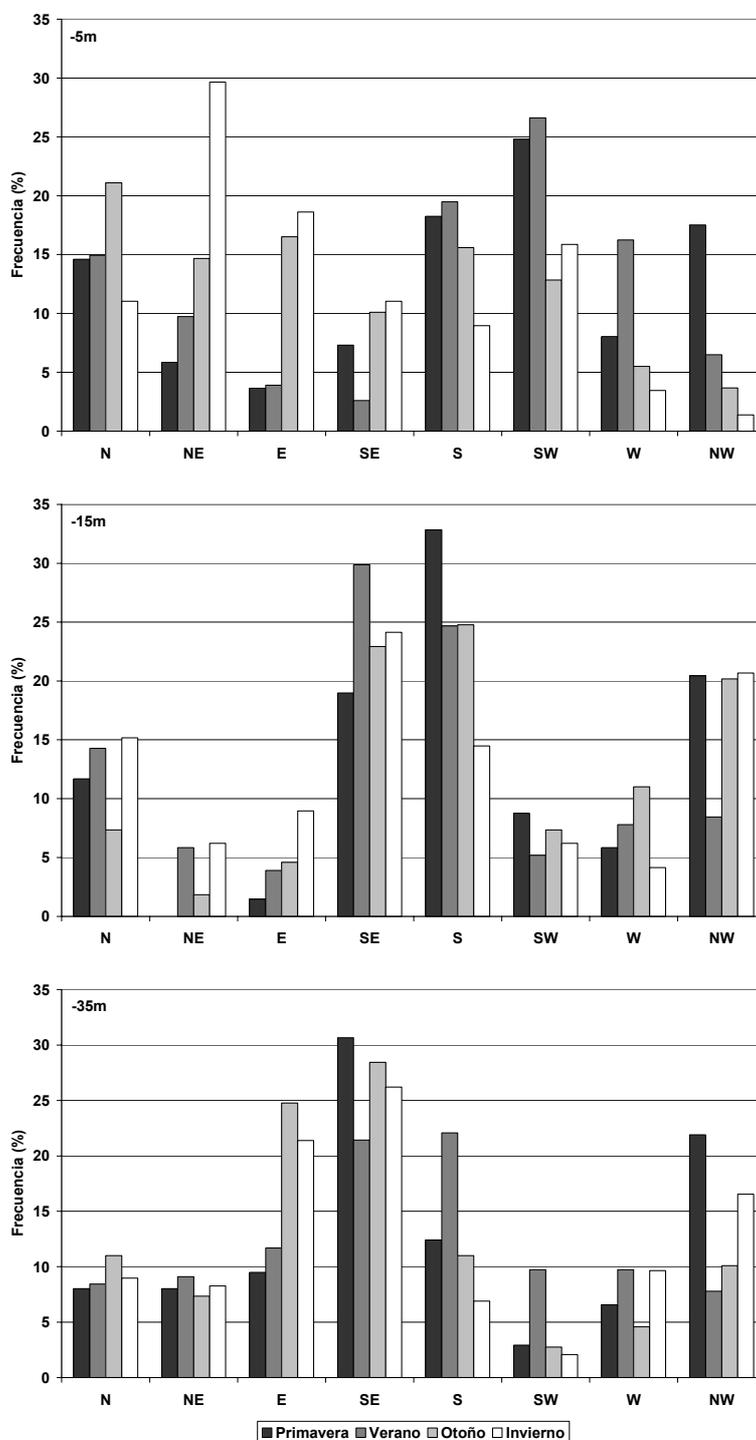


Figura 2 (A-C): Hodografa o vector progresivo de la corriente en la zona de estudio.



En la Figura 3 se muestra un histograma de frecuencias de dirección de la corriente para las tres profundidades seleccionadas, por estaciones.



**Figura 3:** Histograma de frecuencias de dirección de la corriente en -5, -15 y -35m por estaciones.



En la Tabla 2 se muestra la distancia teórica que pueden alcanzar los residuos particulados derivados de la actividad piscícola.

**Tabla 2:** Resumen de las de las distancias teóricas que pueden alcanzar los residuos particulados desde el punto de vertido.

	Rango batimétrico (m)	P (m)	Vc (m s <sup>-1</sup> )	Vs (m s <sup>-1</sup> )	D (m)**	D total (m)
	0, -5	5	0,02-0,39-0,87		0,87 - 16,5 - 36,60	
<b>Pienso</b>	-5, -15	10	0,01-0,24-0,60	0,12*	1,25 - 19,7 - 50,74	3,35 - 46,2 - 135,40
	-10, -35	20	0,007-0,06-0,28		1,23 - 10,0 - 48,07	
	0, -5	5	0,02-0,39-0,87		2,6 1- 49,4 - 109,79	
<b>Heces</b>	-5, -15	10	0,01-0,24-0,60	0,04*	3,75 - 59,0 - 152,23	10,04 - 138,4 - 426,21
	-10, -35	20	0,007-0,06-0,28		3,68 - 30,0 - 144,20	

Valores obtenidos de Vassallo et al., (2006). \*\* Ecuación obtenida de Gowen & Bradbury (1987).

P: amplitud del rango batimétrico; Vc: velocidad de la corriente (min-med-max); Vs: velocidad de sedimentación de las partículas; D: distancia alcanzada por residuos particulados (min-med-max).

## 3.2. Muestreos en fondos blandos.

### 3.2.1. Año 2003.

Puesto que no se detectaron diferencias significativas debidas al método de muestreo, salvo para casos puntuales que se comentarán en su momento, hemos convenido obviar los resultados obtenidos con la draga tipo box-corer, teniendo en cuenta que este método, aunque perfectamente válido y efectivo, requiere la puesta en marcha de toda una serie de infraestructuras (grúa, embarcación, etc.) y personal que no justifican el desmedido gasto que supone, por lo que su aplicabilidad práctica para el monitoreo de una granja marina es baja. Además, los métodos de toma de muestras mediante draga tipo Van-Veen y mediante buceo con escafandra autónoma son los más comúnmente empleados para el seguimiento ambiental.



Región de Murcia  
Consejería de Agricultura  
y Agua



Instituto Murciano de Investigación y  
Desarrollo Agrario y Alimentario  
C/ Mayor, s/n.  
30150 La Alberca (Murcia)  
Telf. 968-366717 Fax 968-366792



Dpto. Acuicultura y Ganadería  
Equipo de Acuicultura Marina  
Estación de Acuicultura Marina  
Las Salinas 7 Apdo. 65  
30740 San Pedro del Pinatar, Murcia  
Tlf. y Fax 968184518

### 3.2.1.1. Distribución del tamaño de las partículas.

Los análisis granulométricos no mostraron diferencias significativas para el método de obtención de muestras, ni en verano ni en invierno (Figuras 4 y 5). Si se pudo observar un gradiente granulométrico desde las estaciones ubicadas más al norte de la granja, en las que la proporción de materiales finos fue mayor, y las ubicadas al sur de la granja, a partir de la cual la proporción de finos disminuía sensiblemente (Figura 6). También se observó un incremento de los materiales finos en la estación N 500 en la campaña del invierno, que probablemente fue debido al mayor aporte de sedimentos por escorrentía durante el otoño anterior, si tenemos en cuenta que esta estación se encuentra próxima a la desembocadura de una rambla.

### 3.2.1.2. Potencial redox (Eh).

Para este parámetro si se detectaron diferencias significativas debidas al método de obtención de las muestras, de modo que los valores obtenidos cuando la muestra fue obtenida con draga tipo Van-Veen, resultaron ser siempre mayores que cuando la muestra se obtuvo con draga tipo Box-corer o mediante buceo. También se encontraron diferencias significativas entre estaciones, de modo que las estaciones S 500 y Control mostraban valores menos electronegativos que las restantes (Figura 7). Es relevante que estaciones alejadas hacia el norte de la granja aportaron valores de Eh significativamente similares a los obtenidos bajo las jaulas de cultivo. En la Figura 8 se muestran los cambios en Eh conforme se profundiza en el sedimento, pudiendo observarse que las estaciones ubicadas al norte de la granja y en las inmediaciones hacia el sur, los valores son muy electronegativos ya desde la superficie del sedimento

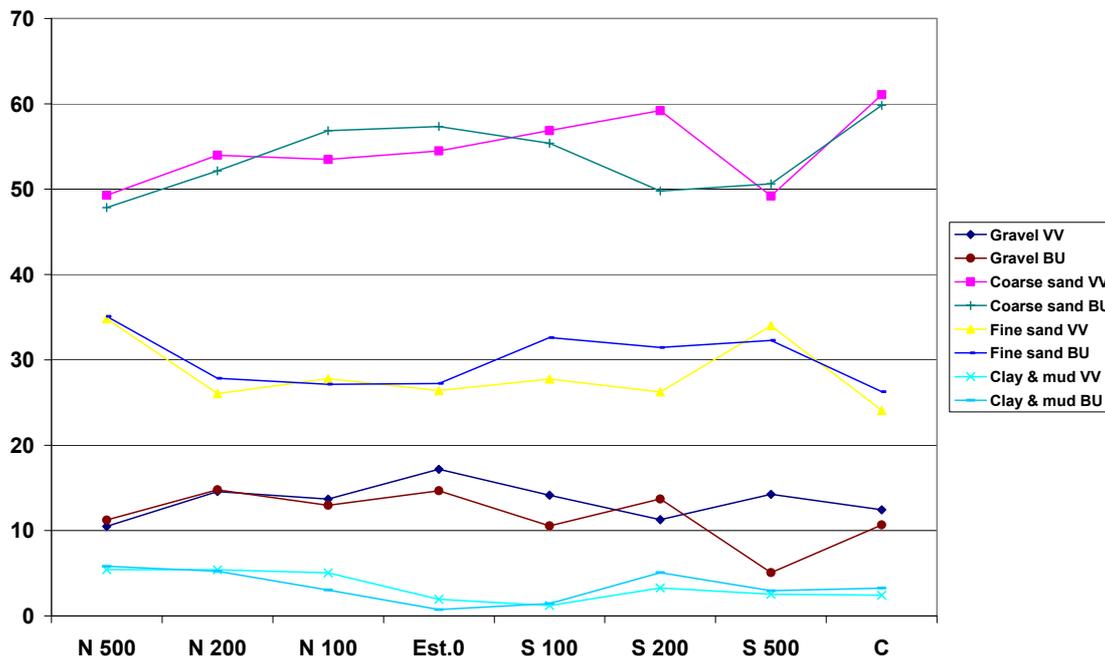


Figura 4: Valores medios de granulometría (%) en las distintas estaciones de muestreo. Campaña verano 2003 (VV: Van-Veen; BU: buceo).

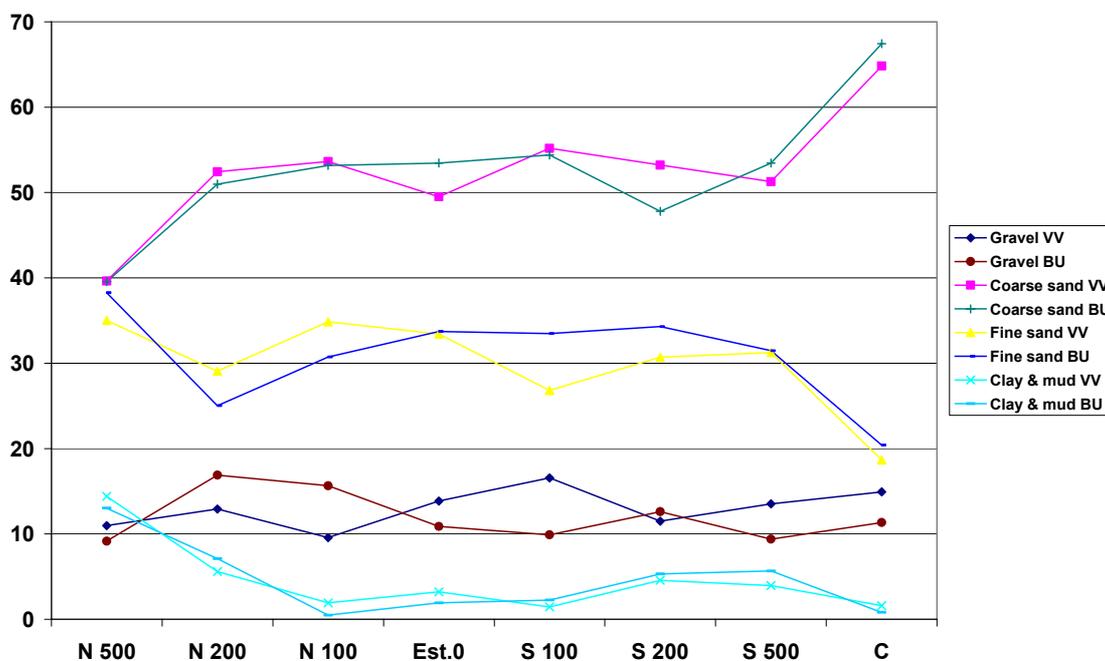


Figura 5: Valores medios de granulometría (%) en las distintas estaciones de muestreo. Campaña invierno 2003 (VV: Van-Veen; BU: buceo).

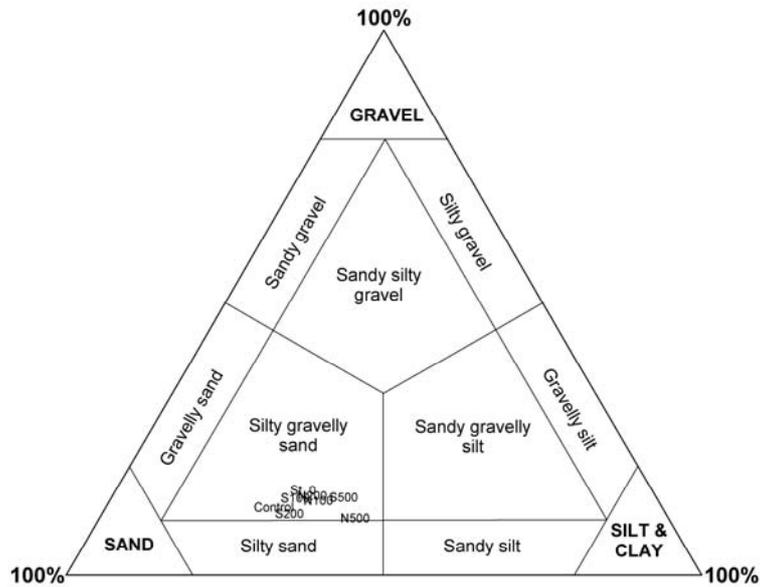


Figura 6: Clasificación granulométrica de las distintas estaciones de muestreo.

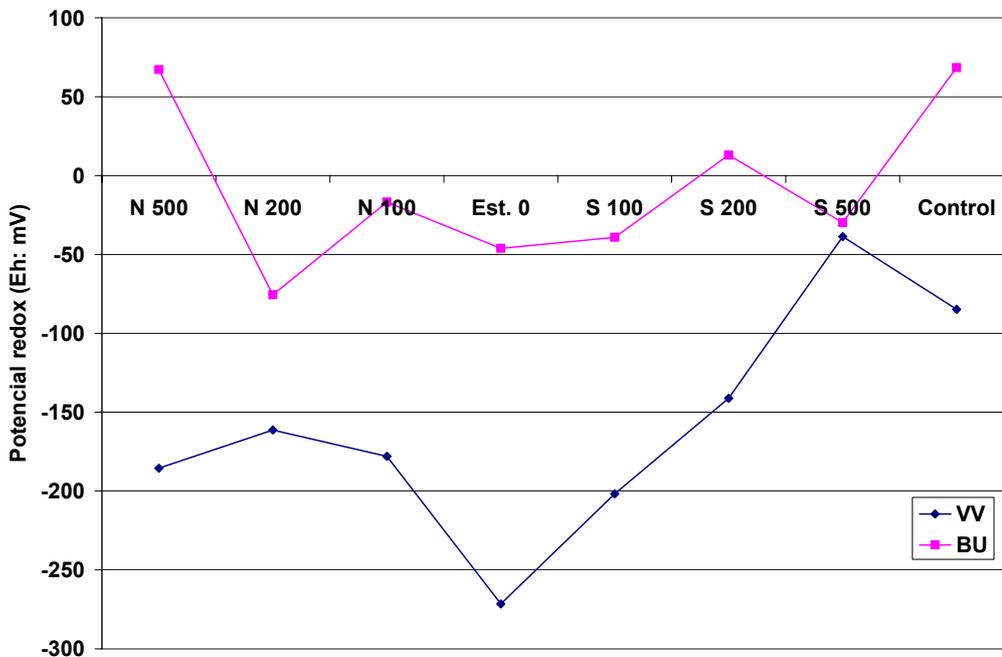


Figura 7: Valores medios de Eh (mV) en las distintas estaciones de muestreo. Campaña verano 2003 (VV: Van-Veen; BU: buceo).

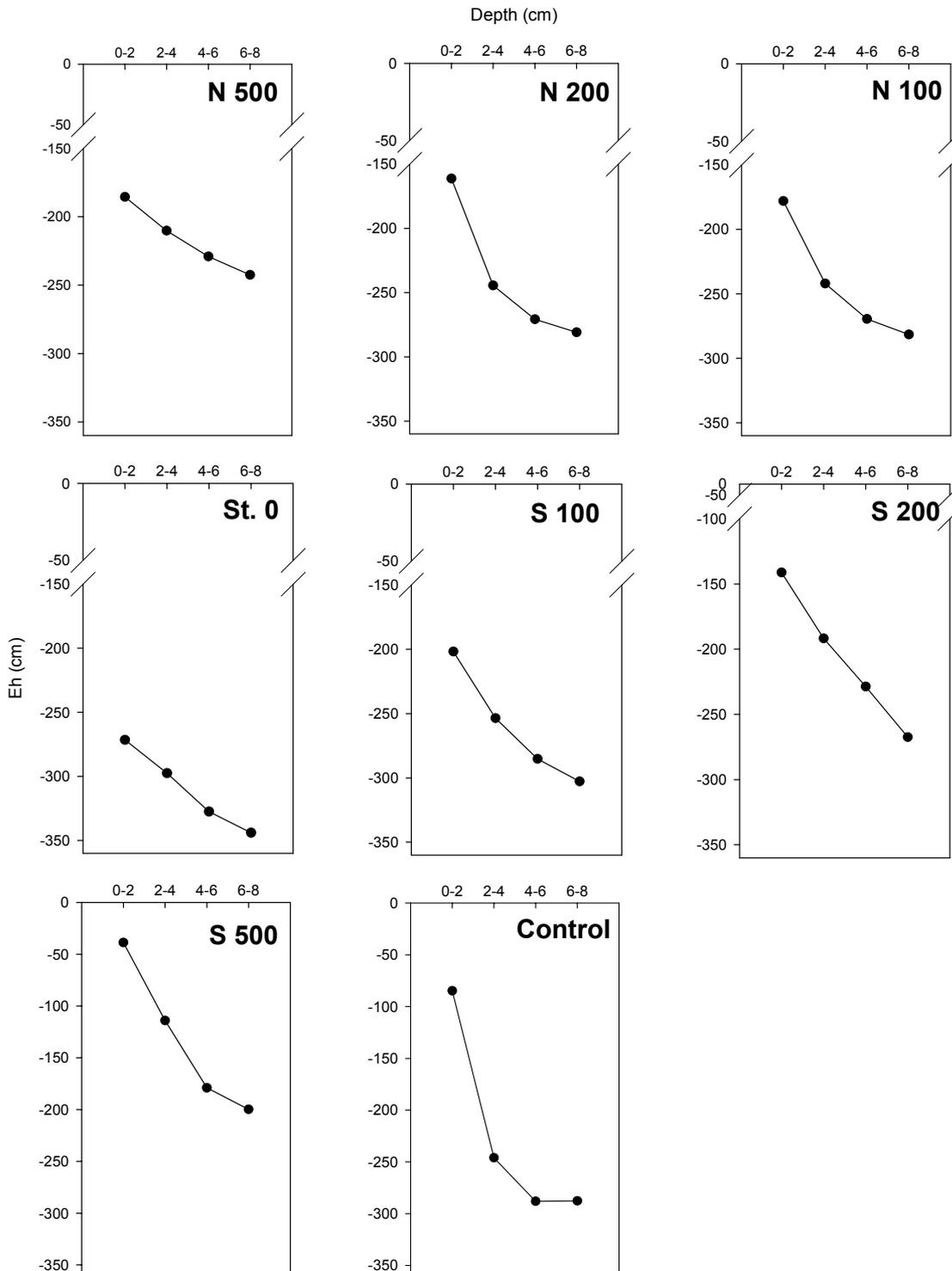


Figura 8: Perfil de Eh (mV) en las diferentes estaciones de muestreo para la campaña verano 2003. Muestras obtenidas mediante draga tipo Box-Corer.



### 3.2.1.3. Materia orgánica, TOC, TN y TP.

El contenido en MO (Figura 9) ha seguido un patrón similar a la granulometría, en tanto que los valores más elevados se encuentran en las estaciones más al norte de la granja, y éstos se incrementan en invierno, lo que parece estar también relacionado con la influencia de aportes terrígenos. Con relación a la granja, éste parámetro no ha mostrado la suficiente sensibilidad como para discriminar las estaciones próximas de las alejadas. No se detectaron diferencias significativas relacionadas con el método de muestreo.

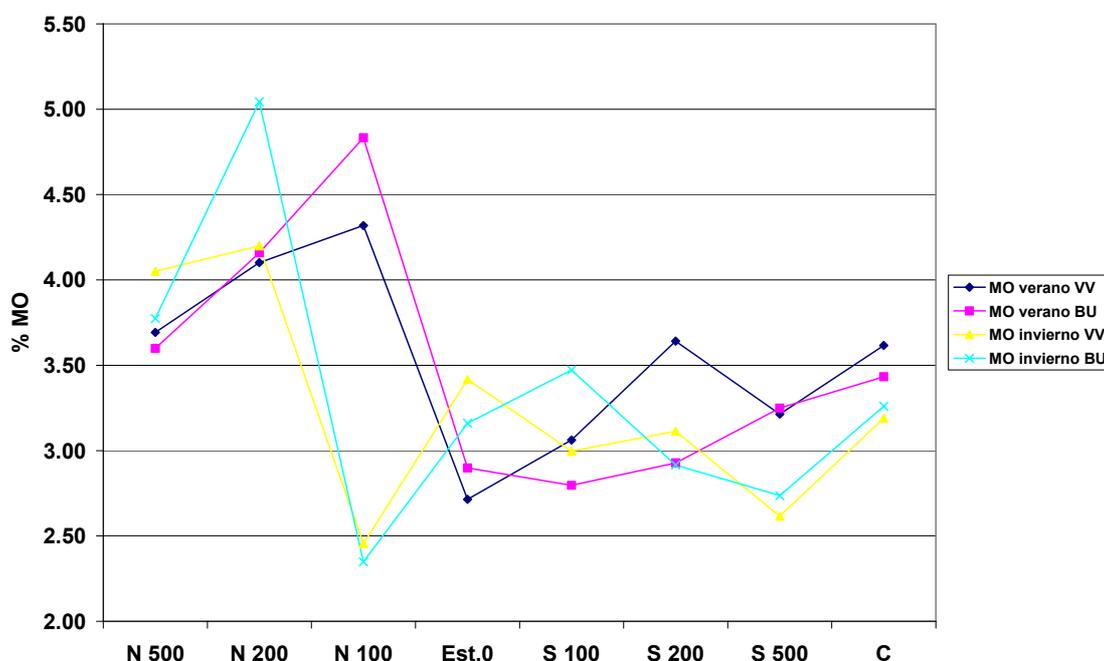


Figura 9: Valores medios del contenido en materia orgánica en las diferentes estaciones y campañas.

El TOC (Figura 10) y el TN (Figura 11) obtenidos resultaron ligeramente más elevados en las estaciones próximas a la granja, aunque no se detectaron diferencias significativas ni debidas al método de muestreo ni entre estaciones, debido a la gran variabilidad de los datos.

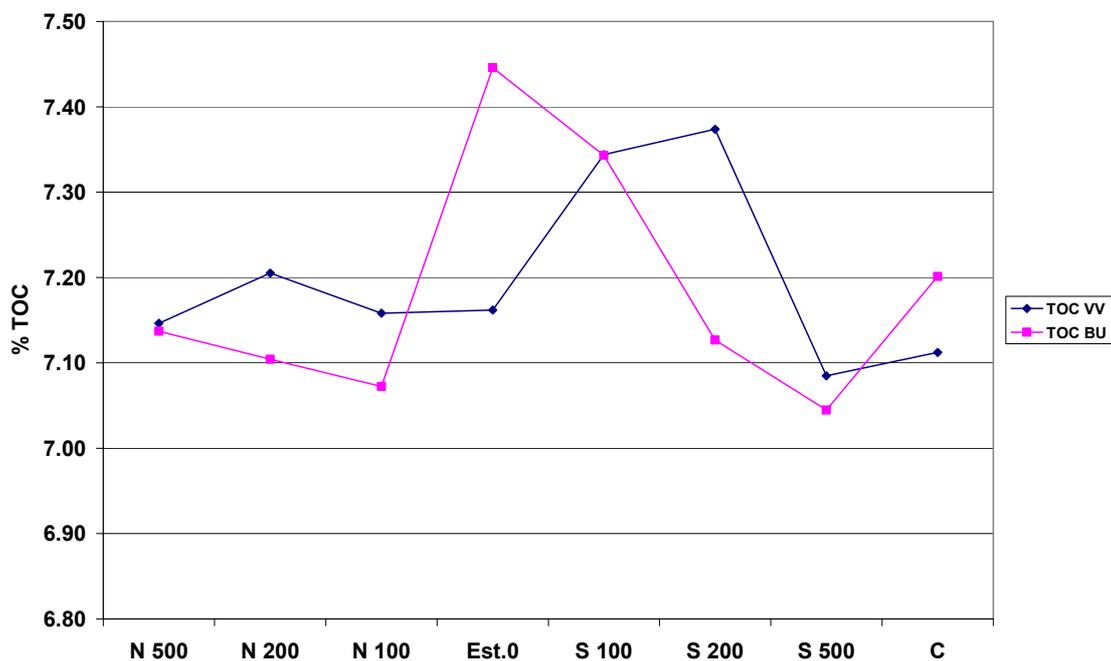


Figura 10: Valores medios del contenido en carbono orgánico total (TOC) en las distintas estaciones de muestreo.

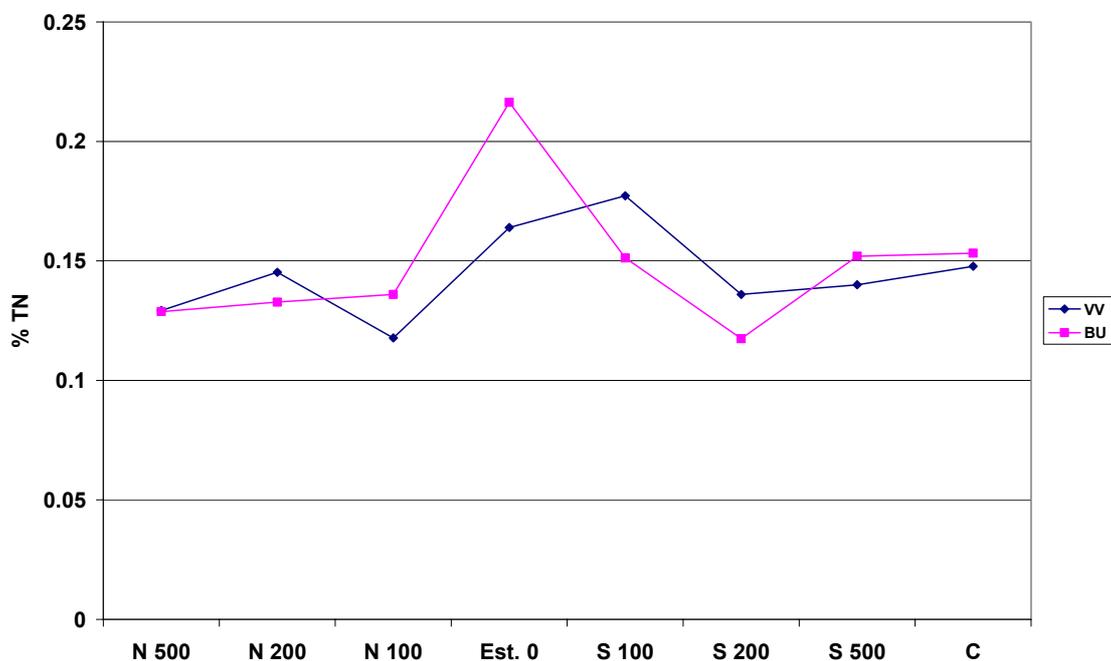


Figura 11: Valores medios del contenido en nitrógeno total (TN) en las distintas estaciones de muestreo.



Asimismo, el C:N ratio (Figura 12) fue más bajo en las estaciones próximas a la granja, pero igualmente, no se observaron diferencias debidas ni al método de muestreo ni entre estaciones. A diferencia de los anteriores parámetros, el fósforo total (TP) si resultó significativamente mayor en las estaciones bajo jaulas y en la dirección predominante de la corriente (Figura 13), sin haberse detectado diferencias debidas al método de muestreo.

### 3.2.1.4 Nitrógeno total en forma de amonio: TAN.

En la Figura 14 se muestran los valores de TAN. No se detectaron diferencias significativas debidas al método de muestreo, pero si entre estaciones, de modo que las estaciones bajo jaulas y en los alrededores siempre mostraron valores más elevados. Cabe destacar el marcado carácter estacional de este parámetro, puesto que los valores de invierno decrecieron con relación a los de verano, aunque se mantuvo la tendencia a ser más elevados en las inmediaciones de la granja.

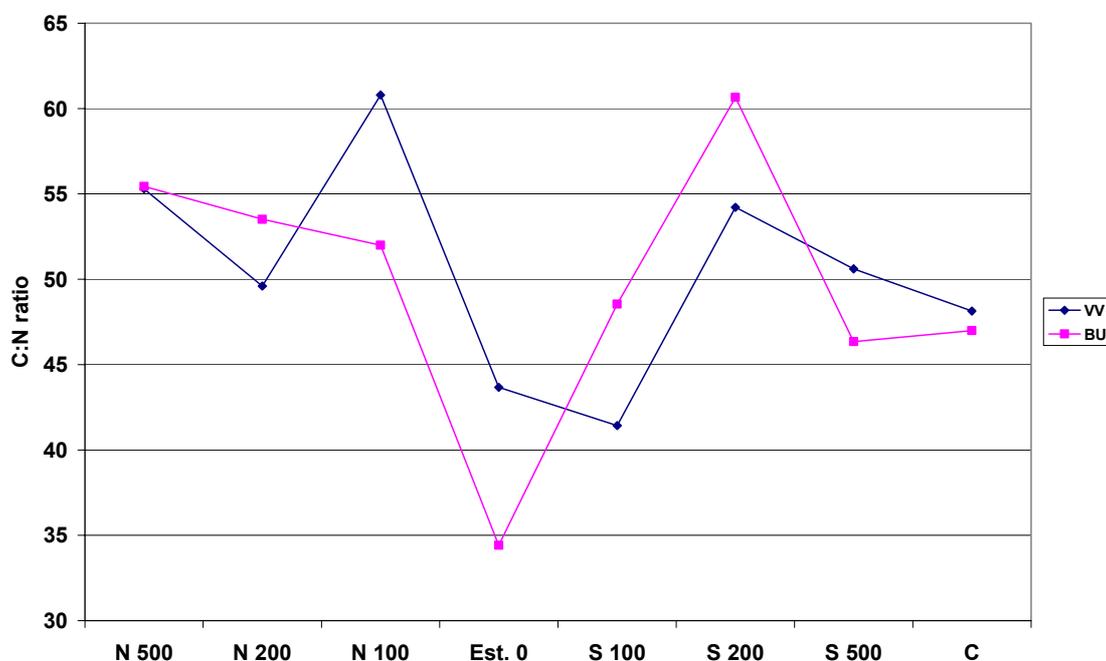


Figura 12: Valores medios del ratio C:N ratio en las distintas estaciones de muestreo.

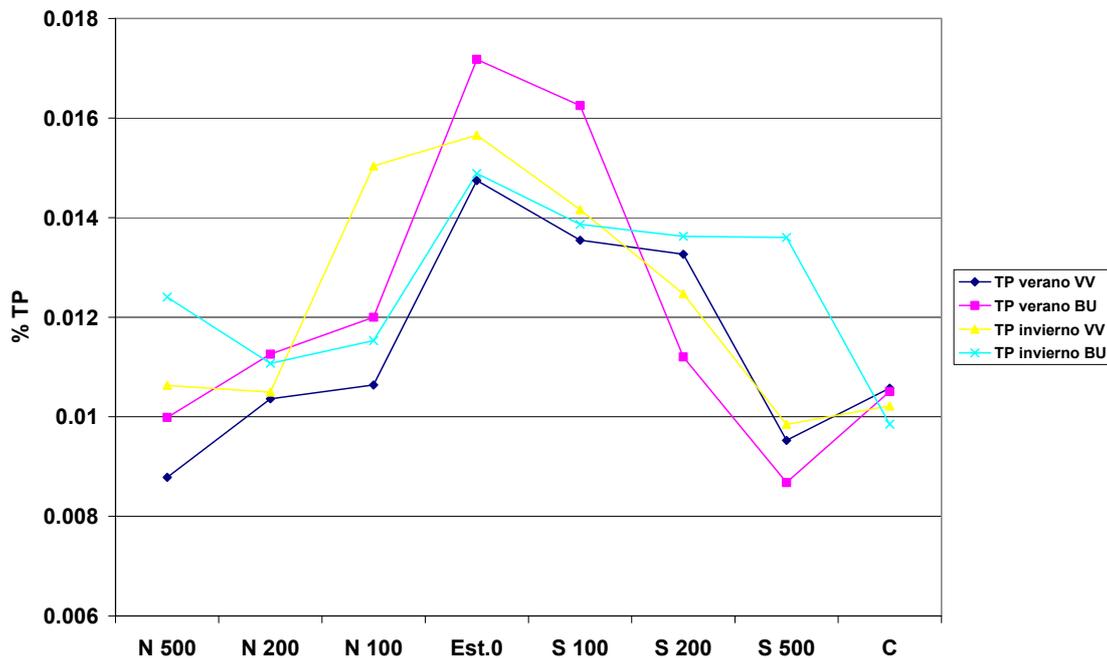


Figura 13: Valores medios del contenido en TP en las distintas estaciones de muestreo y campañas.

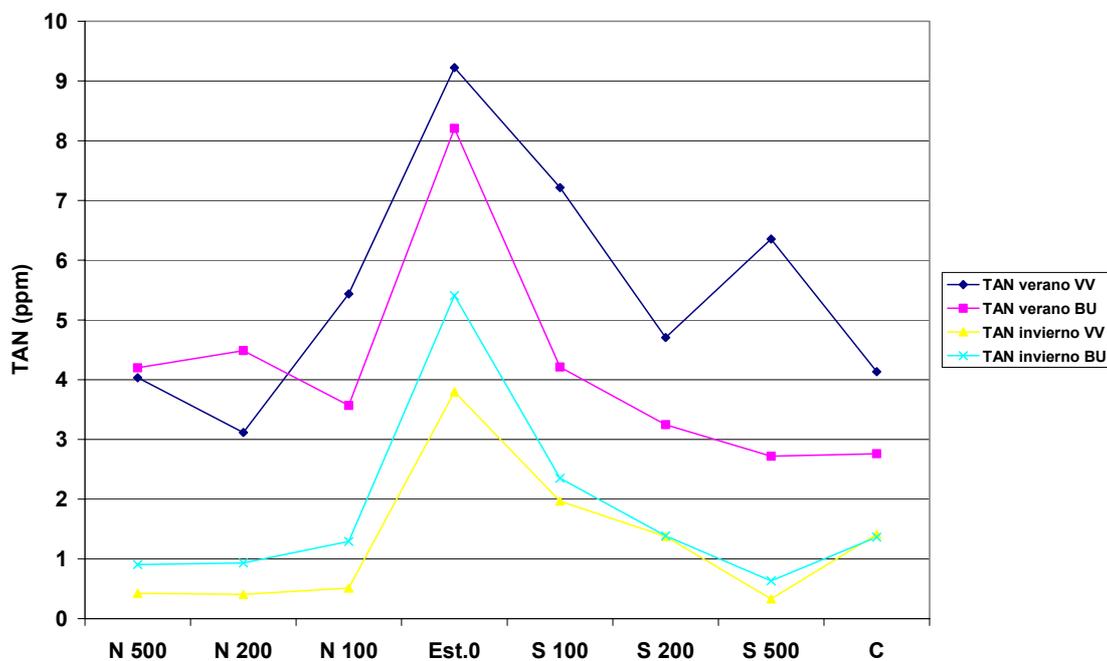


Figura 14: Valores medios del contenido en TAN en las distintas estaciones de muestreo y campañas.



### 3.2.1.5. Ácidos volátiles de azufre o sulfuros: AVS.

En cuanto a los sulfuros tampoco se observaron diferencias significativas debidas al método de muestreo. Sin embargo, si se puede observar una notable mayor concentración de sulfuros debajo de las jaulas, algo menor en invierno que en verano, pero significativamente más alta que en el resto de estaciones de muestreo (Figura 15). En verano, los niveles de AVS también resultaron ser significativamente mayores en las inmediaciones de la granja en el sentido predominante de la corriente (S 100).

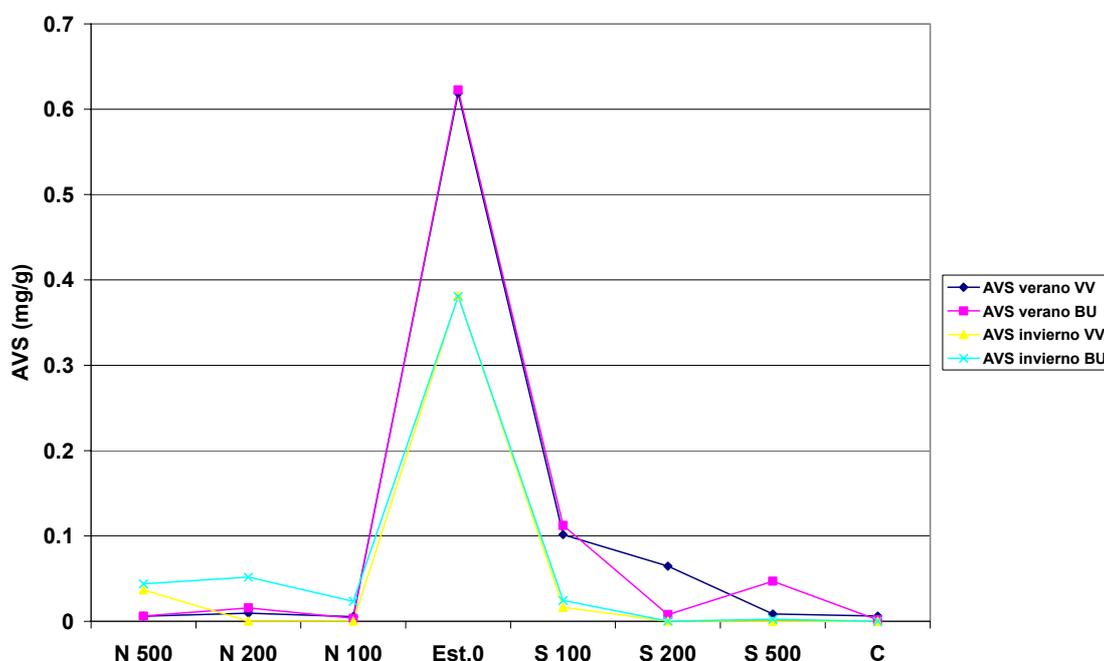


Figura 15: Valores medios del contenido en AVS en las distintas estaciones de muestreo y campañas.

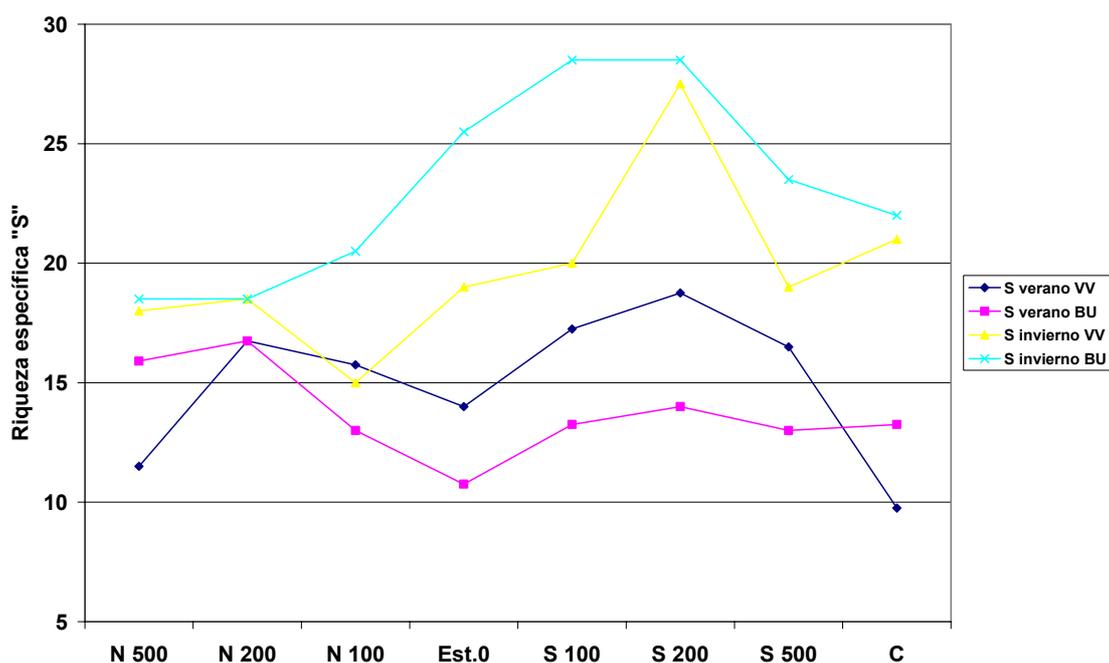
### 3.2.1.6. Macrofauna bentónica.

#### 3.2.1.6.1. Riqueza específica “S”, Abundancia “N” y Diversidad biológica “H”.

No se observaron diferencias en el número de especies debidas al método de muestreo, aunque si entre campañas, siendo la riqueza mayor en invierno



(Figura 16). Asimismo, en la campaña de invierno si se detectaron diferencias entre estaciones de muestreo, mientras que no se observaron en la de verano. En invierno, las estaciones ubicadas más al sur presentaron un número de especies sensiblemente mayor que al norte de la granja. Al igual que para la riqueza específica, no se observaron diferencias debidas al método de muestreo, y si entre campañas y estaciones, de modo que el número de individuos tiende a ser mayor conforme nos alejamos de la granja hacia el sur y en invierno (Figura 17). Para la diversidad biológica tampoco se detectaron diferencias significativas debidas al método de muestreo. Sin embargo si las hubo respecto a la campaña, siendo los valores inferiores en invierno, y dentro de esta campaña, los valores más bajos se obtuvieron en las inmediaciones de la granja (Figura 18).



**Figura 16:** Valores medios de riqueza específica para las distintas estaciones y campañas de muestreo.

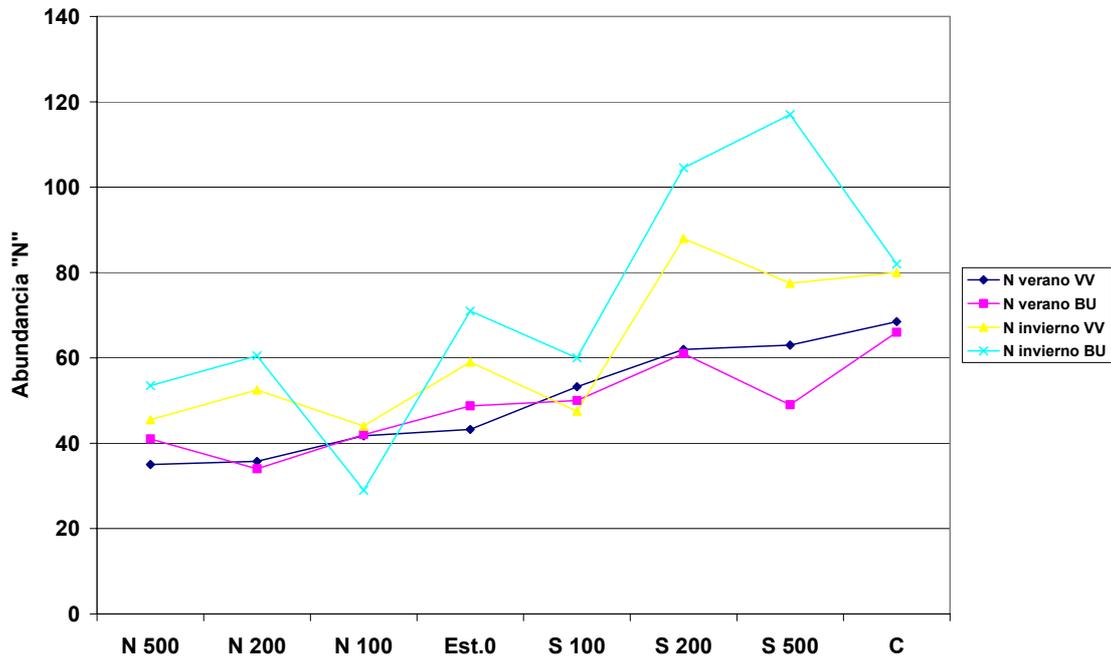


Figura 17: Valores medios de abundancia para las distintas estaciones y campañas de muestreo.

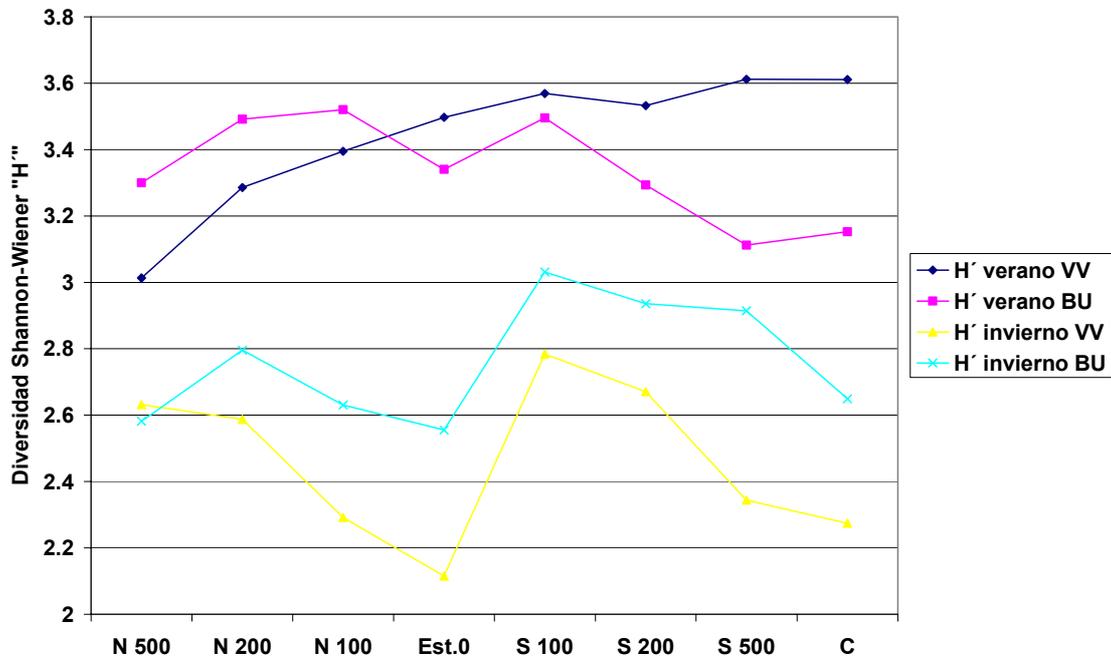
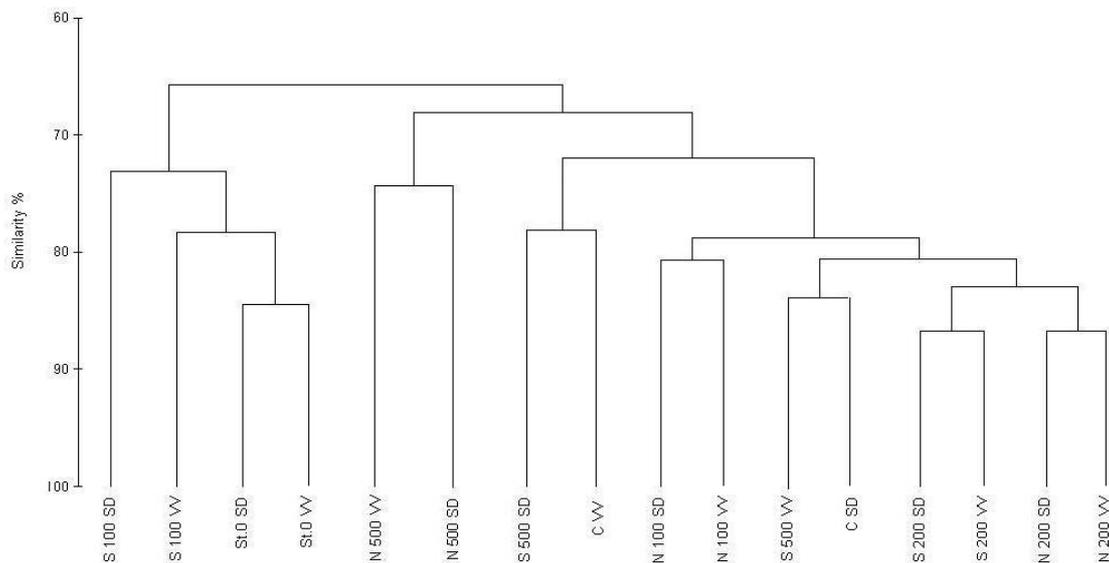


Figura 18: Valores medios de diversidad biológica para las distintas estaciones y campañas de muestreo.

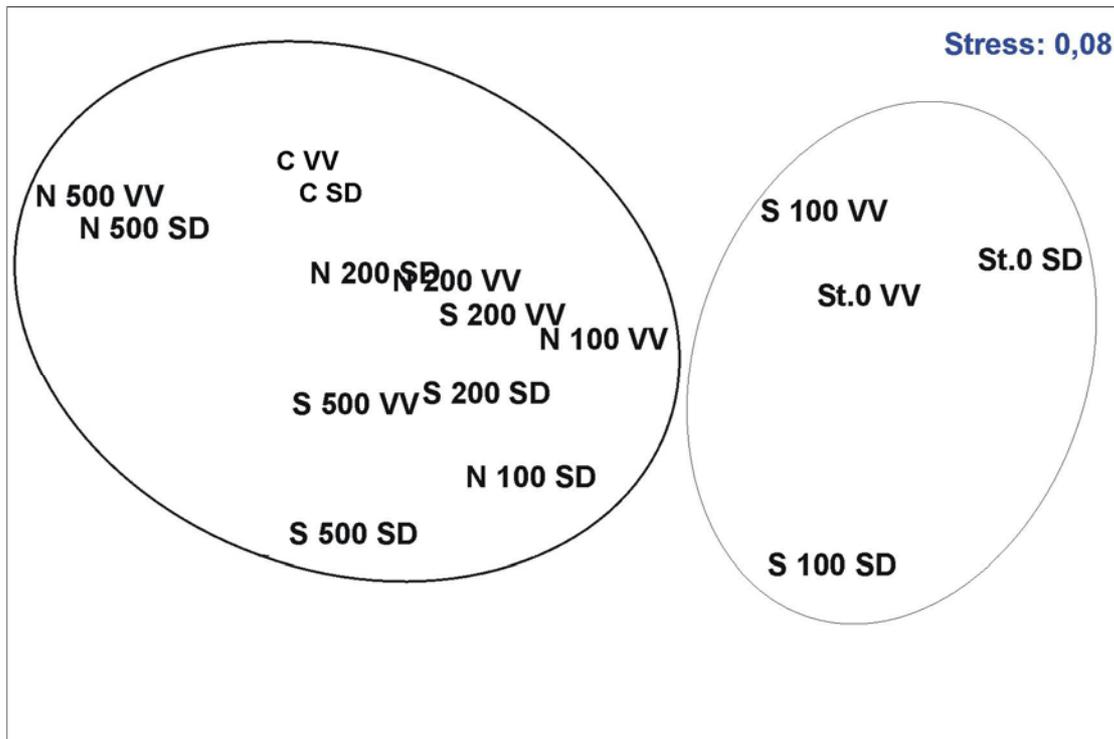


### 3.2.1.6.2. Análisis multivariante de la macrofauna bentónica.

A partir de los datos de abundancia de los diferentes taxones de macrofauna bentónica, obtenidos con los dos métodos de muestreo en las diferentes estaciones, se construyó inicialmente una matriz de similaridad de Bray-Curtis (Figura 19). Los datos fueron transformados (fourth root) para normalizar y evitar sesgos. A partir de esta matriz se llevó a cabo un análisis de ordenación de escalado multidimensional no paramétrico (n-MDS), que aporta un gráfico bidimensional en el que las variables se ordenan en función de su similitud (Figura 20), y se calcula un factor de estrés que indica la significación de las diferencias o similitudes observadas: la estación bajo jaulas y la S-100 (ambos métodos) resultaron significativamente muy similares entre sí y diferentes del resto (stress: 0,08).



**Figura 19:** Matriz de similaridad de Bray-Curtis para los datos de abundancia obtenidos con ambos métodos de muestreo en las diferentes estaciones. (VV: Van-Veen; SD: buceo).



**Figura 20:** Ordenación por n-MDS de la macrofauna bentónica a partir de datos de abundancia obtenidos por ambos métodos de muestreo en las distintas estaciones (VV: Van-Veen; SD: buceo).

Los únicos parámetros químicos que se correlacionaron con el estado de la comunidad macrobentónica fueron los AVS en verano e invierno y el Tan sólo en verano.

### 3.2.2. Año 2004.

#### 3.2.2.1. Distribución del tamaño de las partículas.

Al estrechar la distancia de las estaciones a la granja se pudo observar un gradiente granulométrico menos acusado, pero se mantenía la tendencia a encontrar materiales más finos cuanto más al norte desde la granja (Figuras 21 y 22). Las estaciones bajo jaulas, control N (antes N 200) y control S (antes S 200) no difirieron significativamente en comparación a los datos obtenidos el año anterior.

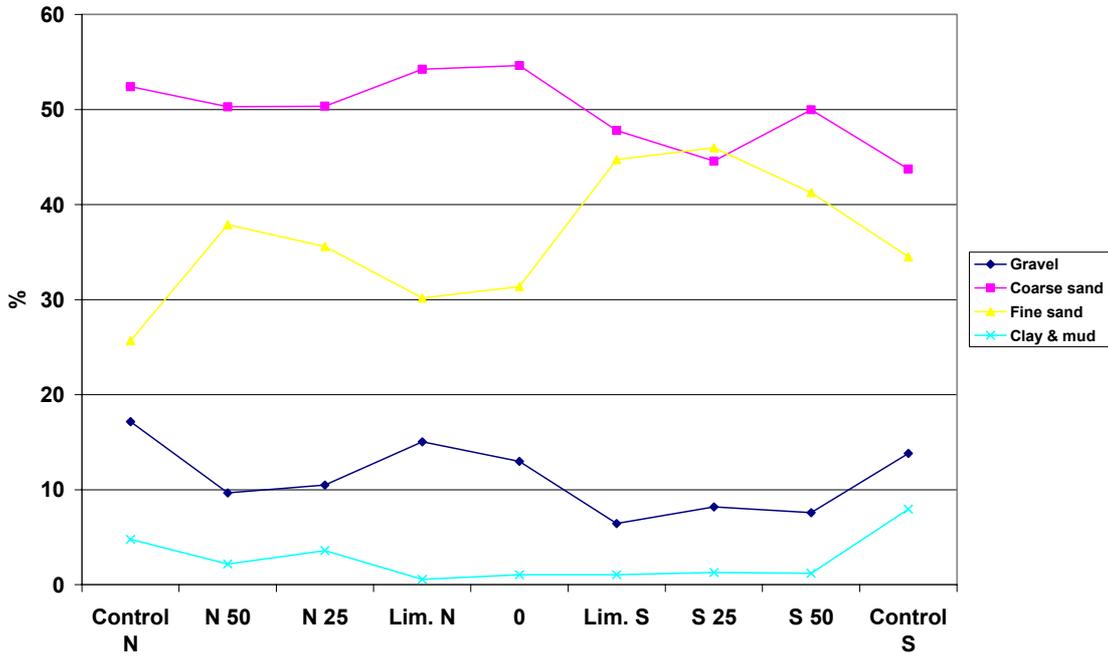


Figura 21: Valores medios de granulometría (%) en las distintas estaciones de muestreo. Campaña verano 2004.

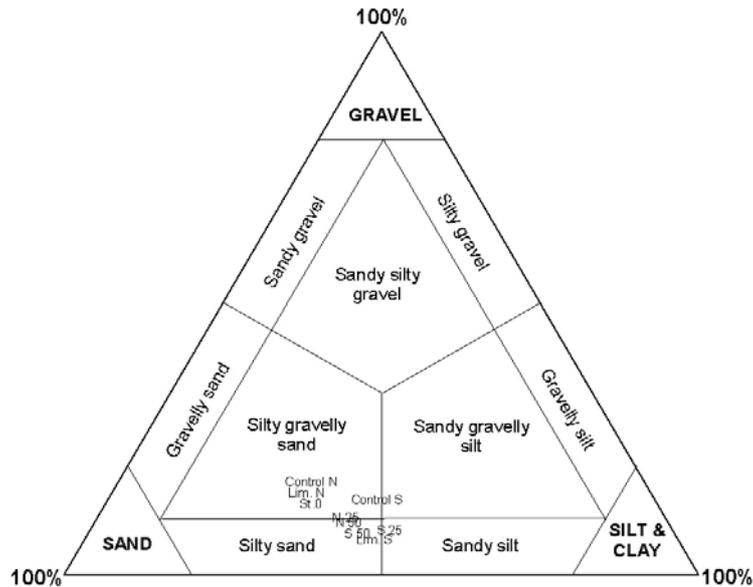


Figura 22: Clasificación granulométrica de las distintas estaciones de muestreo. Campaña verano 2004.

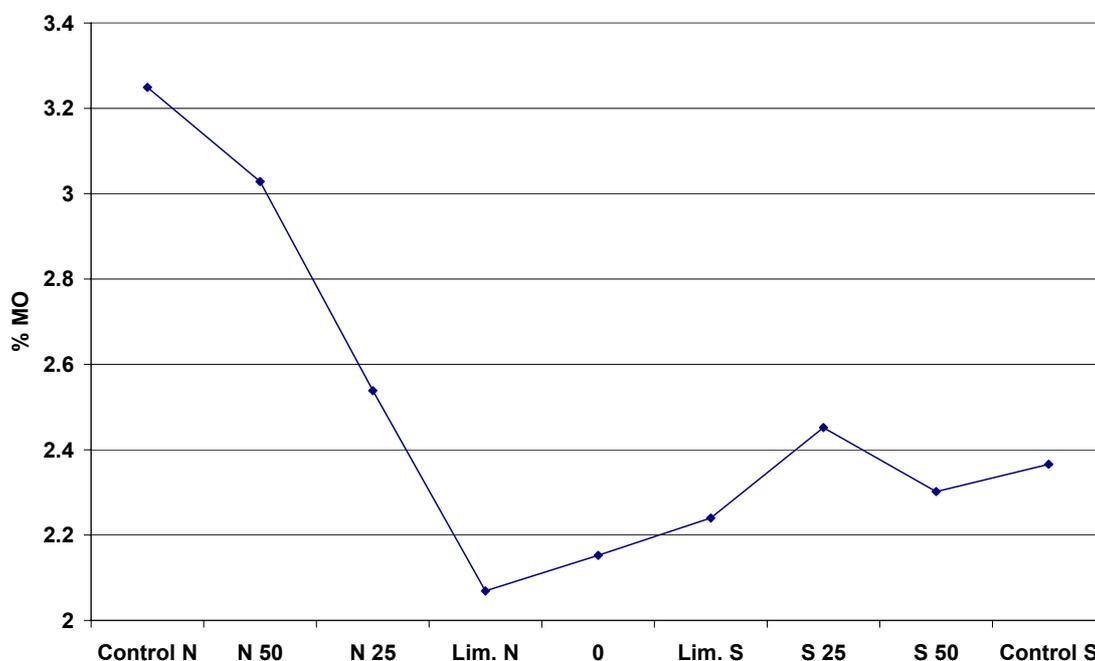


### 3.2.2.2. Contenido en materia orgánica (%MO).

Al igual que ocurrió en las campañas del año anterior, el contenido en MO fue significativamente mayor cuanto más al norte de la granja (Figura 23). Éste parámetro sigue sin mostrarse sensible a detectar cambios en los fondos relacionados con el aporte de nutrientes de la granja, a lo que hay que añadir que parecen verse sometidos a un mayor aporte de materiales finos de origen terrígeno, que parecen enmascarar la posible influencia de la granja.

### 3.2.2.3. Nitrógeno total en forma de amonio: TAN.

El contenido en nitrógeno amoniacal resultó significativamente más elevado en torno a la granja y en dirección sur (Figura 24), en concordancia con la dirección predominante de la corriente, a semejanza de lo observado en campañas anteriores.



**Figura 23:** Valores medios del contenido en materia orgánica en las diferentes estaciones. Campaña verano 2004.

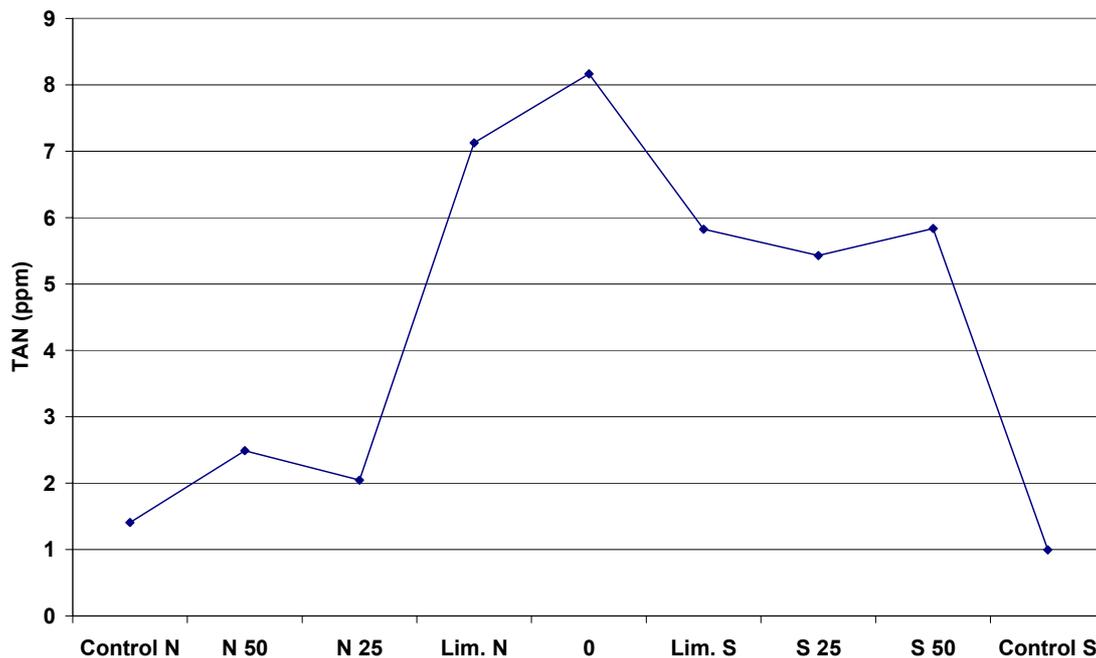


Figura 24: Valores medios del contenido en TAN en las distintas estaciones de muestreo. Campaña verano 2004.

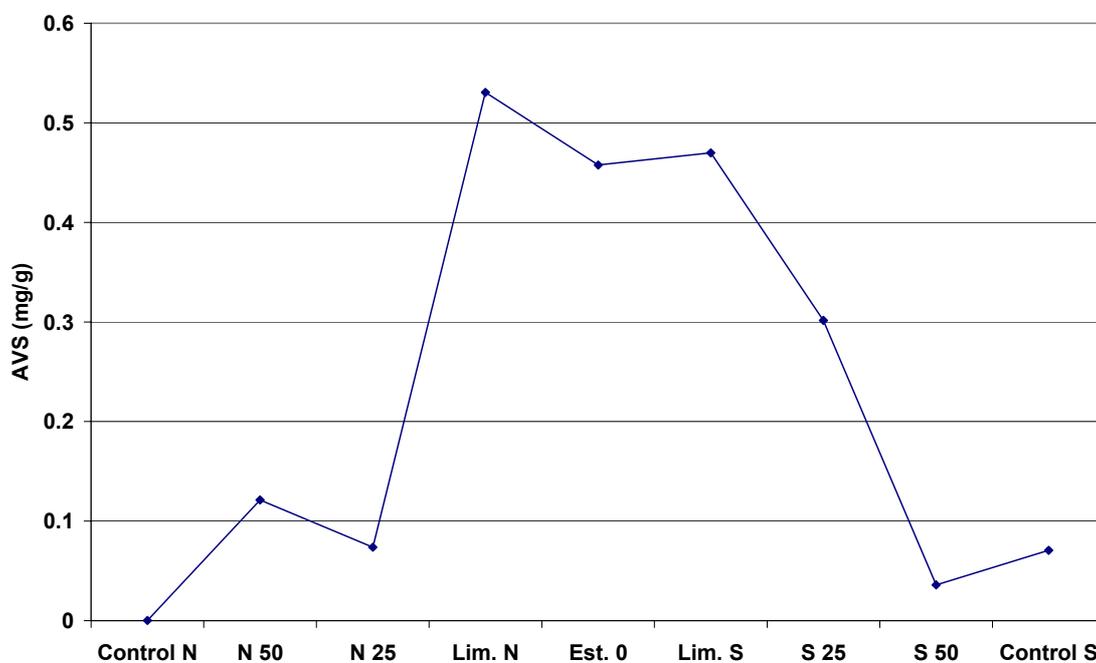


Figura 25: Valores medios del contenido en AVS en las distintas estaciones de muestreo. Campaña verano 2004.



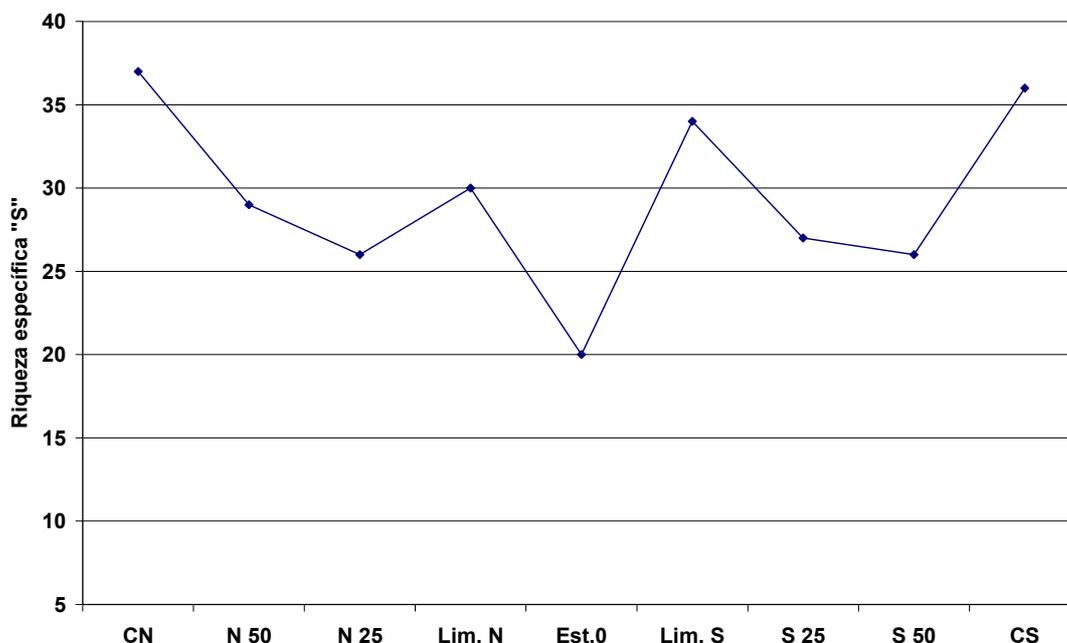
### 3.2.2.4. Ácidos volátiles de azufre o sulfuros: AVS.

Los sulfuros volvieron a mostrarse significativamente más elevados en las inmediaciones de la granja (Figura 25), siendo especialmente bajos en los controles.

### 3.2.2.5. Macrofauna bentónica.

#### 3.2.2.5.1. Riqueza específica "S", Abundancia "N" y Diversidad biológica "H".

Aunque tampoco se detectaron diferencias significativas entre estaciones para estos tres índices biológicos, al igual que en campañas anteriores, si se puede observar que la riqueza específica fue mayor en los controles, y la más baja en la estación ubicada bajo la granja (Figura 26). La máxima abundancia de especies se encuentra en las inmediaciones de la granja (Figura 27), pero esto es debido a la aportación de muy pocas especies que se mostraron muy abundantes. La diversidad biológica es más o menos homogénea, aunque ligeramente menor en las inmediaciones de la granja (Figura 28).



**Figura 26:** Valores medios de riqueza específica en las distintas estaciones. Campaña verano 2004.

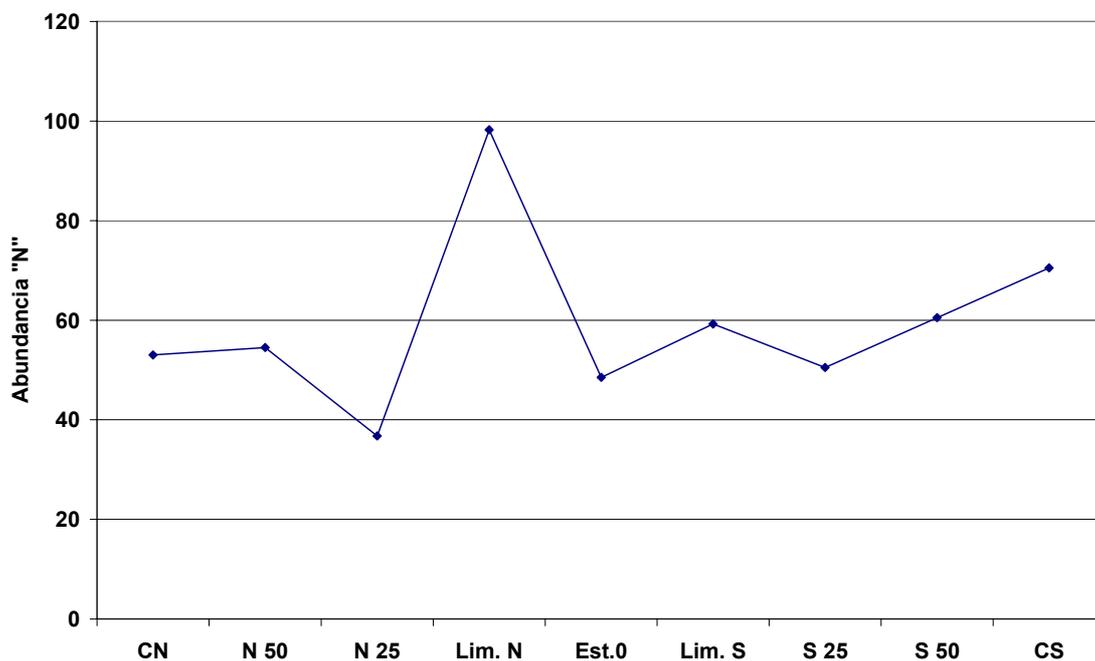


Figura 27: Valores medios de abundancia en las distintas estaciones. Campaña verano 2004.

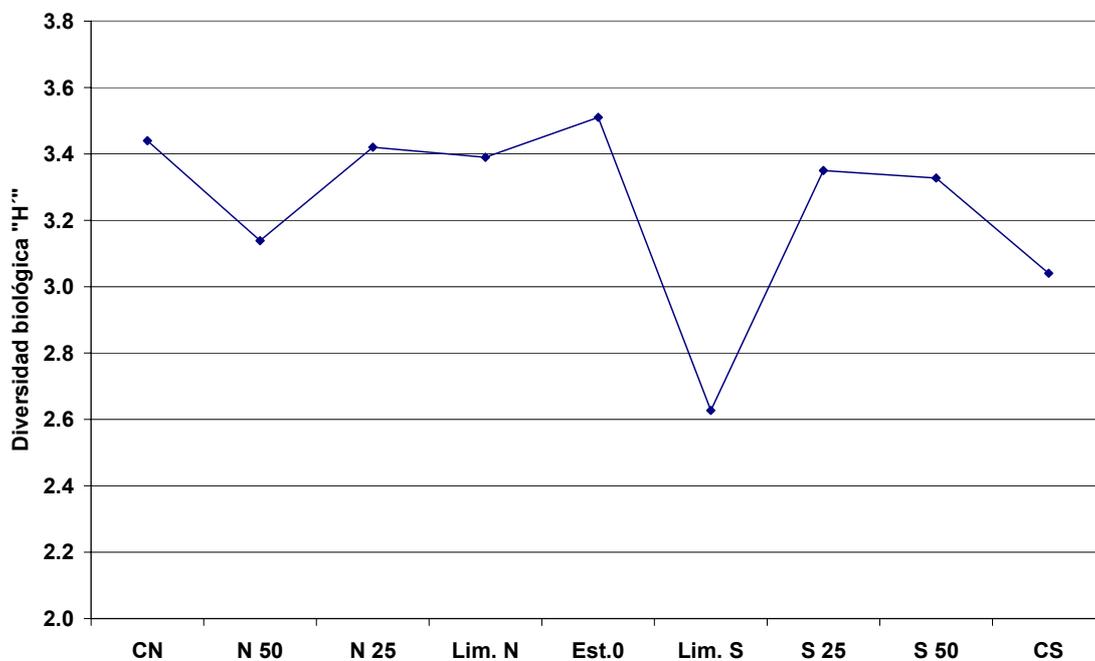
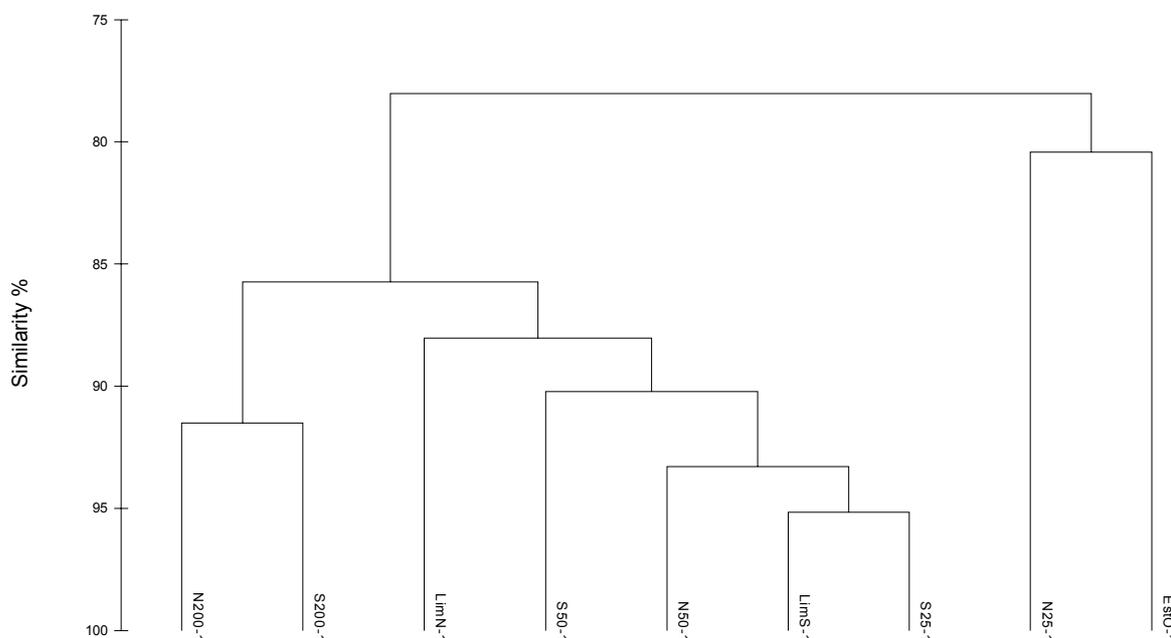


Figura 28: Valores medios de diversidad biológica en las distintas estaciones. Campaña verano 2004.

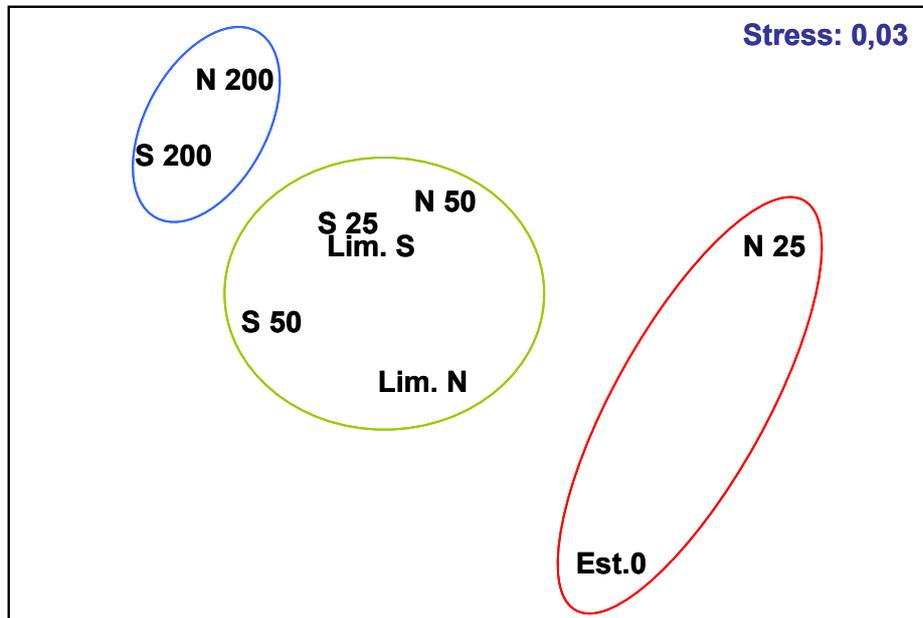


### 3.2.2.5.2. Análisis multivariante de la macrofauna bentónica.

A partir de los datos de abundancia de los diferentes taxones de macrofauna bentónica, obtenidos con los dos métodos de muestreo en las diferentes estaciones, se construyó inicialmente una matriz de similaridad de Bray-Curtis (Figura 29). Los datos fueron transformados (fourth root) para normalizar y evitar sesgos. A partir de esta matriz se llevó a cabo un análisis de ordenación de escalado multidimensional no paramétrico (n-MDS), que aporta un gráfico bidimensional en el que las variables se ordenan en función de su similitud (Figura 30), y se calcula un factor de estrés que indica la significación de las diferencias o similitudes observadas: la estación bajo jaulas y la N 25 resultaron significativamente muy similares entre sí y diferentes del resto (stress: 0,03). Las dos estaciones control conforman un grupo estadísticamente diferente del resto, mientras que las restantes estaciones se agrupan entre sí.



**Figura 29:** Matriz de similaridad de Bray-Curtis para los datos de abundancia obtenidos en las diferentes estaciones. Campaña verano 2004.



**Figura 30:** Ordenación por n-MDS de la macrofauna bentónica a partir de datos de abundancia obtenidos en las distintas estaciones. Campaña verano 2004.

Los únicos parámetros químicos que se correlacionaron con el estado de la comunidad macrobentónica fueron los AVS en verano e invierno y el Tan sólo en verano.

### 3.2.2.6. Biomarcadores.

#### 3.2.2.6.1. Clorofila A sedimentaria.

Se observaron diferencias significativas en el contenido en clorofila-A en el sedimento, de modo que en las estaciones ubicadas bajo las jaulas e inmediatas hacia el norte, los valores fueron menores (Figura 31), en lo que parece ser un claro efecto sombreado. Asimismo, en las estaciones ubicadas 25 m al N y al S, parece producirse una bioestimulación, siendo los valores de clorofila-A sensiblemente mayores que en el resto.



### 3.2.2.6.2. Test de toxicidad del sedimento.

El test de toxicidad con larvas de erizo puso de manifiesto que los sedimentos ubicados bajo las jaulas y en sus inmediaciones, provocaban un menor porcentaje de desarrollo normal de larvas, por debajo del 50% (Figura 32). Cabe destacar que en la campaña de invierno, aunque el aporte de residuos es menor como consecuencia de la ralentización de la ingesta y el crecimiento de los peces en cultivo, la toxicidad del sedimento se extiende significativamente hacia el sur acompañando las corrientes predominantes de la época.

Los únicos parámetros químicos del sedimento que se correlacionaron significativamente con los resultados del test de toxicidad fueron TAN y AVS en verano, y AVS en invierno, lo que pone de manifiesto la toxicidad de estos compuestos para el desarrollo normal de invertebrados marinos.

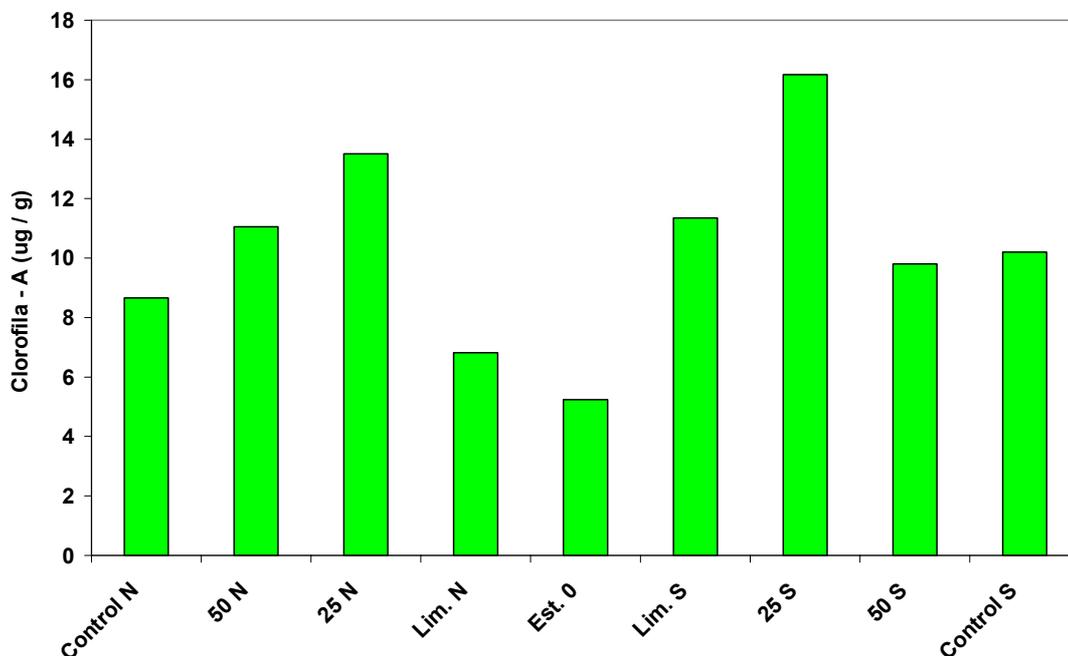
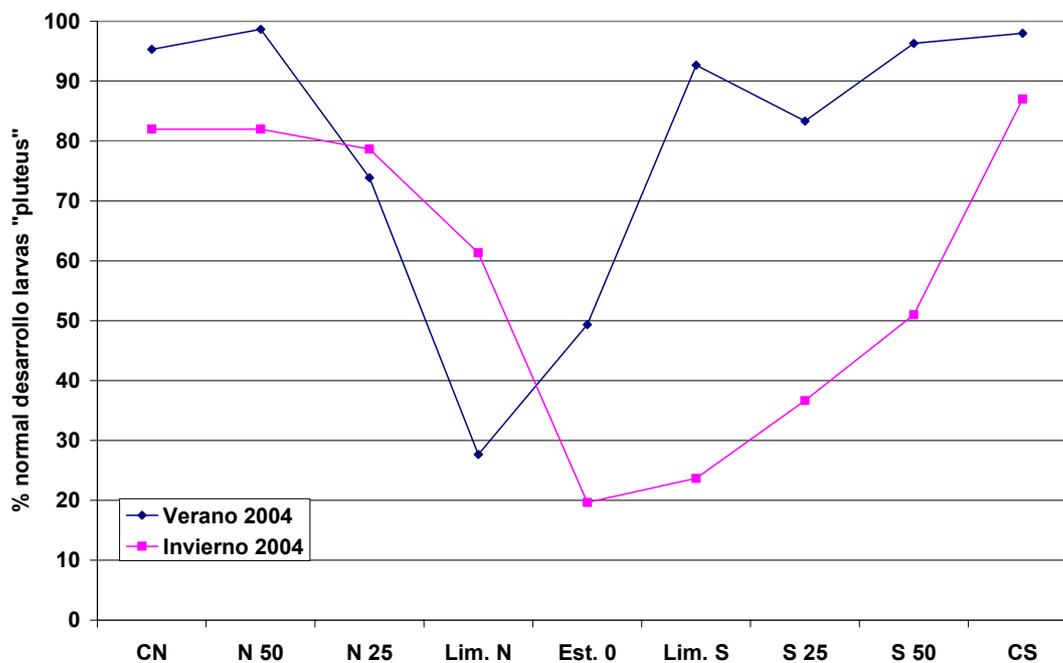


Figura 31: Valores medios de clorofila-A sedimentaria en las distintas estaciones. Campaña verano 2004.



**Figura 32:** Valores medios de % desarrollo normal de larvas de erizo expuestas a los sedimentos de las distintas estaciones. Campañas verano e invierno 2004.



Región de Murcia  
Consejería de Agricultura  
y Agua



Instituto Murciano de Investigación y  
Desarrollo Agrario y Alimentario  
C/ Mayor, s/n.  
30150 La Alberca (Murcia)  
Telf. 968-366717 Fax 968-366792



Dpto. Acuicultura y Ganadería  
Equipo de Acuicultura Marina  
Estación de Acuicultura Marina  
Las Salinas 7 Apdo. 65  
30740 San Pedro del Pinatar, Murcia  
Tlf. y Fax 968184518

### **3.3. Muestreos en pradera de *Posidonia oceanica*.**

#### **3.3.1. Macroescala: cobertura y densidad global de haces.**

La estructura del límite inferior de pradera estudiada a macroescala, no sufrió variaciones significativas durante los tres años de estudio, como se pone de manifiesto en las Figuras 33 y 34. Ni la cobertura ni la densidad global sufrieron cambios.

#### **3.3.2. Microescala.**

##### **3.3.2.1. Biomasa de epibiontes.**

La biomasa de epibiontes resultó ser significativamente mayor al comienzo del estudio, y siempre superior en la estación 1 (Figura 35), aunque la fecha de la campaña de muestreo por sí sola no es capaz de generar diferencias entre estaciones, mientras que la estación sí.

##### **3.3.2.2. Contenido en nutrientes de los epibiontes.**

Los valores de C, N y P en los epibiontes siempre resultaron significativamente superiores en la estación 1, y aunque sin ser las diferencias significativas, los valores de los tres nutrientes fueron superiores al inicio del estudio (Figuras 36, 37 y 38).

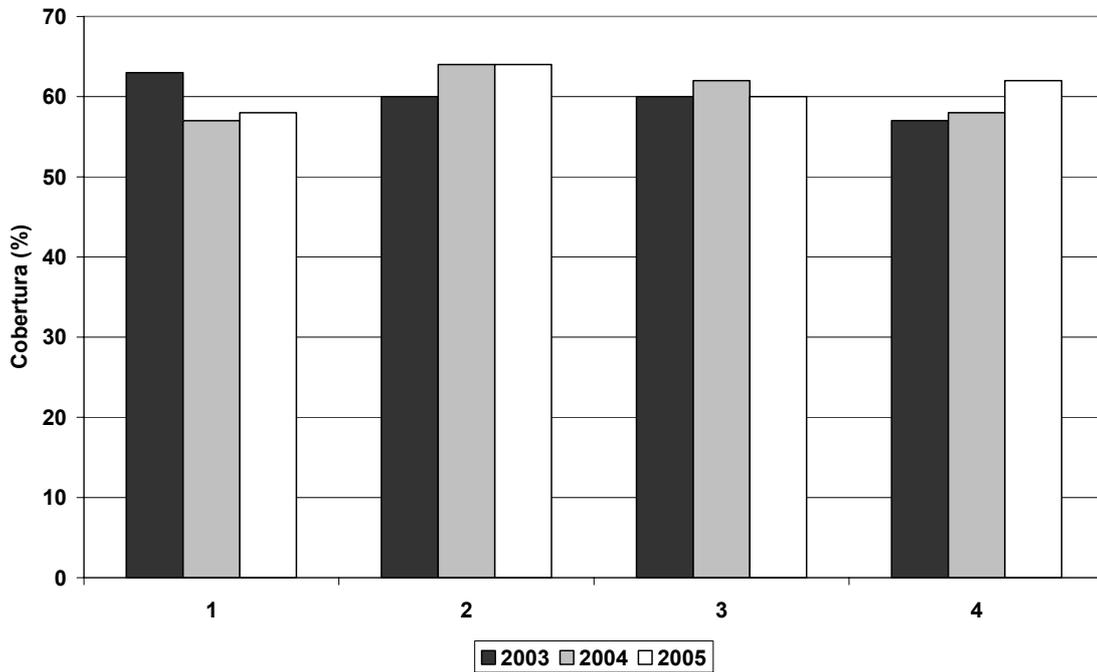


Figura 33: Valores medios de cobertura en las diferentes estaciones de muestreo y campañas.

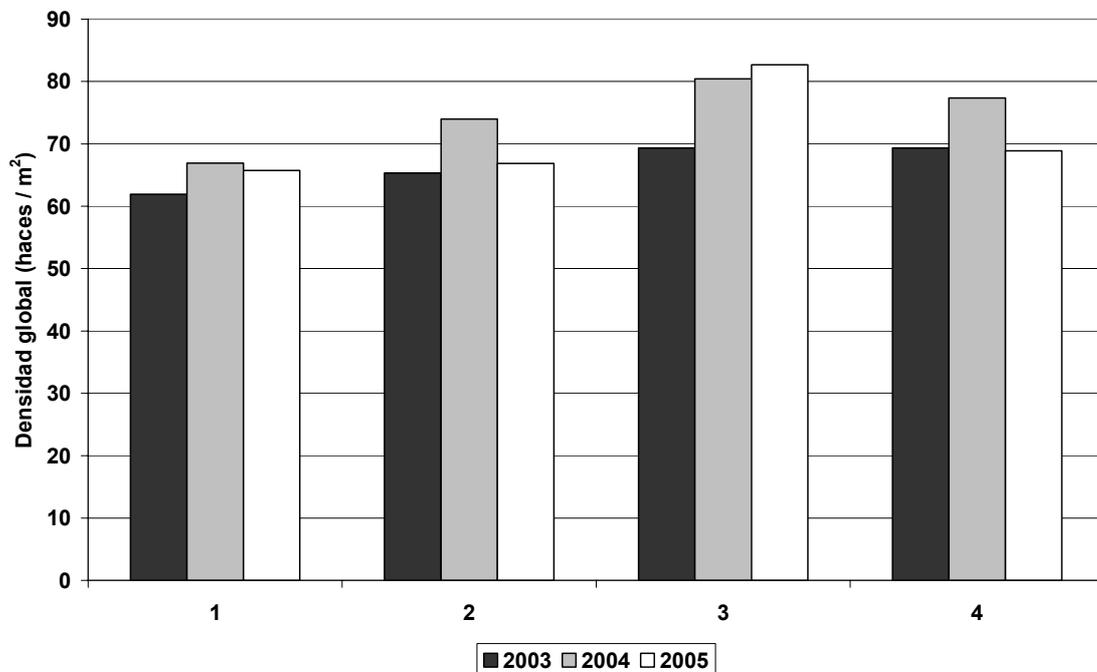


Figura 34: Valores medios de densidad global de haces en las diferentes estaciones de muestreo y campañas.

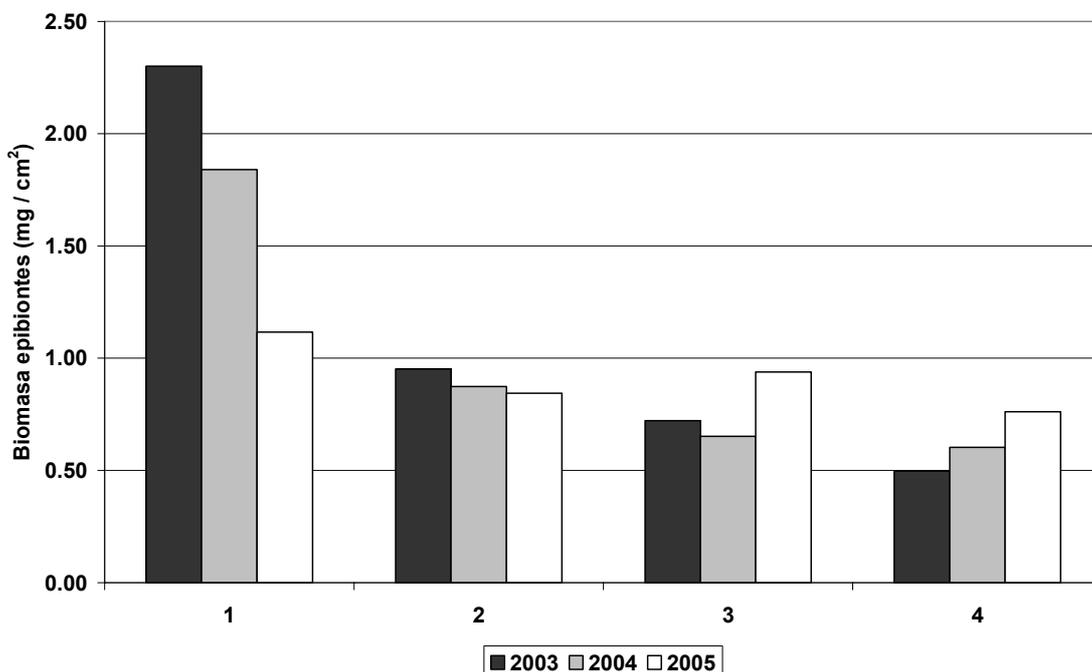


Figura 35: Valores medios de biomasa de epibiontes sobre hojas de *P. oceanica* en las diferentes estaciones de muestreo y campañas.

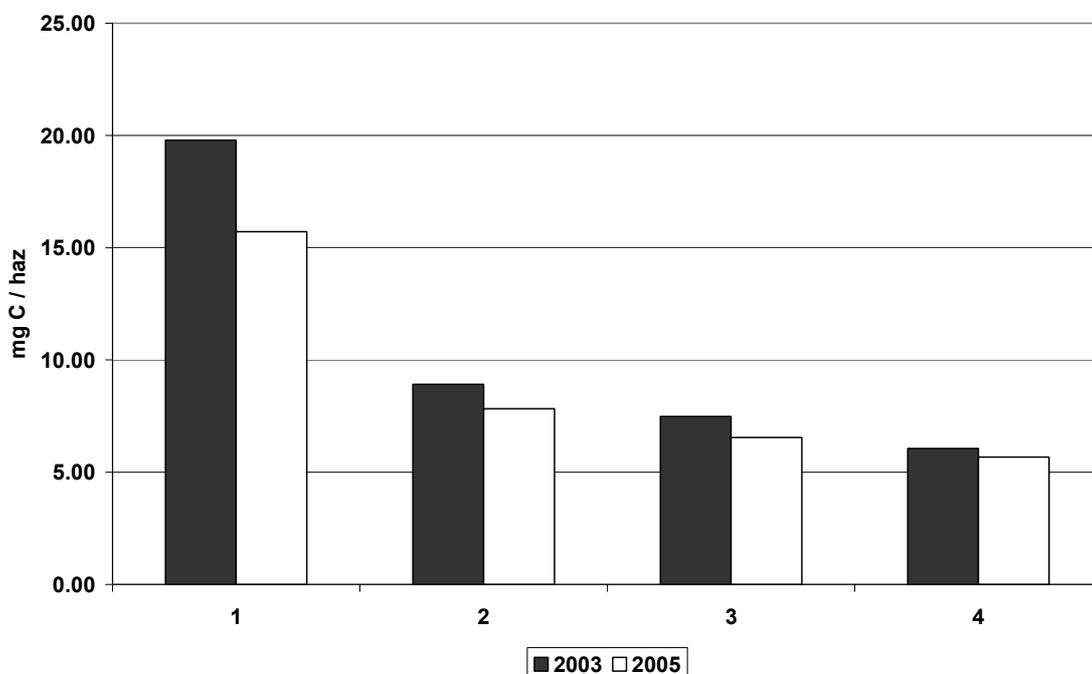


Figura 36: Valores medios del contenido en C en epibiontes de *P. oceanica* en las diferentes estaciones de muestreo y campañas.

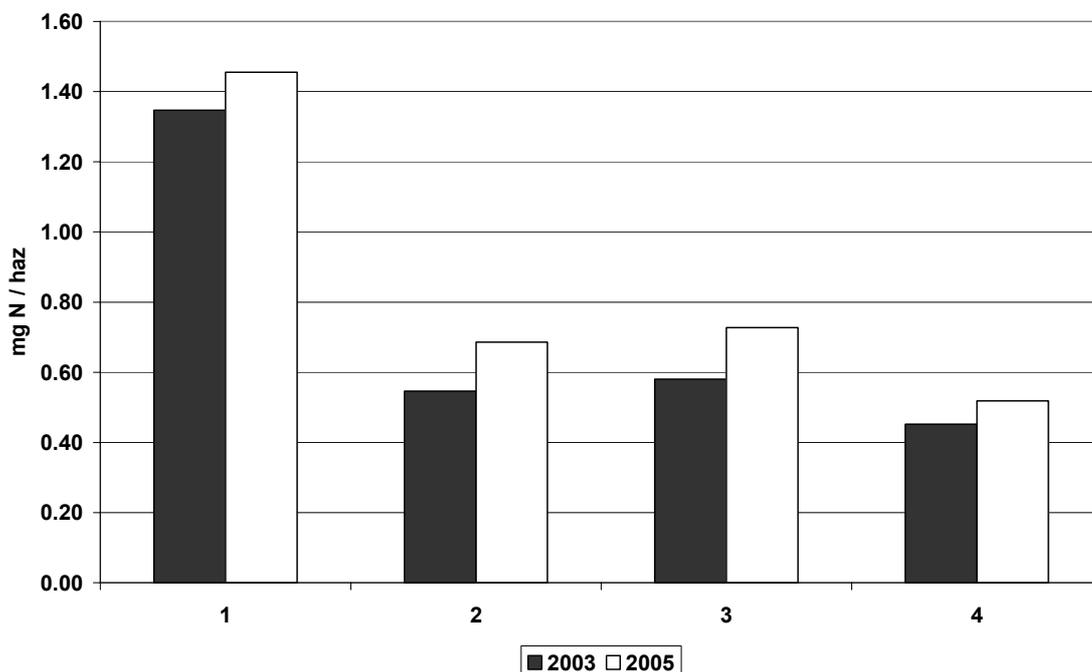


Figura 37: Valores medios del contenido en N en epibiontes de *P. oceanica* en las diferentes estaciones de muestreo y campañas.

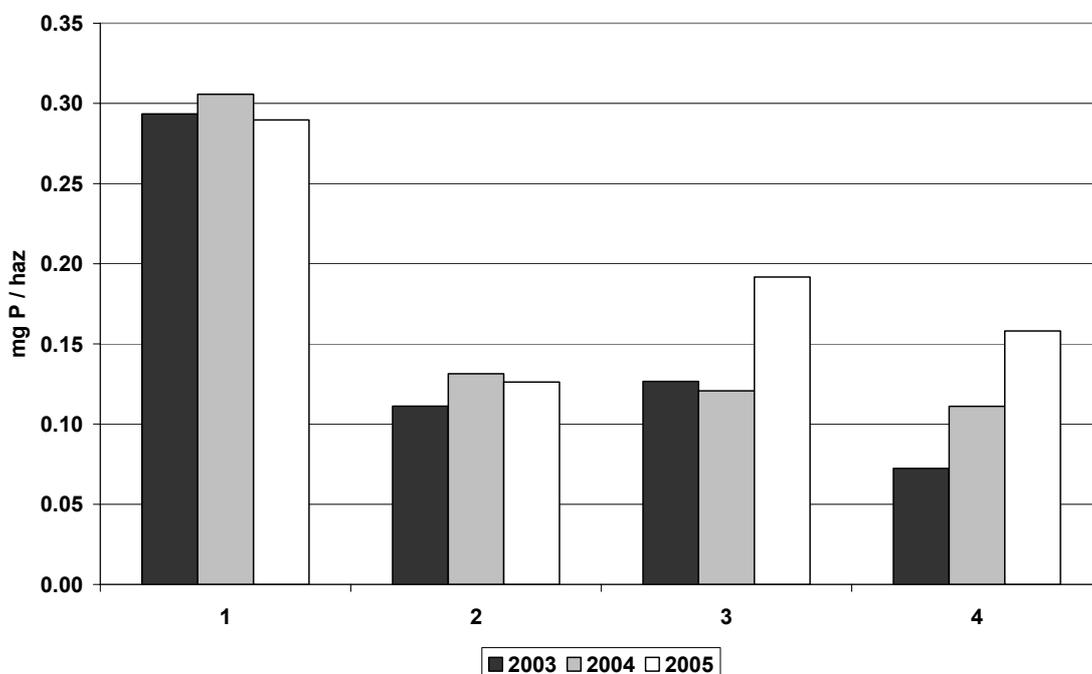
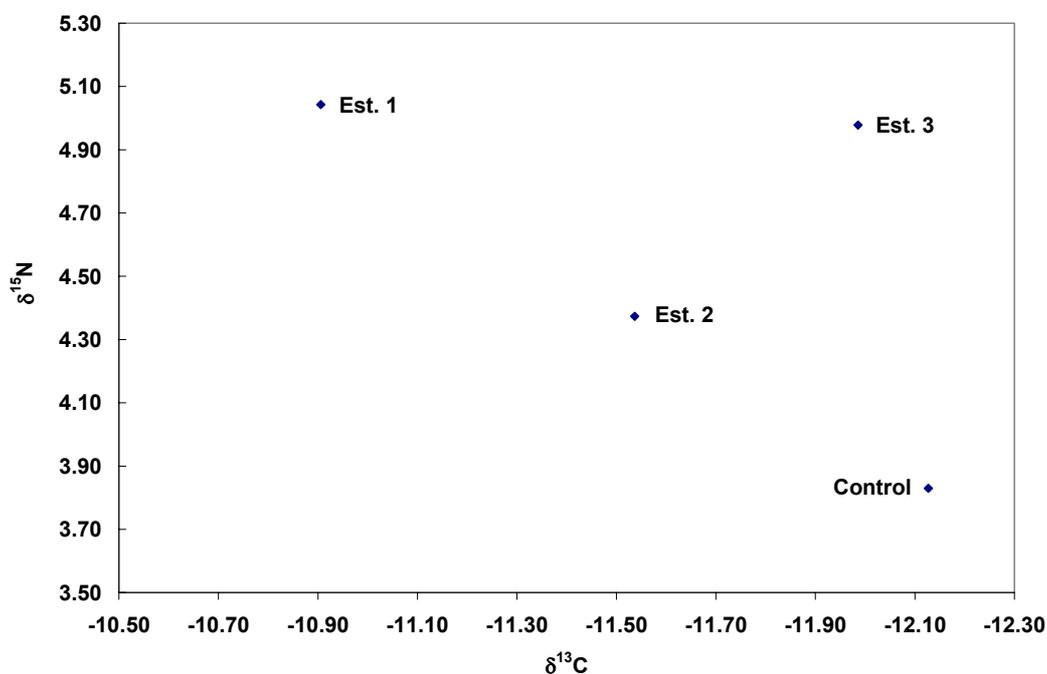


Figura 38: Valores medios del contenido en P en epibiontes de *P. oceanica* en las diferentes estaciones de muestreo y campañas.



### 3.3.2.3. Seguimiento de la señal isotópica del $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}$ en epibiontes.

Se encontraron diferencias significativas en la señal isotópica de  $\delta^{15}\text{N}$  y  $\delta^{13}\text{C}$  en los epibiontes de *P. oceanica* entre las distintas estaciones de muestreo, de modo que la estación 1 parece encontrarse enriquecida en mayor medida que las restantes para ambos nutrientes (Figura 39).



**Figura 39:** Grafico doble de los valores medios de la señal isotópica  $\delta^{15}\text{N}$  y  $\delta^{13}\text{C}$  en los epibiontes de *P. oceanica* en las diferentes estaciones de muestreo.



Región de Murcia  
Consejería de Agricultura  
y Agua



Instituto Murciano de Investigación y  
Desarrollo Agrario y Alimentario  
C/ Mayor, s/n.  
30150 La Alberca (Murcia)  
Telf. 968-366717 Fax 968-366792



Dpto. Acuicultura y Ganadería  
Equipo de Acuicultura Marina  
Estación de Acuicultura Marina  
Las Salinas 7 Apdo. 65  
30740 San Pedro del Pinatar, Murcia  
Tlf. y Fax 968184518

## 4. Discusión.

### 4.1. Hidrodinámica y dispersión del vertido.

Al no disponer del correntímetro desde el inicio del estudio, las estaciones de muestreo para el primer año de trabajo se ubicaron considerando el estudio de impacto ambiental que en su día realizó la empresa colaboradora (Belmonte et al., 1998). En dicho estudio, en el apartado de modelización de la dispersión del vertido, se menciona que las direcciones predominantes de la corriente eran NNW-SSE, la velocidad media fue de  $7,85 \text{ cm s}^{-1}$ , se consideró un tamaño de las partículas  $< 63\mu$  y una velocidad de sedimentación de  $3,9 \cdot 10^{-6} \text{ cm s}^{-1}$ . Como resultado se indicaba que la distancia a la que podría llegar partículas derivadas de la actividad acuícola podría superar el kilómetro en las direcciones predominantes. En este estudio, el período de medición de corrientes fue de un mes (enero 1998), y la profundidad de medición fue únicamente de -10m. Atendiendo a esta información previa, a la vez que fondeamos nuestro correntímetro, se ubicaron las estaciones de muestreo bajo las jaulas, a 100, 200 y 500 metros al norte y al sur de las instalaciones, y una estación control a 1,8 km al sur de las mismas, tal y como se describe en el apartado 2.2.1.1 (Figura 1).

Una vez obtenida una serie temporal amplia de valores de velocidad y dirección de la corriente en el área de estudio, pudimos comprobar que el vector resultante de dirección de la corriente para toda la columna de agua (NNW-SSE) y la velocidad media de la corriente, coincidía con los valores obtenidos en estudios previos de la zona. Sin embargo, pudimos comprobar que se producen cambios estacionales tanto en la dirección como en la velocidad de la corriente (Tablas 1 y 2, Figuras 2 y 3). En superficie (-5m), las corrientes predominantes se dirigen hacia el SW-S y en menor medida hacia el N-NW en primavera-verano, estando íntimamente relacionadas con los vientos dominantes de la zona en esta época (levante), y la intensidad es ligeramente inferior que en otras épocas del año. En superficie y en otoño-invierno, las corrientes dominantes se dirigen hacia el NE-E, y en menor medida hacia el



**Región de Murcia**  
Consejería de Agricultura  
y Agua



Instituto Murciano de Investigación y  
Desarrollo Agrario y Alimentario  
C/ Mayor, s/n.  
30150 La Alberca (Murcia)  
Telf. 968-366717 Fax 968-366792



Dpto. Acuicultura y Ganadería  
Equipo de Acuicultura Marina  
Estación de Acuicultura Marina  
Las Salinas 7 Apdo. 65  
30740 San Pedro del Pinatar, Murcia  
Tlf. y Fax 968184518

SW, siendo las velocidades ligeramente superiores que en el resto del año. En profundidad, a -15m, la dirección predominante es S-SE en durante todo el año, aunque en otoño-invierno también predominan hacia el NW. Las velocidades son del orden de 5-6 veces menores que en superficie, y son ligeramente más intensas en primavera-verano. En profundidad (-35m) la corriente predominante se dirige en el eje SE-NW en primavera-verano, y en otoño-invierno predominan las direcciones SE-E, siendo la corriente de una intensidad muy débil, del orden de la mitad que a -15m, y ligeramente superior en otoño-invierno.

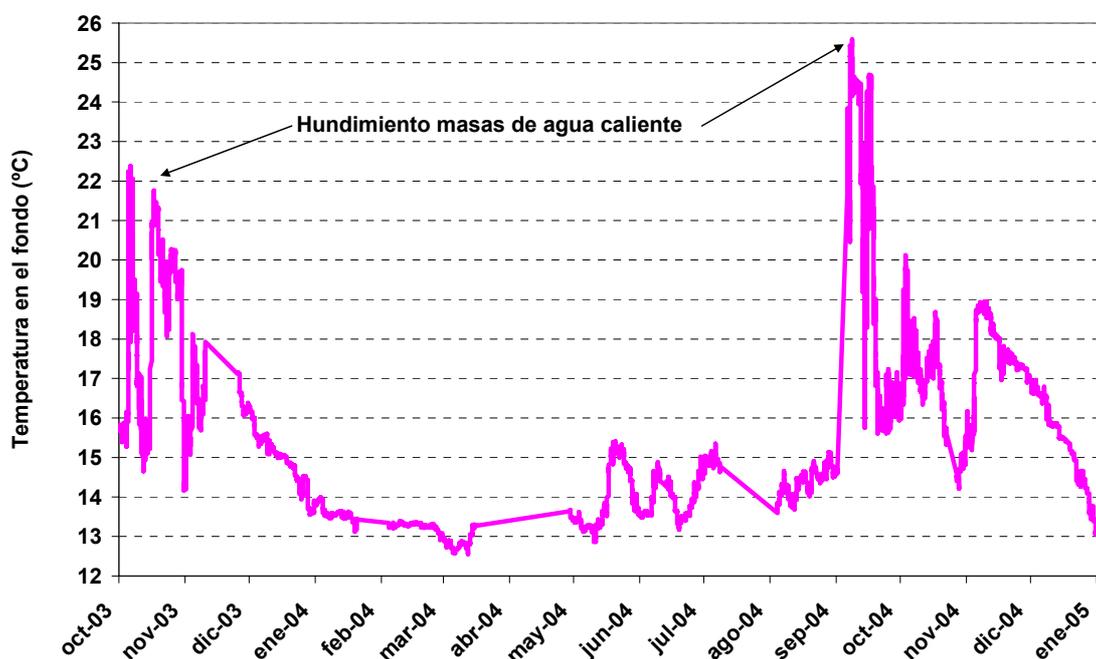
Estos cambios de dirección e intensidad de la corriente conforme ganamos en profundidad, así como los cambios estacionales, son debidos a fenómenos oceanográficos ampliamente estudiados, como es la “espiral de Eckman” y los consecuentes movimientos verticales de las masas de agua. Como consecuencia del desplazamiento de las masas de agua superficiales por los vientos, las capas inferiores tienden a ocupar el espacio que las primeras dejan vacante, pero ese desplazamiento no es paralelo a la dirección del viento, sino que se desplaza a la derecha, y conforme se incrementa la profundidad también aumenta el ángulo de desplazamiento de la corriente, pudiendo alcanzarse el sentido opuesto, anulándose la corriente producida por el viento. Este fenómeno, unido al calentamiento superficial de las masas de agua en primavera-verano, y su posterior hundimiento en otoño y mezcla en invierno (ver Figura 40), explica el afloramiento de nutrientes del fondo a capas más superficiales, así como la resususpensión y transporte de sedimentos en invierno, que como veremos, pueden favorecer una aparente recuperación del estado de los fondos.

En cuanto a la distancia teórica desde las instalaciones que puede alcanzar el residuo particulado (Tabla 2), hemos visto que en caso de máxima velocidad de la corriente, el alimento no ingerido podría depositarse hasta a 135 m, y las heces hasta a 426 m de las instalaciones, para nuestras condiciones de estudio. Estas distancias máximas teóricas no tienen en cuenta ni el uso que



hace de estos residuos la biota salvaje, ni los fenómenos de lixiviado y dilución que sufren los residuos antes de sedimentar en los fondos, de modo que el área real que pudiera verse significativamente afectada por los desechos es sensiblemente menor, tal y como han puesto de manifiesto numerosos estudios (Brown et al., 1987; Gowen & Bradbury, 1987; Weston, 1990; Sutherland et al., 2001; Brooks et al., 2002; Aguado-Giménez & García-García, 2004; Doglioli et al., 2004; etc.), del orden de 100-150 metros como máximo desde las instalaciones, dependiendo no sólo del hidrodinamismo, sino también de la profundidad, intensidad de producción manejo de la alimentación, etc.

A tenor de estos resultados, se modificó el diseño de muestreo para la campaña del año 2004, tal y como se describe en el apartado 2.2.1.2.



**Figura 40:** Temperatura del agua en el fondo en el área de estudio. Se observan picos de temperatura en otoños sucesivos como consecuencia del hundimiento de masas de agua superficiales, y su posterior mezcla.



Región de Murcia  
Consejería de Agricultura  
y Agua



Instituto Murciano de Investigación y  
Desarrollo Agrario y Alimentario  
C/ Mayor, s/n.  
30150 La Alberca (Murcia)  
Telf. 968-366717 Fax 968-366792



Dpto. Acuicultura y Ganadería  
Equipo de Acuicultura Marina  
Estación de Acuicultura Marina  
Las Salinas 7 Apdo. 65  
30740 San Pedro del Pinatar, Murcia  
Tlf. y Fax 968184518

## 4.2. Muestras en fondos blandos.

### 4.2.1. Parámetros físico-químicos: descriptores ambientales y causas del impacto.

Normalmente, el enriquecimiento orgánico en los alrededores de una granja de peces suele ir acompañado de cambios en la estructura del sedimento, debido a un incremento teórico de los materiales más finos (Sutherland et al., 2001; Telfer & Beveridge, 2001). La utilización de la granulometría como indicador de impacto no es apropiada ni usualmente empleada como tal, puesto que el depósito y disgregación de los residuos particulados en los fondos va acompañado de fenómenos de erosión, resuspensión y transporte de los materiales más finos, de modo que la detección de un incremento en la proporción de los finos es dificultosa. No obstante, la granulometría es un parámetro muy útil como descriptor del ambiente y para la interpretación de determinados fenómenos. Hemos visto que, con la excepción de las estaciones ubicadas más al sur de la granja (S 200, S 500 y control), los valores de Eh eran muy electronegativos; sin embargo alrededor de la granja y hacia el norte (N 500, N 200, N 100, Est. 0 y S 100) se vieron notables diferencias con relación al contenido en MO y a la granulometría. Además, mientras que el Eh fue muy similar en estas últimas estaciones, la MO y la proporción de materiales más finos fue menor en las estaciones bajo jaulas e inmediatamente hacia el sur (al contrario de lo observado en las estaciones N 100, N 200 y N 500). En este escenario, no podemos interpretar ni comparar de igual manera un valor muy electronegativo de Eh si la granulometría varía, es decir, parece evidente que los valores muy electronegativos bajo jaulas y en S 100 pueden ser debidos a que se están dando condiciones reductoras por el impacto de la granja (tengamos en cuenta que en estas estaciones la proporción de finos es baja), mientras que los valores electronegativos en las estaciones del norte (granulometría más fina) podrían ser debidas a condiciones naturales, pues están demasiado alejadas de la granja como para presuponer que están impactadas. A esto hay que añadir, que estas estaciones al norte de la granja,



Región de Murcia  
Consejería de Agricultura  
y Agua



Instituto Murciano de Investigación y  
Desarrollo Agrario y Alimentario  
C/ Mayor, s/n.  
30150 La Alberca (Murcia)  
Telf. 968-366717 Fax 968-366792



Dpto. Acuicultura y Ganadería  
Equipo de Acuicultura Marina  
Estación de Acuicultura Marina  
Las Salinas 7 Apdo. 65  
30740 San Pedro del Pinatar, Murcia  
Tlf. y Fax 968184518

podrían estar influenciadas por las descargas de una rambla cercana (Aguado-Giménez & García-García, 2004). El Eh es un parámetro más bien cualitativo de la intensidad de las condiciones anaerobias (SEPA, 2005) que podría reflejar un enriquecimiento orgánico, pero valores bajos de Eh también pueden ser el resultado de procesos físicos naturales, especialmente en sedimentos de granulometría fina (Brooks et al., 2002), luego su utilidad para evaluar el impacto de una granja marina es limitada sino se acompaña de la granulometría y de un conocimiento profundo de la zona y los procesos. Además, para la correcta medición de este parámetro, el método de muestreo debe garantizar que se mantenga intacto el perfil vertical del sedimento y no se oxigenen las capas inferiores de sedimento, lo cual como hemos visto no se puede garantizar si la muestra se toma con draga tipo Van Veen. Granulometría y potencial redox son unos buenos descriptores del ambiente, de gran utilidad para la interpretación de los resultados, pero por si solos no son adecuados para el establecimiento de relaciones causa-efecto ni como indicadores de impacto ambiental.

Centrándonos en los parámetros químicos del sedimento habitualmente empleados como indicadores de impacto en torno a las granjas marinas, algunos de ellos se han mostrado capaces de detectar un enriquecimiento orgánico, tales como MO, TOC, TN, TP, C:N, etc. El enriquecimiento orgánico de los sedimentos implica efectos secundarios, como los debidos a la biomineralización de la materia orgánica, aportando compuestos secundarios, que son los que realmente causan efectos adversos sobre las comunidades biológicas. Los principales compuestos derivados de la mineralización anaerobia de la materia orgánica son amoníaco, sulfuros y metano (Thamdrup & Canfield, 2000), cuya toxicidad por separado o sinérgicamente con ciertos metales es bien conocida (Beaumont et al., 1995; Shaw et al., 1998; Wang & Chapman, 1999; Brooks et al., 2002).

Algunos de estos parámetros han resultado ser más sensibles que otros como indicadores de alteraciones químicas en sedimentos afectados por las granjas



Región de Murcia  
Consejería de Agricultura  
y Agua



Instituto Murciano de Investigación y  
Desarrollo Agrario y Alimentario  
C/ Mayor, s/n.  
30150 La Alberca (Murcia)  
Telf. 968-366717 Fax 968-366792



Dpto. Acuicultura y Ganadería  
Equipo de Acuicultura Marina  
Estación de Acuicultura Marina  
Las Salinas 7 Apdo. 65  
30740 San Pedro del Pinatar, Murcia  
Tlf. y Fax 968184518

marinas (TOC: Hargrave et al., 1997; Hyland et al., 2005; Porrello et al., 2005; Kalantzi & Karakassis, 2006; TN: Molina et al., 2001; TP: Karakassis et al., 1998; Karakassis, 2001; Aguado-Giménez & García-García, 2004; y el presente trabajo; AVS: Hargrave et al., 1997; Wildish et al., 2001; Brooks et al., 2002; Yokohama 2003; Porrello et al., 2005 y el presente trabajo), dependiendo de las condiciones ambientales del área de estudio, y a menudo se encuentran correlacionados con parámetros estructurales de la macrofauna bentónica. Sin embargo, sólo unos pocos son capaces de establecer auténticas relaciones causa-efecto, tal y como hemos visto en el presente trabajo con AVS y en menor medida con TAN, y son precisamente estos parámetros los que pueden y deben emplearse como indicadores absolutos de seguimiento. El resto de parámetros químicos pueden ser útiles como indicadores sucedáneos de estrés ambiental (Brooks et al., 2002; Hyland et al., 2005), en tanto que aportan información sobre la acumulación orgánica en los fondos, pero no explican de manera directa ni fenómenos de toxicidad ni alteraciones de las comunidades biológicas, pero debido al bajo coste analítico pueden ser seleccionadas como herramientas de chequeo para controles rutinarios o auditorías. La elección de uno u otro dependerá de los requerimientos específicos de cada caso.

#### **4.2.2. Indicadores biológicos: efectos sobre el ecosistema.**

Muchos trabajos han puesto de manifiesto que las comunidades macrobentónicas de fondos blandos cercanas a granjas marinas, difieren considerablemente de aquellas existentes en zonas no perturbadas (Brown et al., 1987; Johannessen et al., 1994; Karakassis et al., 1999; Edgar et al., 2005; etc.). En este trabajo hemos visto que los índices univariantes utilizados (riqueza específica, abundancia y diversidad biológica) no fueron capaces de detectar diferencias significativas entre estaciones. Sin embargo, en otros trabajos como el de Edgar et al (2005), si se encontraron diferencias significativas entre estaciones para 21 de los 24 índices biológicos univariantes empleados, entre los que se incluye la riqueza específica y la abundancia. En



Región de Murcia  
Consejería de Agricultura  
y Agua



Instituto Murciano de Investigación y  
Desarrollo Agrario y Alimentario  
C/ Mayor, s/n.  
30150 La Alberca (Murcia)  
Telf. 968-366717 Fax 968-366792



Dpto. Acuicultura y Ganadería  
Equipo de Acuicultura Marina  
Estación de Acuicultura Marina  
Las Salinas 7 Apdo. 65  
30740 San Pedro del Pinatar, Murcia  
Tlf. y Fax 968184518

un meta-análisis de datos geoquímicos y de comunidades biológicas, Kalatzi & Karakassis (2006) también encontraron que la diversidad biológica estaba estrechamente relacionada con la distancia desde una granja marina, aunque la mayor parte de los casos estudiados se refieren a emplazamientos semicerrados, mientras que en condiciones en mar abierto se manejaron pocos casos, y en estas situaciones los impactos no son tan severos como en lugares confinados. Karakassis et al (2000) en un estudio de tres granjas marinas en el Mediterráneo oriental, encontró que los índices biológicos univariantes a veces eran capaces de diferenciar entre zonas expuestas y no expuestas a la influencia de las granjas, mientras que aplicando métodos multivariantes se obtuvo un marcado patrón espacial de la composición faunística en todos sus casos de estudio, de manera semejante a lo que hemos observado en el presente trabajo.

Los índices biológicos univariantes se emplean para extraer características universales de las comunidades que no son una función específica de los taxones presentes, es decir, son independientes de las especies: dos muestras pueden tener los mismos valores de diversidad biológica sin tener especies en común. Estos índices univariantes se calculan con facilidad, y aunque han sido y son empleados en estudios ecológicos frecuentemente, no son tan sensibles en la detección de cambios en las comunidades (Warwick & Clarke, 1991) como lo son los métodos estadísticos multivariantes como el utilizado en este trabajo (escalado multidimensional). Es probable, según Margalef (1998) que índices como la diversidad biológica no sean expresiones apropiadas de las diferencias en la organización que realmente ocurre en las comunidades biológicas, debido a su escala limitada, al menos en situaciones de regresión ecológica no muy severa. Los métodos multivariantes clasifican las estaciones y muestran grupos con atributos estructurales similares, es decir, indican el grado de similaridad o distinción en la composición de especies entre estaciones, o de una misma estación a lo largo del tiempo. Estos métodos permiten el establecimiento de estrechas correlaciones que evidencian relaciones causa-efecto cuando se miden en las mismas estaciones



**Región de Murcia**  
Consejería de Agricultura  
y Agua



Instituto Murciano de Investigación y  
Desarrollo Agrario y Alimentario  
C/ Mayor, s/n.  
30150 La Alberca (Murcia)  
Telf. 968-366717 Fax 968-366792



Dpto. Acuicultura y Ganadería  
Equipo de Acuicultura Marina  
Estación de Acuicultura Marina  
Las Salinas 7 Apdo. 65  
30740 San Pedro del Pinatar, Murcia  
Tlf. y Fax 968184518

parámetros ambientales relativos a un gradiente, en nuestro caso, de enriquecimiento orgánico, tal y como hemos demostrado en este trabajo con los AVS y en menor medida con el TAN. Los métodos multivariantes, a diferencia de los univariantes, preservan la identidad de las especies y son generalmente considerados como más sensibles para la detección de cambios en los patrones de las comunidades biológicas (Pohle & Thomas, 1998). Los métodos multivariantes son más complejos que los univariantes, pero el desarrollo de software amigables específicos para estos cálculos, los ponen al alcance de cualquier gestor o investigador.

Puesto que el esfuerzo en términos de clasificación taxonómica es el mismo para el cálculo de índices univariantes que para el análisis multivariante, éstos últimos, como se revela de nuestros resultados, son más apropiados y sensibles a los cambios en la estructura macrobentónica en respuesta a un gradiente de enriquecimiento orgánico.

En cuanto a los biomarcadores utilizados en el presente trabajo, vimos que la clorofila-A sedimentaria ponía de manifiesto un claro efecto de sombreado de la granja sobre los fondos. Puesto que la granulometría en las inmediaciones de la granja es gruesa, y en estas circunstancias la concentración clorofila sedimentaria suele ser más elevada que en sustratos finos, y puesto que no se han observado cambios en el tiempo en la textura del sedimento, el descenso observado parece estar más relacionado con la reducción en la intensidad de luz por el sombreado de la granja que por el enriquecimiento orgánico. Este parámetro establece una evidente relación causa-efecto, pero a nivel molecular, luego su relevancia ecológica es muy baja si lo comparamos con el análisis multivariante de la macrofauna bentónica, que actúa a nivel de comunidad, un nivel de organización mucho más integrador.

El test de toxicidad con larvas de erizo puso de manifiesto que los sedimentos en torno a la granja eran tóxicos, y dicha toxicidad era debida al TAN y AVS actuando de manera sinérgica durante el verano, cuando la intensidad de producción es máxima, y en invierno dicha toxicidad se mantenía, aunque en



**Región de Murcia**  
Consejería de Agricultura  
y Agua



Instituto Murciano de Investigación y  
Desarrollo Agrario y Alimentario  
C/ Mayor, s/n.  
30150 La Alberca (Murcia)  
Telf. 968-366717 Fax 968-366792



Dpto. Acuicultura y Ganadería  
Equipo de Acuicultura Marina  
Estación de Acuicultura Marina  
Las Salinas 7 Apdo. 65  
30740 San Pedro del Pinatar, Murcia  
Tlf. y Fax 968184518

esta ocasión por el efecto exclusivo del AVS. En invierno, la actividad de los peces se reduce ostensiblemente, y por consiguiente el volumen de residuos disminuye. En estos casos, el flujo de amonio desde los sedimentos a la columna de agua es favorecido porque el sistema se encuentra menos saturado de materia orgánica (Mackin & Aller, 1984), teniendo como resultado un descenso en los niveles de amonio en el agua intersticial, al contrario que en verano, cuando el sistema se encuentra superado por los aportes. Sin embargo los AVS del sedimento se mantienen altos en tanto que las condiciones reductoras se mantienen, permaneciendo atrapados en la matriz de sedimento y liberándose parcialmente cuando se produzcan fenómenos de resuspensión fuertes. Los estadíos larvarios son más sensibles a fenómenos de contaminación que los adultos. Esto favorecería la prevalencia de especies más tolerantes a la contaminación orgánica frente a otras menos tolerantes cuyo reclutamiento se está viendo impedido por la presencia de sustancias tóxicas, de modo que estas especies menos tolerantes desaparecerán progresivamente mientras van siendo sustituidas por otras. Este biomarcador se ha mostrado bastante sensible para la detección de zonas impactadas por la actividad productiva de peces, es sencillo de ejecutar, se obtienen resultados a las pocas horas de obtener las muestras (48h), la interpretación de los resultados es mucho más sencilla y comprensible que la de otros indicadores como los análisis multivariantes de la macrofauna bentónica, plantea una clara relación causa-efecto y ayuda a explicar fenómenos que ocurren a niveles de organización superiores, aunque debida a que opera a nivel de organismo, la relevancia ecológica es inferior que cuando se estudia la estructura de las comunidades biológicas. Sin embargo puede ser una herramienta muy útil para la detección temprana de impactos o cuando se quieren realizar auditorías y se necesitan tener resultados a muy corto plazo.



Región de Murcia  
Consejería de Agricultura  
y Agua



Instituto Murciano de Investigación y  
Desarrollo Agrario y Alimentario  
C/ Mayor, s/n.  
30150 La Alberca (Murcia)  
Telf. 968-366717 Fax 968-366792



Dpto. Acuicultura y Ganadería  
Equipo de Acuicultura Marina  
Estación de Acuicultura Marina  
Las Salinas 7 Apdo. 65  
30740 San Pedro del Pinatar, Murcia  
Tlf. y Fax 968184518

#### 4.2.3. Método de obtención de las muestras.

La toma de muestras es un aspecto muy importante desde el punto de vista económico y también en relación a la precisión requerida para un plan de seguimiento ambiental. Actualmente existe una gran variedad de métodos disponibles para muestrear en fondos blandos, pero ninguno de ellos es estrictamente apropiado para realizar una caracterización completa, luego la combinación de varios de ellos podría ser necesaria para resolver determinadas cuestiones (Morrisey et al., 1998), lo cual no siempre es posible. En estos casos, debe haber un compromiso entre los recursos disponibles y la representatividad obtenida con un método dado. Cuando la profundidad es limitante para la toma de muestras mediante buceo con escafandra autónoma, lo normal es recurrir a la utilización de muestreadores remotos, como las dragas. La toma de muestras mediante buceo con escafandra autónoma tiene la gran ventaja de que se puede llevar a cabo una observación paralela del estado de los fondos y la detección de especies o fenómenos singulares (presencia de manchas de *Beggiatoa sp.*), de gran utilidad para la interpretación y comprensión de resultados, pero se encuentra limitada o altamente influenciada por la profundidad, ya que puede implicar riesgos importantes para la integridad de los buceadores. A la profundidad a la que hemos estado trabajando (-36, -38m), no se puede permanecer un tiempo superior a 10 minutos sin entrar en descompresión, y aunque es tiempo suficiente para tomar las muestras, el muestreo a profundidades mayores o más duraderas puede complicar enormemente las tareas logísticas de la inmersión y se incrementan los riesgos potenciales para los buceadores, a la vez que se encarece el muestreo.

Existen numerosos estudios comparativos sobre el nivel óptimo de profundización taxonómico para la evaluación de diversos tipos de impacto sobre las comunidades macrobentónicas de fondos blandos (Ferraro & Cole, 1992, 1995, 2004), y algunos más específicos sobre las interacciones entre acuicultura y medio ambiente (Karakassis & Hatziyanni, 2000; Lampadariou et



Región de Murcia  
Consejería de Agricultura  
y Agua



Instituto Murciano de Investigación y  
Desarrollo Agrario y Alimentario  
C/ Mayor, s/n.  
30150 La Alberca (Murcia)  
Telf. 968-366717 Fax 968-366792



Dpto. Acuicultura y Ganadería  
Equipo de Acuicultura Marina  
Estación de Acuicultura Marina  
Las Salinas 7 Apdo. 65  
30740 San Pedro del Pinatar, Murcia  
Tlf. y Fax 968184518

al., 2005). Por el contrario, existen muy pocos trabajos comparativos sobre métodos de muestreo (Elliott & Drake, 1981; Somerfield & Clarke, 1996; Muzzaffar & Colbo, 2002), y menos todavía relativos al impacto de la acuicultura (Lampadariou et al., 2005). En este trabajo se ha demostrado, que salvo parámetros como el Eh para el que se requiere la absoluta integridad del perfil de sedimento para su correcta medida, los resultados obtenidos cuando se muestrea con los diferentes métodos empleados son comparables.

La toma de muestras con draga tipo Box-corer requiere la puesta en funcionamiento de una serie de infraestructuras costosas y que requieren el manejo de personal cualificado. Esta draga, con un peso superior a los 200kg y un volumen en torno a 1m<sup>3</sup>, debe ser manejada en una embarcación grande que disponga de una grúa potente y un operario cualificado para su fondeo y recuperación. Esto encarece enormemente los muestreos, y aunque presenta sus ventajas (obtención de una muestra intacta del perfil de sedimento, posibilidad de trabajar cómodamente por capas de sedimento), no se justifica su empleo en estudios de seguimiento ambiental, si tenemos en cuenta que con otros métodos de obtención de muestras se puede obtener una información cuantitativa y cualitativamente similar.

La toma de muestras con draga tipo Van Veen se puede realizar por personal no cualificado, a bordo de una pequeña embarcación, sin riesgos aparentes para la salud. En la Tabla 3 se muestra un sencillo análisis de coste / beneficio comparado para la realización de muestreos de seguimiento ambiental con draga tipo Van Veen y mediante buceo con escafandra autónoma. Para ello se consideraron como coste flexibles el equipamiento necesario, el tiempo y el personal necesario. Para poder realizar una aproximación comparable entre ambos métodos, y fijar costes como embarcación, patrón, etc., se ha fijado el tiempo para el muestreo en un día. Puesto que a las profundidades en las que hemos trabajado, un buceador no debe realizar más de dos inmersiones al día, se requieren 4 parejas de buceadores profesionales, frente a dos operarios para manejar la draga y pre-procesar las muestras. Como mínimo se requerirán



3 equipos completos de buceo con escafandra autónoma más una botella por buceador e inmersión, frente a la draga de acero inoxidable, cabos y el cabestrante para su fondeo e izado. Visto así, la realización de un muestreo como el planteado en este trabajo, resulta del orden de 1,6 veces más caro si se realiza mediante buceo con escafandra autónoma, a lo que hay que añadir los riesgos para la salud de los buceadores.

**Tabla 3:** Análisis coste / beneficio para el muestreo con draga tipo Van Veen y mediante buceo con escafandra autónoma, para las condiciones de trabajo expuestas en el presente trabajo. Costes flexibles en Euros (extraído de Aguado-Giménez et al., 2006).

	Personal / día	Tiempo (días)	Equipamiento	
Buceo	8 buceadores profesionales	1	3 equipos completos de buceo autónomo	TOTAL
Costes	2400		5115	<b>7515</b>
Van Veen	2 biólogos marinos	1	Draga, cabo y cabestrante	TOTAL
Costes	400		4250	<b>4650</b>

En el contexto de un plan de seguimiento ambiental continuado, la inspección visual de los fondos es necesaria, pero puede que no lo sea con la misma frecuencia con que se toman muestras para análisis del sedimento y la fauna. Por lo tanto, la toma de muestras con draga tipo Van Veen parece ser factible y conveniente no sólo económicamente sino también en cuanto a la representatividad y fiabilidad de los resultados. Lampadariou et al (2005), realizando un estudio comparativo entre métodos de obtención de muestras (VV *versus* corer manual por buceadores) y diferentes resoluciones taxonómicas y tamizados, realizado en granjas Mediterráneas (Grecia), también concluyó que la mejor relación coste / beneficio se obtenía muestreando con draga tipo Van Veen.



Región de Murcia  
Consejería de Agricultura  
y Agua



Instituto Murciano de Investigación y  
Desarrollo Agrario y Alimentario  
C/ Mayor, s/n.  
30150 La Alberca (Murcia)  
Telf. 968-366717 Fax 968-366792



Dpto. Acuicultura y Ganadería  
Equipo de Acuicultura Marina  
Estación de Acuicultura Marina  
Las Salinas 7 Apdo. 65  
30740 San Pedro del Pinatar, Murcia  
Tlf. y Fax 968184518

### 4.3. Pradera de *Posidonia oceanica*.

Las praderas de la fanerógama *P. oceanica* conforman un hábitat de gran complejidad y riqueza y su importancia reconocida las ha llevado a ser incluidas como hábitat prioritario en la Directiva Europea Hábitat 92/43/CEE. El impacto de las granjas marinas sobre las praderas de *P. oceanica* se encuentra bien documentado (Delgado et al., 1997, 1999; Ruiz et al., 2001; Cancemi et al., 2003); por desgracia debido a la monitorización de capítulos trágicos de la gestión de las áreas marinas, en los que por una mala ubicación de las granjas, se han perdido varios centenares de hectáreas de pradera en el Mediterráneo. Cuando las granjas se han situado encima de las praderas o demasiado próximas a éstas, se han producido toda una serie de fenómenos que han conducido a la regresión, en muchos casos irreversible de las praderas: incremento de nutrientes en los sedimentos, desaparición de la infauna, efecto sombreado y pérdida de la capacidad fotosintética por el desmesurado desarrollo de epibiontes en las hojas y por el aumento de la turbidez de las aguas, desmesurada actividad de organismos herbívoros, principalmente erizos y peces aprovechando el mayor valor nutritivo de las hojas completamente cubiertas de epífitos, enterramiento, etc. Estos resultados catastróficos, junto con la necesidad de compatibilizar los diferentes usos del litoral, ha propiciado que las granjas en la actualidad se ubiquen bastante alejadas de las praderas de *P. oceanica*, en zonas en mar abierto. No obstante, y debido al interés tanto científico como social del que gozan las praderas sumergidas, y al desconocimiento existente sobre el posible impacto difuso que pudieran generar los residuos disueltos derivados de la acuicultura, es necesario el seguimiento del límite inferior de las praderas en zonas próximas a las granjas marinas.

En nuestro caso de estudio, el límite inferior de la pradera de *P. oceanica* más cercana a las granjas se encuentra a unos 2km, y en ninguna de las estaciones de muestreo se han observado alteraciones de la estructura de la pradera (cobertura y densidad global de haces) a lo largo del tiempo, cosa que si ha



Región de Murcia  
Consejería de Agricultura  
y Agua



Instituto Murciano de Investigación y  
Desarrollo Agrario y Alimentario  
C/ Mayor, s/n.  
30150 La Alberca (Murcia)  
Telf. 968-366717 Fax 968-366792



Dpto. Acuicultura y Ganadería  
Equipo de Acuicultura Marina  
Estación de Acuicultura Marina  
Las Salinas 7 Apdo. 65  
30740 San Pedro del Pinatar, Murcia  
Tlf. y Fax 968184518

ocurrido cuando la granja se encontraba a decenas de metros de la pradera. Lo que si hemos podido observar es que tanto la biomasa de epífitos, como su contenido nutricional era significativamente más elevado en las estaciones que aunque distantes, se encontraban más próximas a las granjas. Para saber si dichas diferencias eran debidas al aporte de nutrientes de las granjas, o al azar, realizamos el seguimiento de la señal isotópica de  $\delta^{15}\text{N}$  y  $\delta^{13}\text{C}$ . El pienso con que se alimenta a los peces tiene alrededor de un 45% de proteína y un 20% de hidratos de carbono, por lo que se encuentran bastante enriquecidos en  $\delta^{15}\text{N}$  y  $\delta^{13}\text{C}$ . Por consiguiente, los diferentes eslabones de la cadena trófica que se estén aprovechando de los residuos eliminados por el cultivo, se deben de estar enriqueciendo en  $\delta^{15}\text{N}$  y  $\delta^{13}\text{C}$ ., en tanto que éstos alcancen el lugar en que se encuentran. Pudimos comprobar que la estación más próxima a las granjas se encontraba significativamente más enriquecida tanto en  $\delta^{15}\text{N}$  como  $\delta^{13}\text{C}$  que las restantes y que la estación control, lo que pone de manifiesto que a la pradera le llegan nutrientes derivados de las granjas marinas, que favorecen un mayor desarrollo de epífitos en las hojas, y que su valor nutricional es mayor, aunque sin provocar cambios en la estructurales de la pradera. Aun sin haber producido un impacto significativo sobre la pradera de *P. oceanica*, estos resultados deben hacernos recapacitar sobre la distancia mínima a la que deben ubicarse las granjas respecto al límite inferior de las praderas.



## 5. Conclusiones.

- La realización de un estudio hidrodinámico en las zonas donde se han de ubicar las instalaciones de cultivos marinos en jaulas flotantes es fundamental para el planteamiento y diseño de muestreo tanto para Estudios de Impacto Ambiental como para Planes de Vigilancia Ambiental, en tanto que permite conocer la magnitud espacial y la direccionalidad del impacto.
- Los parámetros físico-químicos del sedimento más sensibles para la detección del impacto ambiental de los cultivos marinos en jaulas flotantes han sido los sulfuros (AVS) y el amonio del agua intersticial (TAN). Además, estos parámetros se han correlacionado significativamente con el estado de la comunidad de macrofauna bentónica, y por su carácter tóxico, permiten el establecimiento de relaciones causa-efecto claras. Granulometría y potencial redox (Eh) han sido buenos descriptores del ambiente, de utilidad para la interpretación de los resultados.
- El análisis multivariante de la fauna macrobentónica se ha mostrado más sensible y efectivo que los índices univariantes clásicos para la detección de cambios en la estructura de la comunidad macrobentónica.
- El test de toxicidad con larvas de erizo se ha mostrado como una herramienta útil y eficaz en la detección del impacto ambiental derivado de los cultivos marinos en jaulas flotantes. La información que aporta es sencilla, de fácil interpretación y de rápida disponibilidad, y además permite el establecimiento de relaciones causa-efecto y la interpretación de fenómenos en niveles de organización superiores.
- La toma de muestras con draga tipo Van Veen parece la más adecuada desde el punto de vista coste / beneficio, en tanto que la información obtenida de las muestras obtenidas con este método es comparable a la obtenida con otros métodos, pero con un coste inferior y con menores



**Región de Murcia**  
Consejería de Agricultura  
y Agua



Instituto Murciano de Investigación y  
Desarrollo Agrario y Alimentario  
C/ Mayor, s/n.  
30150 La Alberca (Murcia)  
Telf. 968-366717 Fax 968-366792



Dpto. Acuicultura y Ganadería  
Equipo de Acuicultura Marina  
Estación de Acuicultura Marina  
Las Salinas 7 Apdo. 65  
30740 San Pedro del Pinatar, Murcia  
Tlf. y Fax 968184518

riesgos para la salud. No obstante, una inspección visual periódica también es necesaria

- El seguimiento de la señal isotópica de  $\delta^{15}\text{N}$  y  $\delta^{13}\text{C}$  ha permitido detectar el alcance de los residuos derivados de los cultivos marinos en jaulas flotantes en los epífitos de *Posidonia oceanica*, aunque no se han detectado alteraciones de la estructura de la pradera.



Región de Murcia  
Consejería de Agricultura  
y Agua



Instituto Murciano de Investigación y  
Desarrollo Agrario y Alimentario  
C/ Mayor, s/n.  
30150 La Alberca (Murcia)  
Telf. 968-366717 Fax 968-366792



Dpto. Acuicultura y Ganadería  
Equipo de Acuicultura Marina  
Estación de Acuicultura Marina  
Las Salinas 7 Apdo. 65  
30740 San Pedro del Pinatar, Murcia  
Tlf. y Fax 968184518

## 6. Recomendaciones.

Los residuos derivados de los cultivos marinos en jaulas flotantes que sedimentan en los fondos pueden ocasionar cambios severos de las condiciones físico-químicas del sedimento y alteraciones de la estructura de las comunidades biológicas. La herramienta administrativa para la detección de esos cambios es el Plan de Vigilancia Ambiental. Si consideramos un seguimiento ambiental como una evaluación repetida en el espacio y en el tiempo de un ecosistema afectado por una actividad determinada, y evaluación como la adquisición de datos sobre características específicas de dicho ecosistema que describen su estado actual con respecto a los factores que lo determinan, entonces son la evolución del ecosistema y las relaciones causa-efecto las principales cuestiones que hay que responder para que un programa de seguimiento ambiental sea efectivo y útil. La selección de los parámetros ambientales o indicadores que deben ser incluidos en un seguimiento es a menudo controvertida, en tanto que una fórmula universal nunca sería ni adaptable ni rigurosa para todos los casos de estudio. Por lo tanto, es esencial disponer de información básica que describa el ecosistema y que sirva para interpretar los resultados con relación a las características específicas del ambiente. Además, puesto que la finalidad última del seguimiento ambiental de una actividad productiva es conocer el estado presente en que se encuentra el ecosistema afectado, y las causas que han ocasionado dicho estado, la inclusión de parámetros estructurales de las comunidades biológicas y su adecuado tratamiento estadístico, junto con parámetros químicos capaces de establecer relaciones causa-efecto, son considerados indispensables.

En definitiva, opinamos que todo seguimiento riguroso del impacto ambiental de los cultivos marinos en jaulas flotantes sobre fondos de tipo sedimentario debería incluir como mínimo los siguientes parámetros:

- Parámetros físicos descriptores del ecosistema: granulometría y potencial redox del sedimento.



Región de Murcia  
Consejería de Agricultura  
y Agua



Instituto Murciano de Investigación y  
Desarrollo Agrario y Alimentario  
C/ Mayor, s/n.  
30150 La Alberca (Murcia)  
Telf. 968-366717 Fax 968-366792



Dpto. Acuicultura y Ganadería  
Equipo de Acuicultura Marina  
Estación de Acuicultura Marina  
Las Salinas 7 Apdo. 65  
30740 San Pedro del Pinatar, Murcia  
Tlf. y Fax 968184518

- Parámetros químicos del sedimento: aquellos que permitan establecer relaciones causa-efecto directas, en nuestro caso sulfuros y en menor medida y con carácter estacional el amonio.
- Parámetros biológicos: análisis multivariante de la estructura del doblamiento macrobentónico y correlación con parámetros químicos.

A tenor de los resultados obtenidos en el seguimiento de la señal isotópica de  $\delta^{15}\text{N}$  y  $\delta^{13}\text{C}$  en epífitos en pradera de *Posidonia oceanica*, el seguimiento de las praderas cercanas es imperativo, a la vez que parece necesario el replanteamiento de la ubicación de futuras granjas marinas para asegurarnos la conservación de este hábitat esencial y prioritario en el Mediterráneo.



Región de Murcia  
Consejería de Agricultura  
y Agua



Instituto Murciano de Investigación y  
Desarrollo Agrario y Alimentario  
C/ Mayor, s/n.  
30150 La Alberca (Murcia)  
Telf. 968-366717 Fax 968-366792



Dpto. Acuicultura y Ganadería  
Equipo de Acuicultura Marina  
Estación de Acuicultura Marina  
Las Salinas 7 Apdo. 65  
30740 San Pedro del Pinatar, Murcia  
Tlf. y Fax 968184518

## 7. Referencias bibliográficas.

Aguado-Giménez, F., García-García, B. (2004). Assessment of some chemical parameters in marine sediments exposed to offshore cage fish farming influence: a pilot study. *Aquaculture*, 242: 283-296.

Aguado-Giménez, F., Marín, A., Montoya, S., Marín-Guirao, L., Piedecausa, A., García-García, B. (2006). Monitoring the environmental impact of Mediterranean offshore cage culture: sampling methods and impact indicators in soft substrata. *Aquaculture* (en prensa).

Allen, H.E., Gongmin, F., Deng, B. (1993). Analysis of acid volatile sulphide (AVS) and simultaneously extracted metals (SEM) for estimation of potential toxicity in aquatic sediments. *Environmental Toxicology and Chemistry* 12, 1441–1453.

Beaumont, M.W., Butler, P.J., Taylor, E.W. (1995). Exposure of brown trout, *Salmo trutta*, to sub-lethal copper concentrations and its effect upon sustained swimming performance. *Aquatic Toxicology*, 33: 45-63.

Belmonte, A., Ruiz, J.M., Giménez, F., Aliaga, V., Uriarte, A., González, M. (1998). Estudio de Impacto Ambiental del "Proyecto de granja marina para el cultivo de dorada (*Sparus aurata*) en el TM de San Pedro del Pinatar".

Brooks, K.M., Mahnken, C., Nash, C. (2002). Environmental effects associated with marine net pen waste with emphasis on salmon farming in the Pacific northwest. In: R.R. Stickney and J.P. McVey (Eds.). *Responsible Marine Aquaculture*. World Aquaculture Society. CABI Publishing. UK. 391 pp.

Brown, J.R., Gowen, R.J., McLusky, D.S. (1987). The effect of salmon farming on the benthos of a Scottish sea loch. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 109: 39-51.



- Cancemi, G.; De Falco, G.; Pergent, G. (2003). Effects of organic matter input from a fish farming facility on a *Posidonia oceanica* meadow. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 56: 961-968.
- CETESB (1999). Metodo de ensaio: agua do mar – teste de toxicidade cronica de curta duracao com *Lytechinus variegates*, Lamarck, 1816 (Echinodermata: echinoidea). L5.250. Cia. de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de Sao Paulo, Brasil. 22 pp.
- Delgado, O., Grau, A., Pou, S., Riera, F., Massuti, C., Zabala, M., Ballesteros, E. (1997). Seagrass regression caused by fish cultures in Fornells Bay (Menorca, western Mediterranean). *Oceanologica Acta*, 20(3): 557-563.
- Delgado, O., Ruiz, J.M., Pérez, M., Romero, J., Ballesteros, E. (1999). Effects of fish farming on seagrass (*Posidonia oceanica*) in a Mediterranean bay: seagrass decline alter organic loading cessation. *Oceanologica Acta*, 22(11): 109-117.
- Doglioli, A.M., Magaldi, M.G., Vezulli, L., Tucci, S. (2004). Development of a numerical model to study the dispersion of wastes coming from a marine fish farm in the Ligurian Sea (western Mediterranean). *Aquaculture*, 231: 215-235.
- Elliott, J.M., Drake, C.M. (1981). A comparative study of seven grabs used for sampling benthic macroinvertebrates in rivers. *Freshwater Biology*, 11: 99-120.
- Environment Canada (1997). Biological test method: fertilization assay using echinoids (sea urchins and sand dollars), amended November 1997. EPS 1/RM/27. North Vancouver, BC, 97 pp.
- Ferraro, S.P., Cole, F.A. (1992). Taxonomic level sufficient for assessing a moderate impact on macrobenthic communities in Puget Sound, Washington, USA. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 49(6): 1184-1188.



Región de Murcia  
Consejería de Agricultura  
y Agua



Instituto Murciano de Investigación y  
Desarrollo Agrario y Alimentario  
C/ Mayor, s/n.  
30150 La Alberca (Murcia)  
Telf. 968-366717 Fax 968-366792



Dpto. Acuicultura y Ganadería  
Equipo de Acuicultura Marina  
Estación de Acuicultura Marina  
Las Salinas 7 Apdo. 65  
30740 San Pedro del Pinatar, Murcia  
Tlf. y Fax 968184518

- Ferraro, S.P., Cole, F.A. (1995). Taxonomic level sufficient for assessing pollution impacts on the southern California Bight macrobenthos – Revisited. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 14(6): 1031-1040.
- Ferraro, S.P., Cole, F.A. (2004). Optimal benthic macrofaunal sampling protocol for detecting differences among four habitats in Willapa Bay, Washington, USA. *Estuaries*, 27 (6): 1014-1025
- Gowen, R.J. and Bradbury, N.B. (1987). The ecological impact of salmonid farming in coastal waters: a review. *Oceanography and Marine Biology Annual Review*, 25: 563-575.
- Hargrave, B.T., Phillips, G.A., Doucette, L.I., White, M.J., Milligan, T.G., Wildish, D.J., Cranston, R.E. (1997). Assessing benthic impact of organic enrichment from marine aquaculture. *Water, Air and Soil Pollution*, 99: 641-650.
- Hyland, J., Balthis, L., Karakassis, I., Magni, P., Petrov, A., Shine, J., Vestergaard, O., Warwick, R. (2005). Organic carbon content of sediments as an indicator of stress in the marine benthos. *Marine Ecology Progress Series*, 295: 91-103.
- Kalantzi, I., Karakassis, I. (2006). Benthic impacts of fish farming: meta-analysis of community and geochemical data. *Marine Pollution Bulletin* 52: 484-493.
- Karakassis, I., Tsapakis, M., Hatziyanni, E. (1998). Seasonal variability in sediment profiles beneath fish farm cages in the Mediterranean. *Marine Ecology Progress Series*, 162: 243-252.
- Karakassis, I., Hatziyanni, E. (2000). Benthic disturbance due to fish farming analysed under different levels of taxonomic resolution. *Marine Ecology Progress Series*, 203: 247-253.
- Karakassis, I. (2001). Ecological effects of fish farming in the Mediterranean. In: *Environmental impact assessment of Mediterranean aquaculture farms*. In



Región de Murcia  
Consejería de Agricultura  
y Agua



Instituto Murciano de Investigación y  
Desarrollo Agrario y Alimentario  
C/ Mayor, s/n.  
30150 La Alberca (Murcia)  
Telf. 968-366717 Fax 968-366792



Dpto. Acuicultura y Ganadería  
Equipo de Acuicultura Marina  
Estación de Acuicultura Marina  
Las Salinas 7 Apdo. 65  
30740 San Pedro del Pinatar, Murcia  
Tlf. y Fax 968184518

Environmental impact assessment of Mediterranean aquaculture farms. A. Uriarte and B. Basurco (Eds.). Cahiers Options Mediterraneennes, 55: 15-22.

Lampadariou, N., Karakassis, I., Pearson, T.H. (2005). Cost / benefit analysis of benthic monitoring of organic benthic enrichment using different sampling and analysis methods. Marine Pollution Bulletin 50: 1606-1618.

Mackin, J.E., Aller, R.C. (1984). Ammonium adsorption in marine sediments. Limnology and Oceanography, 29(2): 250-257.

Molina, L., López, G., Vergara, J.M., Robaina, L. (2001). A comparative study of sediments under a marine cage farm at Gran Canaria Island (Spain). Preliminary results. Aquaculture, 192: 225-231.

Muzzaffar, S.B., Colbo, M.H. (2002). The effect of sampling techniques on the ecological characterization of shallow, benthic macroinvertebrate communities in two Newfoundland ponds. Hydrobiologia, 477: 31-39.

Pohle, G.W., Thomas, M.L.H. (1998). Monitoring protocol for marine benthos: intertidal and subtidal macrofauna. A Report by the Marine Biodiversity Monitoring Committee to the Ecological Monitoring and Assessment Network of Environment. Atlantic Maritime Ecological Science Cooperative. Huntsman Marine Science Centre. Canada. Disponible en: <http://www.eman-rese.ca/eman/ecotools/protocols/marine/benthics/intro.html>

Porrello, S., Tomassetti, P., Manzueto, L., Finioia, M.G., Persia, E., Mercatali, I., Stipa, P. (2005). The influence of marine cages on the sediment chemistry in the Western Mediterranean. Aquaculture, 249: 145-158.

Ruiz, J.M., Pérez, M., Romero, J. (2001). Effects of fish farm loadings on seagrass (*Posidonia oceanica*) distribution, growth and photosynthesis. Marine Pollution Bulletin, 42: 749-760.



Región de Murcia  
Consejería de Agricultura  
y Agua



Instituto Murciano de Investigación y  
Desarrollo Agrario y Alimentario  
C/ Mayor, s/n.  
30150 La Alberca (Murcia)  
Telf. 968-366717 Fax 968-366792



Dpto. Acuicultura y Ganadería  
Equipo de Acuicultura Marina  
Estación de Acuicultura Marina  
Las Salinas 7 Apdo. 65  
30740 San Pedro del Pinatar, Murcia  
Tlf. y Fax 968184518

SEPA (2005). Scottish Environment Protection Agency. Regulation and monitoring of marine cage fish farming in Scotland. A manual of procedures. Standard monitoring survey. Version 1.6. Disponible en: <http://www.sepa.org.uk/guidance/fishfarmmanual/manual.asp>

Shaw, J.R., Wood, C.M., Birge, W.J., Hogstrand, C. (1998). Toxicity of silver to the marine teleost *Oligocottus maculosus*: effects of salinity and ammonia. *Environmental Toxicology and Chemistry*. 17: 594-600.

Somerfield, P.J., Clarke, K.R. (1996). A comparison of some methods commonly used for the collection of sublittoral sediments and their associated fauna. *Marine Environmental Research*, 43: 145-156.

Sutherland, T.F., Martin, A.J., Levings, C.D. (2001). Characterization of suspended particulate matter surrounding a salmonid net-pen in the Broughton Archipelago, British Columbia. *ICES Journal of Marine Science*, 58: 404-410.

Telfer, T.C., Beveridge, M.C.M. (2001). Monitoring environmental effects of marine fish aquaculture. In *Environmental impact assessment of Mediterranean aquaculture farms*. A. Uriarte and B. Basurco (Eds.). *Cahiers Options Méditerranéennes*, 55: 75-84.

Thamdrup, B., Canfield, D.E. (2000). Benthic respiration in aquatic sediments. In: Sala, O.E., Jackson, R.B., Mooney, H.A., Howarth, R.W. (Eds.). *Methods in Ecosystem Science*. Springer-Verlag. New York. pp: 86-103.

U.S. EPA Environmental Protection Agency (1994). Methods for assessing the toxicity of sediment-associated pollutants with estuarine and marine amphipods. EPA/600/-94/025.

Vassallo, P., Doglioli, A.M., Rinaldi, F., Beiso, H. (2006). Determination of physical behaviour of feed pellets in Mediterranean water. *Aquaculture Research*, 37: 119-126.



**Región de Murcia**  
Consejería de Agricultura  
y Agua



Instituto Murciano de Investigación y  
Desarrollo Agrario y Alimentario  
C/ Mayor, s/n.  
30150 La Alberca (Murcia)  
Telf. 968-366717 Fax 968-366792



Dpto. Acuicultura y Ganadería  
Equipo de Acuicultura Marina  
Estación de Acuicultura Marina  
Las Salinas 7 Apdo. 65  
30740 San Pedro del Pinatar, Murcia  
Tlf. y Fax 968184518

- Wang, F., Chapman, P.M. (1999). Biological implications of sulphide in sediment: a review focusing on sediment toxicity. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 18: 2526-2632.
- Warwick, R.M., Clarke, K.R. (1991). A comparison of some methods for analysing changes in benthic community structure. *Journal of Marine Biology Association UK*, 71: 225-244.
- Weston, D.P. (1990). Quantitative examination of macrobenthic community changes along an organic enrichment gradient. *Marine Ecology Progress Series*, 61: 233-244.
- Wildish, D.J., Hargrave, B.T., Pohle, G. (2001). Cost-effective monitoring of organic enrichment resulting from salmon mariculture. *ICES Journal of Marine Science*, 58: 469-476.
- Yokoyama, H. (2003). Environmental quality criteria for fish farms in Japan. *Aquaculture*, 226: 45-56.