

## **Estudio preliminar del efecto del fuel sobre la meiofauna de algunas playas gallegas, en los primeros días de la marea negra del *Prestige***

P. VEIGA<sup>1</sup>, M. RUBAL<sup>1</sup> & C. BESTEIRO<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>*Departamento de Zooloxía e Antropoloxía Física. Facultade de Veterinaria  
Universidade de Santiago de Compostela*

*Avda. Ramón Carballo Calero, s/n. Campus de Lugo. 27002 Lugo*

<sup>2</sup>*Estación de Biología Mariña da Graña (EBMG)*

*Casa do Hórreo. Rúa da Ribeira, 1. 15590 A Graña (Ferrol)*

*e-mail: besteiro@usc.es*

*(Recibido, febrero de 2007. Aceptado, junio de 2007)*

### **Resumen**

VEIGA, P., RUBAL, M. & BESTEIRO, C. (2007). Estudio preliminar del efecto del fuel sobre la meiofauna de algunas playas gallegas, en los primeros días de la marea negra del *Prestige*. *Nova Acta Científica Compostelana (Biología)*, **16**: 87-99

Con el objetivo de obtener una primera evaluación urgente del efecto de la marea negra provocada por el *Prestige*, hemos estudiado la meiofauna de varias playas gallegas en los días siguientes al accidente. Como parámetros poblacionales para el estudio de dichas comunidades hemos considerado la abundancia, la densidad, la heterogeneidad faunística y el índice Nematodos/Copépodos Harpacticoideos.

En ninguna de las playas la meiofauna se vió totalmente eliminada. La densidad oscila entre 4 individuos/100 cc (Malpica) y 663 individuos/100 cc. (Lira) y la heterogeneidad faunística entre 2 taxones (Baldaio) y 8 taxones (Lariño, Lira). Las comunidades están dominadas por los Nematodos, los Copépodos Harpacticoideos o por una combinación de diferentes taxones.

**Palabras clave:** *Prestige*, meiofauna, marea negra, playas arenosas, intermareal, Galicia, España.

### **Abstract**

VEIGA, P., RUBAL, M. & BESTEIRO, C. (2007). Preliminary study of fuel effects on the meiofauna of some Galician beaches, during the first days of the *Prestige* oil spill. *Nova Acta Científica Compostelana (Biología)*, **16**: 87-99

The aim of this work was to make a first urgent evaluation of the effect in *Prestige* oil spill on the meiofauna in some Galician beaches, studying them few days after the sunk of the vessel. As population parameters to study these communities, we have taken into account abundance, density, faunistic heterogeneity and relationship Nematodes to Harpacticoid Copepods.

None of the studied beaches meiofauna dissappeared completely. The density goes between 4 individuals/100 cc (Malpica) and 663 individuals/100 cc (Lira) and faunistic heterogeneity from 2 taxons (Baldaio) to 8 taxons (Lariño, Lira). The communities are dominated by Nematodes, Harpacticoid Copepods or a combination of different taxons.

**Keywords:** *Prestige*, meiofauna, oil spill, sandy beaches, intertidal, Galicia, Spain.

## INTRODUCCIÓN

En Noviembre de 2002 el petrolero *Prestige* se hundió frente a las costas gallegas, derramando aproximadamente un total de 64.000 toneladas de fuel que provocaron sucesivas mareas negras. En un intento por obtener una primera evaluación urgente de los efectos de esta catástrofe sobre las playas de la costa gallega, hemos estudiado la meiofauna en once localidades afectadas por el vertido, en los días posteriores al accidente. Debido a su íntima relación con el sedimento, su gran diversidad, abundancia y sus ciclos de vida, la meiofauna se considera como una de las mejores herramientas para el estudio de las alteraciones ambientales y, en particular, para valorar los efectos de la contaminación (VINCX & HEIP, 1991), siendo relativamente abundantes los estudios del impacto de los hidrocarburos sobre la meiofauna (WORMALD, 1976; BOUCHER, 1980; 1985; HARTY & McLACHLAN, 1982; BODIN & BOUCHER, 1983; DECKER & FLEEGER, 1984; BODIN, 1988; HUMMON *et al.*, 1990; DANOVARO *et al.*, 1995; CARMAN & TODARO, 1996; BEYREM & AISSA, 2000; ANSARI & INGOLE, 2002; SCHRATZBERGER *et al.*, 2003; SUDERMAN & THISTLE, 2003).

Debido a la frecuencia de vertidos accidentales de hidrocarburos que han afectado a las costas gallegas, existe un importante número de estudios del efecto de las mareas negras tanto sobre la macrofauna (MORA *et al.*, 1996 a, b; DAUVIN *et al.*, 2003; GÓMEZ-GESTEIRA *et al.*, 2003; DE LA HUZ *et al.*, 2005; GÓMEZ-GESTEIRA & DAUVIN, 2005; JUNOY *et al.*, 2005; SERRANO *et al.*, 2006) como sobre la meiofauna. Respecto a estos últimos, cabe destacar el estudio de la meiofauna intermareal para valorar los efectos de las mareas negras provocadas por el *Monte Urquiola* en 1976 (GIERE, 1979) y por el *Aegean Sea* en 1992 (datos propios, no publicados).

En general, carecemos de datos previos sobre la meiofauna del área afectada con mayor intensidad, por lo que la intención de este trabajo fue hacer una primera valoración urgente de la situación de la meiofauna, con el fin de seleccionar las áreas de mayor interés y proceder, en ellas, a

un estudio prolongado a lo largo del tiempo que permita describir y valorar la posible recuperación de la meiofauna.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Las playas estudiadas en este trabajo (Fig. 1) fueron muestreadas durante el periodo en que se produjo la llegada de la primera marea negra provocada por el *Prestige* a las costas gallegas, entre los días 20 y 23 de noviembre de 2002, excepto las muestras de las playas de Merexo y Valdoviño que fueron recogidas los días 8 y 12 de diciembre respectivamente. Todas ellas son playas expuestas, con un importante efecto del oleaje y presentan sedimentos de tipo arenoso, oscilando entre arenas medias y arenas finas.

Como ya hemos indicado en la Introducción, el objetivo era obtener una primera evaluación urgente del estado de la meiofauna en las playas, de modo que optamos por recoger muestras cualitativas, con un volumen total de 250 cc de sedimento, profundizando unos 10 cm en el sedimento, con una pequeña pala de mano; todas ellas fueron recogidas entre los niveles medio y bajo de marea. En todos los casos, las muestras fueron tomadas en áreas aparentemente limpias, evitándose las zonas donde el fuel se acumulaba de forma visible y se transportaron el mismo día del muestreo al laboratorio, donde fueron inmediatamente procesadas. Cada muestra fue tratada con cloruro magnésico al 7% (STERRER, 1972) y el sobrenadante decantado sobre un tamiz de 30  $\mu\text{m}$ , siguiendo el método de suspensión y decantación propuesto por HIGGINS & THIEL (1988). El residuo arenoso de este proceso fue sometido a un choque osmótico con agua dulce (KRISTENSEN, 1983) tras el que se repitió el proceso de suspensión y decantación anterior. Los organismos retenidos en el tamiz fueron fijados con una mezcla de formaldehído al 4%, neutralizado con bórax, y coloreadas con rosa de Bengala para facilitar la localización de los ejemplares. Posteriormente, la meiofauna fue separada a mano e identificada a nivel de grandes grupos zoológicos bajo la lupa binocular; los

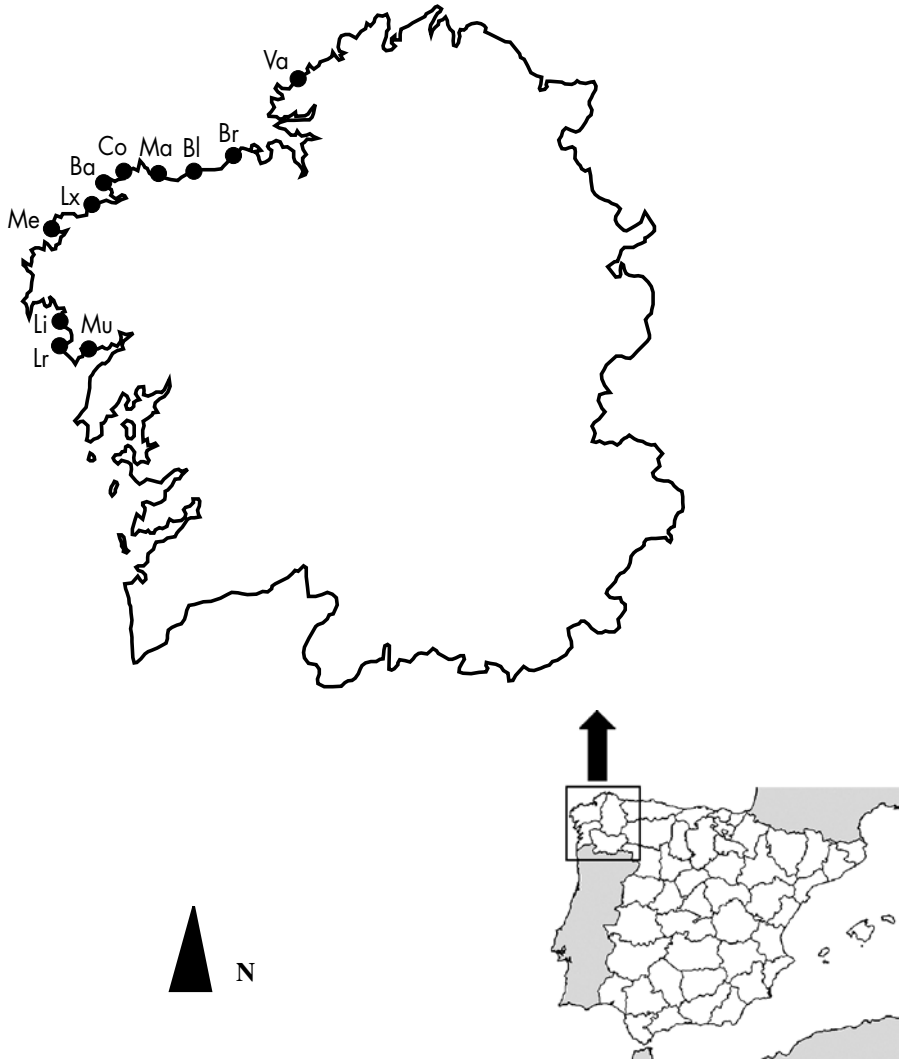


Fig. 1. Localización geográfica de las estaciones estudiadas. Va: Valdoviño, Br: Barrañán, Bl: Baldaio, Ma: Malpica, Co: Corme, Ba: Balarés, Lx: Laxe, Me: Merexo, Li: Lira, Lr: Lariño, Mu: Muros.

representantes de los diferentes taxones fueron conservados en etanol al 70%.

En cuanto a la granulometría, hemos empleado la metodología habitual en este tipo de estudios, de tamizado en seco de una muestra de 100 gramos de sedimento, separando las distintas clases granulométricas (BUCHANAN, 1984). A partir de los datos obtenidos, se calculan la me-

diana y el coeficiente de selección, que permiten clasificar fácilmente los sedimentos.

Como parámetros poblacionales para el estudio de las comunidades, hemos considerado la abundancia (número total de ejemplares), densidad (nº de individuos/100 cc.), la heterogeneidad faunística (nº de taxones presentes) y el índice Nematodos/Copépodos Harpacticoideos.

## RESULTADOS

### Descripción de las comunidades en cada playa

#### *Playa de Valdoviño (Va)*

Esta playa, alejada del foco inicial del vertido, nunca llegó a presentar un impacto visual fuerte como consecuencia de la marea negra. Fue visitada el día 12 de diciembre, por lo tanto 29 días después del accidente.

La meiofauna es escasa, 221 individuos/100 cc de densidad total, distribuidos en 5 taxones, siendo claramente dominantes los Copépodos Harpacticoideos (83'21%), seguidos por los Turbelarios (11'91%).

Toda la meiofauna es permanente. El valor de la relación Nematodos/Copépodos Harpacticoideos es de 0'03.

#### *Playa de Barrañán (Br)*

Fuertemente afectada por la primera marea negra, producida al accidentarse el barco, las restantes llegadas de fuel a la costa no la alcanzaron. El mayor impacto visual se aprecia en el lado derecho de la playa, sobre la terraza de arena originada por la desembocadura del arroyo de Sisalde.

Fue visitada transcurridos 8 días desde el accidente. La meiofauna es escasa (43 individuos/100 cc), representada únicamente por 3 taxones, Turbelarios, Nematodos y Copépodos Harpacticoideos, siendo éstos claramente dominantes (74'07%), seguidos por los Nematodos (25%).

Toda la meiofauna hallada es permanente. La relación Nematodos/Copépodos Harpacticoideos tiene un valor de 0'34.

#### *Playa das Salseiras (Baldaio, Bl)*

Debido a su posición geográfica, se vió seriamente afectada por la primera marea negra, pero no así por las restantes. Como en Barrañán, la muestra se recogió a los 8 días del accidente.

La meiofauna es muy escasa, tanto en densidad (23 individuos/100 cc) como en heterogeneidad

faunística, pues sólo hemos hallado dos taxones, Nematodos y Copépodos Harpacticoideos. Al contrario que en Barrañán, el taxón dominante son los Nematodos (94'74%).

La meiofauna presente es toda permanente. La relación Nematodos/Copépodos Harpacticoideos alcanza un valor de 18.

#### *Playa de Area Maior (Malpica, Ma)*

Por su posición geográfica, se vió fuertemente afectada, ya por la primera marea negra; fue visitada 8 días después del accidente y presentaba un aspecto desolador. La densidad de la meiofauna es bajísima, solamente 5 individuos/100 cc, repartidos en 3 taxones: Nematodos, Tardígrados y Copépodos Harpacticoideos, presentes casi por igual en número, dada su escasez: Nematodos y Tardígrados, 36'36%; Copépodos Harpacticoideos, 27'27%.

Toda la meiofauna es permanente. El valor del índice Nematodos/Copépodos Harpacticoideos es de 1'33.

#### *Playa de Osmo (Corme, Co)*

La playa de Osmo fue visitada 10 días después del accidente. El fuel depositado sobre su superficie presentaba un aspecto particulado, similar a una ceniza.

La meiofauna es escasa, 78 individuos/100 cc, distribuidos en 5 taxones; la comunidad está dominada por los Turbelarios (55'10%), seguidos por los Nematodos (31'12%).

Están presentes un reducido número de Poliquetos, que consideramos meiofauna temporal (2'55%), el 97'45% restante es meiofauna permanente. La relación Nematodos/Copépodos Harpacticoideos alcanza un valor de 30'5.

#### *Playa de Balarés (Ba)*

Afectada fundamentalmente por la primera marea negra, esta playa fue visitada diez días después del accidente.

La meiofauna es prácticamente nula, siendo la densidad total de 7 individuos/100 cc. La heterogeneidad es también baja, 3 taxones: Turbelarios, Nematodos y Copépodos Harpacticoideos. No

hay un grupo dominante, pues la importancia de los tres taxones restantes es aproximadamente equivalente: Turbelarios, 26'32%; Nematodos, 31'12%; Copépodos Harpacticoides, 42'10%.

Toda la meiofauna es permanente. El valor del índice Nematodos/Copépodos Harpacticoides es de 0'75.

#### *Playa de Laxe (Lx)*

La playa de Laxe fue visitada a los 10 días de producido el accidente; dada la rapidez de la actuación de los vecinos en la limpieza de la playa, no se observaban manchas de fuel, al menos sobre la superficie de la arena.

La meiofauna es, a pesar de lo anterior, muy escasa: tan sólo 66 individuos/100 cc, distribuidos entre 4 taxones. Son claramente dominantes los Nematodos (75'76%), seguidos por los Turbelarios (19'39%).

Toda la meiofauna es permanente. El valor del índice Nematodos/Copépodos Harpacticoides es de 17'86.

#### *Playa de Os Muíños (Merexo, Me)*

La playa de Os Muíños se encuentra situada en la parte interna de la ensenada de Merexo, a pocos kilómetros de la llamada "zona 0" (Muxía). Es una playa protegida; por ello, si bien se vió afectada por las tres mareas negras y en ella fueron necesarias importantes labores de limpieza, su afectación aparente estuvo muy por debajo de la observada en los roquedos expuestos de las zonas próximas.

La muestra fue recogida el día 8 de Diciembre de 2002, veintiséis días después del accidente, cuando ya se había dejado sentir el efecto de dos mareas negras.

Aún a pesar de tratarse de una playa protegida, su meiofauna es pobre: manifiesta una baja densidad (58 individuos/100 cc) y su heterogeneidad faunística es también reducida, 5 taxones, todos ellos pertenecientes a la meiofauna permanente. Son codominantes los Gastrotricos y los Nematodos (32'41%), seguidos por los Turbelarios (19,31%).

Toda la meiofauna es permanente. El valor del índice Nematodos/Copépodos Harpacticoides es de 3'13.

#### *Playa de Mar de Lira (Lira, Li)*

Situada en la zona afectada ya por la primera marea negra, la playa fue visitada 11 días después del accidente del petrolero. La superficie de la playa presenta un aspecto similar al descrito para la playa de Osmo (Corme), recubierta por fuel particulado, como si fuera ceniza.

La meiofauna, aún siendo reducida, alcanza en esta playa el valor más alto de los expuestos en este trabajo, 662 individuos/100 cc., distribuidos en 8 taxones, uno de los valores de heterogeneidad faunística más altos observado.

La comunidad está dominada por los Copépodos Harpacticoides (60'71%), seguidos por los Ostrácodos (35'24%). La densidad de los Nematodos es muy baja: 6 individuos/100 cc.

La meiofauna temporal representa un 1'02%, correspondiendo el 98'98% a meiofauna permanente. El valor del índice Nematodos/Copépodos Harpacticoides es de 0'016.

#### *Playa de Acoradoiro (Lariño, Lr)*

El aspecto de la playa es similar al de la anterior y fue visitada, junto con ella, 11 días después del accidente.

La meiofauna, como siempre escasa, 406 individuos/100 cc, distribuidos en 8 taxones, el más alto valor para la heterogeneidad faunística, como en el caso anterior.

El taxon dominante es, con toda claridad, el de los Copépodos Harpacticoides (89'00%).

La meiofauna temporal está representada por 3 taxones (1'18%); el 98'82% restante corresponde a meiofauna permanente. El índice Nematodos/Copépodos Harpacticoides alcanza un valor de 0'53.

#### *Playa de San Francisco (Muros, Mu)*

La playa fue visitada 11 días después del accidente, siendo su aspecto similar al de las anteriores.

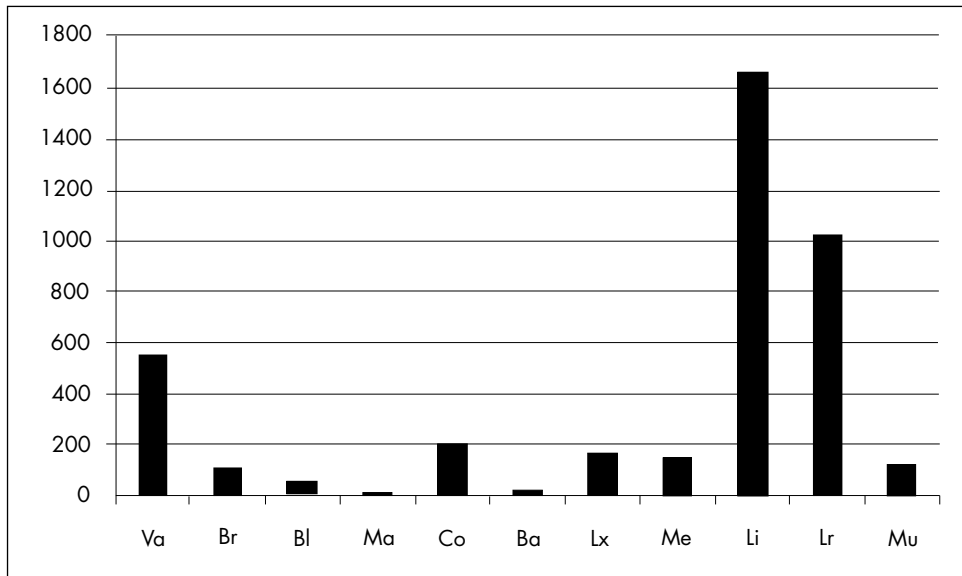


Fig. 2. Abundancia absoluta total de la meiofauna en las estaciones estudiadas. Va: Valdoviño, Br: Barrañán, Bl: Baldaio, Ma: Malpica, Co: Corme, Ba: Balarés, Lx: Laxe, Me: Merexo, Li: Lira, Lr: Lariño, Mu: Muros.

La densidad de la meiofauna es reducida, 47 individuos/100 cc, uno de los valores más bajos registrados; la heterogeneidad faunística es de 5 taxones.

La comunidad está dominada por los Turbellarios (54'24%), seguidos por los Nematodos (36'44%).

Toda la meiofauna es permanente. El valor del índice Nematodos/Copépodos Harpacticoideos es de 7'17.

### Densidad total de la meiofauna

Se separaron e identificaron 4.048 individuos, repartidos en 13 taxones diferentes (Tabla I). El valor máximo de densidad fue registrado en la playa de Lira, con 663 individuos/100 cc de sedimento, mientras que el menor valor fue el encontrado en la playa de Malpica (5 individuos/100 cc de sedimento) (Fig. 2). Estos valores están muy por debajo de los expresados por otros autores (McINTYRE, 1969; GIERE, 1993) para algunas playas de las costas atlánticas sometidas,

como la gallega, a régimen mareal: 800-4.300 individuos/100 cc).

### Heterogeneidad faunística

El mayor número de taxones fue encontrado en las playas de Lira y Lariño (8 taxones en cada una de ellas) y el más bajo se registró en la playa de Baldaio (2 taxones) (Fig. 3). El número total de taxones encontrados fue de 13: Foraminíferos, Turbellarios, Gastrotricos, Nematodos, Poliquetos, Oligoquetos, Tardígrados, Mistacocáridos, Copépodos Harpacticoideos, Ostrácodos, Isópodos, Anfípodos y Ácaros.

### Principales Taxones

Los únicos taxones presentes en todas las estaciones estudiadas son Nematodos y Copépodos Harpacticoideos; los Turbellarios están ausentes únicamente en las playas de Balarés y Malpica. Seis taxones, Oligoquetos, Tardígrados,

Tabla I. Abundancia absoluta (nº de individuos) de los diferentes taxones en las estaciones estudiadas

TAXÓN	Va	Br	Bl	Ma	Co	Ba	Lx	Me	Li	Lr	Mu	Total
Foraminíferos	0	0	0	0	0	0	0	8	4	0	4	16
Turbelarios	66	1	0	0	108	5	32	28	30	40	64	374
Gastrotricos	0	0	0	0	20	0	1	47	0	1	1	70
Nematodos	12	27	54	4	61	6	125	47	16	56	43	451
Poliquetos	0	0	0	0	5	0	0	0	15	5	0	25
Oligoquetos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	7
Tardígrados	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	4
Mistacocáridos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2
C.Harpacticoideos	461	80	3	3	2	8	7	15	1006	906	6	2497
Ostrácodos	12	0	0	0	0	0	0	0	584	1	0	597
Isópodos	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Anfípodos	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Ácaros	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Total	554	108	57	11	196	19	165	145	1657	1018	118	4048
Taxones	5	3	2	3	5	3	4	5	8	8	5	13

Va: Valdoviño, Br: Barrañán, Bl: Baldaio, Ma: Malpica, Co: Corme, Ba: Balarés, Lx: Laxe, Me: Merexo, Li: Lira, Lr: Lariño, Mu: Muros.

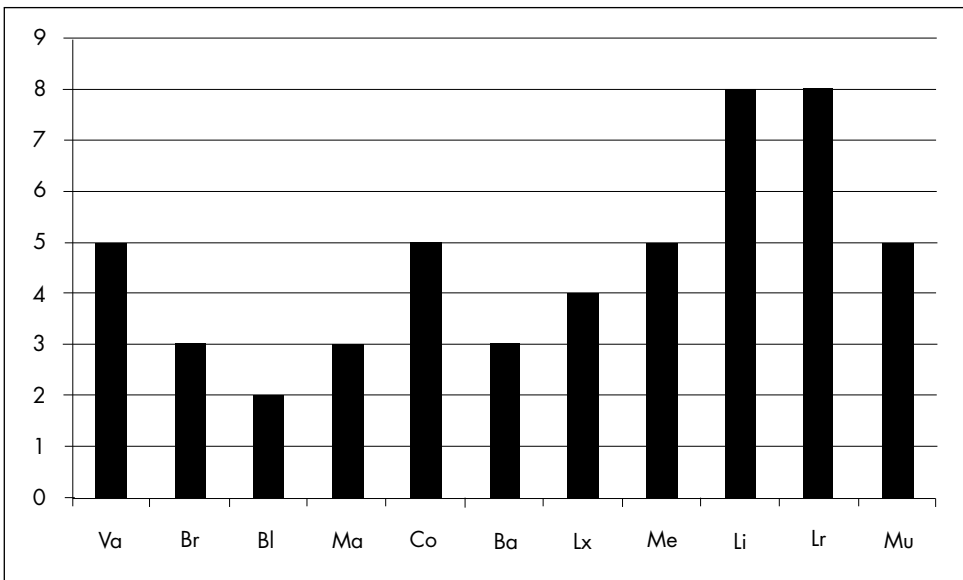


Fig. 3. Heterogeneidad faunística en las estaciones estudiadas (número de taxones encontrados). Va: Valdoviño, Br: Barrañán, Bl: Baldaio, Ma: Malpica, Co: Corme, Ba: Balarés, Lx: Laxe, Me: Merexo, Li: Lira, Lr: Lariño, Mu: Muros.

Mistacocáridos, Isópodos, Anfípodos y Ácaros están presentes en una única localidad (Tabla I, Fig. 3).

Los Copépodos Harpacticoideos son el taxón más abundante en las playas de Valdoviño, Ba-

rrañán, Lariño y Lira, mientras que en Baldaio y Laxe son los Nematodos el taxón dominante y en Corme y Muros los Turbelarios. En las dos estaciones restantes cabe destacar la importancia de los Tardígrados en la playa de Malpica

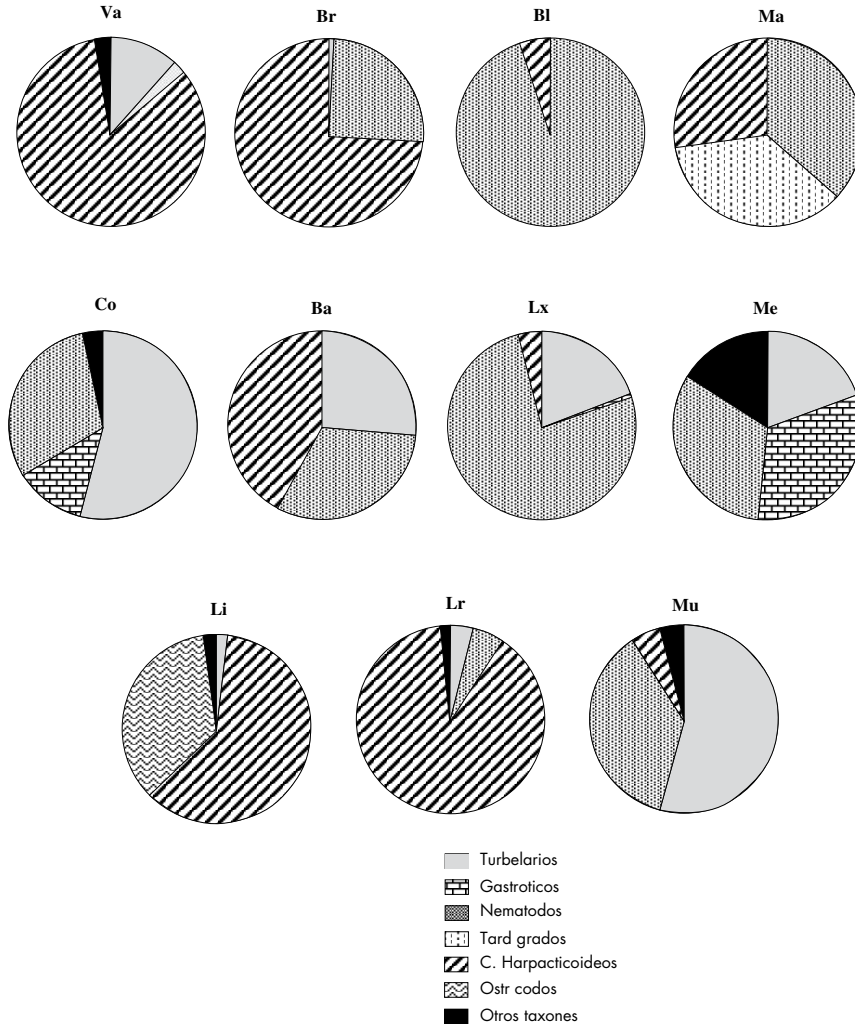


Fig. 4. Abundancia relativa (%) de los diferentes taxones. **Va:** Valdoviño, **Br:** Barrañán, **Bl:** Baldaio, **Ma:** Malpica, **Co:** Corme, **Ba:** Balarés, **Lx:** Laxe, **Me:** Merexo, **Li:** Lira, **Lr:** Lariño, **Mu:** Muros.

y de los Gastrotricos en la de Merexo; ambos son, en ellas, el taxón codominante junto a los Nematodos (Fig. 4).

**Relación Nematodos/Copépodos Harpacticoideos**

Los valores calculados para la relación Nematodos/Copépodos Harpacticoideos oscilan entre 0'016 (Lira) y 30'5 (Osmo). Podemos definir tres

grandes grupos de estaciones, según el valor de este índice: valores inferiores a 1, valores comprendidos entre 1 y 10 y valores superiores a 10 (Fig. 5). Tienen valores inferiores a 1 las playas de Lira (0'016), Valdoviño (0'03), Barrañán (0'34), Lariño (0'53) y Balarés (0'75). Los valores comprendidos entre 1 y 10 se encuentran en las playas de Malpica (1'33), Merexo (3'13) y Muros (7'17). Finalmente, presentan valores superiores a 10 las playas de Laxe (17'86), Baldaio (18) y Osmo (30'5).



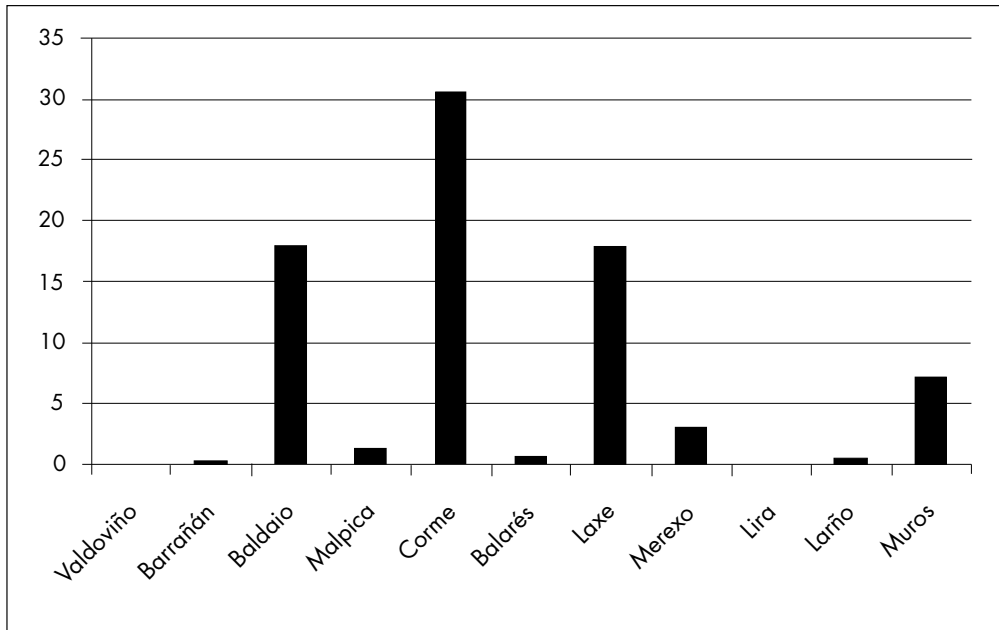


Fig. 5. Valores del índice Nematodos/Copépodos Harpacticoides.

## DISCUSIÓN

Todas las localidades afectadas por el vertido de fuel fueron estudiadas en la misma estación del año (otoño), por lo que las variaciones estacionales no pueden ser la causa de las diferencias entre localidades; en este sentido, hay que destacar que diversos autores han señalado la gran estabilidad estacional de las comunidades meiofaunísticas (WARWICK, 1980; HERMAN & HEIP, 1986; HEIP *et al.*, 1988).

Como hemos explicado anteriormente, en playas arenosas la granulometría no tiene una gran influencia sobre la estructura de la meiofauna, cuando se estudia a nivel de grandes taxones zoológicos. Uno de los principales factores que controlan la estructura de la comunidad es la disponibilidad de alimento. En estos hábitats la principal fuente de alimento proviene de la materia orgánica, disuelta y particulada, producida por las diatomeas de la zona de surf (MCLACHLAN, 1980; MCLACHLAN *et al.*, 1981), cuya

proliferación está regulada estacionalmente por la temperatura y la concentración de nutrientes (BROWN & MCLACHLAN, 1990). Puesto que todas las muestras se recogieron en la misma estación, no son de esperar grandes diferencias en la disponibilidad de alimento entre las distintas playas.

La densidad y heterogeneidad faunística de las localidades Baldaio, Malpica, Balarés y Barrañán son extremadamente bajas; no hemos encontrado ningún estudio en el que la meiofauna presente valores tan bajos para ambos parámetros debido a factores ambientales, pero sí valores similares o incluso menores debido al efecto de los hidrocarburos (RÜTZLER & STERRER, 1970; WORMALD, 1976; BODIN & BOUCHER, 1983; GIÉRE, 1979) en los casos de la bahía Picnic (Hong-Kong), y de las mareas negras de los petroleros *Amoco Cádiz* y *Monte Urquiola*.

Si comparamos este trabajo con los estudios realizados para valorar el efecto de la contaminación provocada por el *Aegean Sea* (datos propios,

no publicados), encontramos que las densidades son superiores a las halladas en nuestro estudio, salvo en la localidad de Mera, donde los valores de densidad y número de taxones fueron reducidos. Estas diferencias pueden atribuirse, al menos en parte, al tiempo transcurrido entre el vertido y la recogida de las muestras, mucho más reducido en el presente caso.

Si estudiamos los taxones más importantes de la meiofauna en cada playa, podemos ver que en aquellas en las que la meiofauna ha sido casi totalmente eliminada, el fuel parece afectar por igual a todos los taxones. En Corme, Muros y Valdoviño los Turbellarios presentan una mayor tolerancia a los efectos tóxicos del fuel, al igual que registró GIERE (*op. cit.*) y en contra de lo descrito por RENAUD-MORNANT & GOURBAULT (*op. cit.*). Los Gastrotricos también mantienen densidades importantes en Corme y Merexo, siendo en esta última localidad el taxón codominante junto a los Nematodos, al igual que en la localidad de Mera en el caso del *Aegean Sea*, donde fueron el taxón dominante.

RÜTZLER & STERRER (*op. cit.*), McLACHLAN & HARTY (1982), FRICKE *et al.* (1981), BODIN (1988) entre otros autores, registran una menor sensibilidad al efecto tóxico del fuel de los Nematodos frente a los Copépodos Harpacticoideos; si bien en el presente trabajo encontramos localidades donde se produce este comportamiento, en la playa de Barrañán se observa el patrón inverso, presentando los Copépodos Harpacticoideos densidades superiores. Al igual que FRITHSEN *et al.* (1985) y en las localidades de Mera y Maniños, en el caso del *Aegean Sea*, encontramos que los Ostrácodos muestran una elevada sensibilidad al fuel, estando presentes tan sólo en las localidades con mayor densidad total de meiofauna.

Por lo que se refiere al índice Nematodos/Copépodos Harpacticoideos, los valores indicadores de contaminación varían según la fuente consultada. RAFFAELLI & MASON (1981) consideran que alcanza valores extremadamente altos (superiores a 100) en áreas intermareales contaminadas con materia orgánica; según esto, en ninguna de las playas estudiadas por nosotros se podría hablar de contaminación. Por su parte, WARWICK

(1981) es más exigente, estableciendo valores diferentes según la granulometría del sedimento: serían suficientes valores de 40 en la relación Nematodos/Copépodos Harpacticoideos para indicar polución en sedimentos finos y de 10 en sedimentos arenosos; aplicando estos intervalos, tendríamos que hablar de contaminación en las playas de Laxe, Baldaio y Osmo. No obstante, como han manifestado sus inspiradores (RAFFAELLI & MASON, *op. cit.*), este índice no tiene demasiada utilidad en los estudios de las etapas iniciales de posible impacto por hidrocarburos; no obstante, entendemos que puede resultar de interés su evolución en el tiempo y por ello lo hemos tenido en cuenta.

## CONCLUSIONES

La densidad y la heterogeneidad faunística de la meiofauna son bajas, si bien no se ha producido, en ninguna de las playas estudiadas, la desaparición total de la misma, como ha sido citado para otras mareas negras. La densidad oscila entre 5 individuos/100 cc (playa de Malpica) y 662 individuos /100 cc (playa de Lira). El número total de individuos estudiados fue de 4.048.

La heterogeneidad faunística varía entre 2 taxones (playa de Balarés) y 8 taxones (playas de Lira y Lariño). El número total de taxones encontrados fue de 13: Foraminíferos, Turbellarios, Gastrotricos, Nematodos, Poliquetos, Oligoquetos, Tardígrados, Mistacocáridos, Copépodos Harpacticoideos, Ostrácodos, Isópodos, Anfípodos y Ácaros.

Nematodos y Copépodos Harpacticoideos están presentes en todas las localidades estudiadas. Seis taxones, Oligoquetos, Tardígrados, Mistacocáridos, Isópodos, Anfípodos y Ácaros están presentes en una única localidad. Los Nematodos son claramente dominantes en las playas de Baldaio y Laxe y los Copépodos Harpacticoideos en las de Valdoviño, Barrañán, Lira y Lariño. En las playas restantes (Malpica, Corme, Balarés, Merexo y Muros), la dominancia está compartida entre dos o más taxones.

El índice Nematodos/Copépodos Harpacticóides, de uso controvertido y poco indicado en estas primeras fases del accidente, puede resultar de interés en el marco del estudio de la evolución de las comunidades meiofáunicas afectadas; sus valores oscilan entre 0'016 (playa de Lariño) y 30'50 (playa de Corme).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANSARI, Z.A. & INGOLE, B. (2002). Effect of an oil spill from MV Sea Transporter on intertidal meiofauna at Goa, India. *Marine Pollution Bulletin*, **44**: 396-402.
- BEYREM, H. & AISSA, P. (2000). Les nématodes libres, organismes-sentinelles de l'évolution des concentrations d'hydrocarbures dans la baie de Bizerte (Tunisie). *Cahiers de Biologie Marine*, **41**: 329-342.
- BODIN, P. (1988). Results of ecological monitoring of three beaches polluted by the "Amoco Cadiz" oil spill: development of meiofauna from 1978 to 1984. *Marine Pollution Bulletin*, **42**: 105-123.
- BODIN, P. & BOUCHER, D. (1983). Évolution à moyen terme du méiobenthos et des pigments chlorophylliens sur quelques plages polluées par la marée noire de l'*Amoco Cadiz*. *Oceanologica Acta*, **6**(3): 321-332.
- BOUCHER, G. (1980). Impact of *Amoco Cadiz* oil spill on intertidal and sublittoral meiofauna. *Marine Pollution Bulletin*, **11**(4): 95-101.
- BOUCHER, G. (1985). Long term monitoring of meiofauna densities after the *Amoco Cadiz* oil spill. *Marine Pollution Bulletin*, **16**(8): 328-333.
- BROWN, A.C. & McLACHLAN, A. (1990). *Ecology of sandy shores*. Elsevier Science Publishers, Amsterdam, 328 pp.
- BUCHANAN, J.B. 1984. Sediment analysis. In: Holme, N.A. & McIntyre, A.D. (Eds.), *Methods for the study of marine benthos*: 41-65. Blackwell, Oxford.
- CARMAN, K.R. & TODARO, M.A. (1996). Influence of polycyclic aromatic hydrocarbons on the meiobenthic copepod community of a Louisiana salt marsh. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, **198**(1): 37-54.
- DANOVARO, R., FABIANO, M. & VINCX, M. (1995). Meiofauna response to the *Agip Abruzzo* oil spill in subtidal sediments of the Ligurian Sea. *Marine Pollution Bulletin*, **30** (2): 133-145.
- DE LA HUZ, R., LASTRA, M., JUNOY, J., CASTELLANOS, C. & VIÉITEZ, J.M. (2005). Biological impacts of oil pollution and clearing in the intertidal zone of exposed sandy beaches: Preliminary study of the "Prestige" oil spill. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, **65**: 19-29.
- DECKER, C.J. & FLEEGER, J.W. (1984). The effect of crude oil on the colonization of meiofauna into salt marsh sediments. *Hydrobiologia*, **118**: 49-58.
- FRICKE, A.H., HENNING, H.F.-K.O. & ORREN, M.J. (1981). Relationship between oil pollution and psammolittoral meiofauna density of two South African beaches. *Marine Environmental Research*, **5**: 59-77.
- FRITHSEN, J.B., ELMGREN, R. & RUDNICK, D.T. (1985). Responses of benthic meiofauna to long-term, low-level additions of No. 2 fuel oil. *Marine Ecology Progress Series*, **23**: 1-14.
- GIERE, O. (1979). The impact of oil pollution on intertidal meiofauna. Field studies after the La Coruña-spill, May 1976. *Cahiers de Biologie Marine*, **20**: 231-251.
- GÓMEZ-GESTEIRA, J.L. & DAUVIN, J.C. (2005). Impact of the *Aegean Sea* oil spill on the subtidal fine sand macrobenthic community of the Ares-Betanzos Ria (Northwest Spain). *Marine Environmental Research*, **60**: 289-316.
- GÓMEZ-GESTEIRA, J.L., DAUVIN, J.C. & SALVANDE-FRAGA, M. (2003). Taxonomic level for assessing oil spill effects on soft bottom sublittoral benthic communities. *Marine Pollution Bulletin*, **46**: 562-572.
- HARTY, B.H. & McLACHLAN, A. (1982). Effects of water-soluble fractions of crude oil and dispersants on nitrate generation by sandy beach meiofauna. *Marine Pollution Bulletin*, **13** (8): 287-291.

- HEIP, C., WARWICK, R.M., CARR, M.R., HERMAN, P.M.J., HUYS, R., SMOL, N. & VAN HOLSBEKE, K. (1988). Analysis of community attributes of the benthic meiofauna of Frierlfjord/Langesundfjord. *Marine Ecology Progress Series*, **46**: 171-180.
- HERMAN, P.M.J. & HEIP, C. (1986). The predictability of biological populations and communities: an example from the meiobenthos. *Hydrobiologia*, **142**: 281-290.
- HIGGINS, R.P. & THIEL, H. (1988). *Introduction to the study of meiofauna*. Smithsonian Inst. Press, Washington.
- HUMMON, W.D., TODARO, M.A., BALSAMO, M. & TONGIORGI, P. (1990). Effects of pollution on marine gastrotricha in the northwestern Adriatic Sea. *Marine Pollution Bulletin*, **21**(5): 241-243.
- JUNOY, J., CASTELLANOS, C., VIÉITEZ, J.M., DE LA HUZ, M.R. & LASTRA, M. (2005). The macroinfauna of the Galician sandy beaches (NW Spain) affected by the *Prestige* oil-spill. *Marine Pollution Bulletin*, **50**: 526-536.
- KRISTENSEN, R.M. (1983). Loricifera, a new phylum with aschelminthes characters from the meiobenthos. *Z. F. Zool. Systematik und Evolutionsfors*, **21**(3): 103-180.
- McLACHLAN, A. (1980). Exposed sandy beaches as semi-closed ecosystems. *Journal of Marine Environmental Research*, **4**: 59-63.
- McLACHLAN, A., ERASMUS, T., DYE, A.H., WOOLDRIDGE, T., VAN DER HORST, G., ROSSOUW, G., LASIAK, T.A. & MCGWYNNE, L. (1981). Sandy beach energetics: an ecosystem approach towards a high energy interface. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, **13**: 11-15.
- McLACHLAN, A. & HARTY, B. (1982). Effects of crude oil on the supralittoral meiofauna of a sandy beach. *Marine Environmental Research*, **7**: 71-79.
- MORA, J., GARMENDIA, J.M., GÓMEZ GESTEIRA, L., PARADA, J.M., ABELLA, F.E., SÁNCHEZ MATA, A., GARCÍA GALLEGO, M.A., PALACIO, J., CURRÁS, A. & LASTRA, M. (1996a). Seguimiento mensual del bentos infralitoral de la ría de Ares y Betanzos antes y después de la marea negra del Aegean Sea. In : Ros, J. (Ed.), *Seguimiento de la contaminación producida por el accidente del buque Aegean Sea*: 137-150. Serie Monografías, Ministerio de Medio Ambiente.
- MORA, J., PARADA, J.M., ABELLA, F.E., GARMENDIA, J.M., GÓMEZ GESTEIRA, L., SÁNCHEZ MATA, A., GARCÍA GALLEGO, M.A., PALACIO, J., CURRÁS, A. & LASTRA, M. (1996b). Estudio biosedimentario de la ría de Ares y Betanzos tras la marea negra del Aegean Sea. In : Ros, J. (Ed.), *Seguimiento de la contaminación producida por el accidente del buque Aegean Sea*: 151-166. Serie Monografías, Ministerio de Medio Ambiente.
- RAFFAELLI, D.G. & MASON, C.F. (1981). Pollution monitoring with meiofauna, using the ratio of nematodes to copepods. *Marine Pollution Bulletin*, **12**(5): 158-163.
- RENAUD-MORNANT, J. & GOURBAULT, N. (1980). Survie de la méiofaune après l'échouement de l'«Amoco-Cadiz» (Chenal de Morlaix, Grève de Roscoff). *Bull. Muséum National D'Histoire Naturelle Paris*, **2**: 759-772.
- RÜTZLER, K. & STERRER, W. (1970). Oil pollution. Damage observed in tropical communities along the Atlantic seaboard of Panama. *Bioscience*, **20**: 222-224.
- SCHRATZBERGER, M., DANIEL, F., WALL, C.M., KILBRIDE, R., McNAUGHTON, S.J., BOYD, S.E., REES, H.L., LEE, K. & SWANNELL, R.P.J. (2003). Response of estuarine meio- and macrofauna to in situ bioremediation of oil-contaminated sediment. *Marine Pollution Bulletin*, **46**: 430-443.
- SERRANO, A., SÁNCHEZ, F., PRECIADO, I., PARRA, S. & FRUTOS, I. (2006). Spatial and temporal changes in benthic communities of the Galician continental shelf after the *Prestige* oil spill. *Marine Pollution Bulletin*, **53**: 315-331.
- STERRER, W. (1972). Beiträge zur Kenntnis der Gnathostomulida. I Anatomie und Morphologie des genus *Pterognathia* Sterrer. *Arkiv för Zoologi*, **22**: 1-125.
- SUDERMAN, K. & THISTLE, D. (2003). Spills of fuel oil #6 and Orimulsion can have indistin-

- guishable effects on the benthic meiofauna. *Marine Pollution Bulletin*, **46**: 49-55.
- VINCX, M. & HEIP, C. (1991). The use of meio-benthos in pollution monitoring studies: a review. *ICES*, **16**: 50-67.
- WARWICK, R.M. (1980). Population dynamics and secondary production of benthos. In: Tenore, K.R. & Coull, B.C. (Eds.), *Marine benthic dynamics*: 1-24. University of South Carolina Press, Columbia.
- WARWICK, R.M. (1981). The nematode/copepod ratio and its use in pollution ecology. *Marine Pollution Bulletin*, **12**(10): 329-333.
- WORMALD, A.P. (1976). Effects of a spill of marine diesel oil on the meiofauna of a sandy beach at Picnic Bay, Hong Kong. *Environmental Pollution*, **11**: 117-130.