

Core manual *versus* draga van Veen en sedimentos intraportuarios: Estimación de sus eficiencias en el estudio de comunidades macrobentónicas

Hand corer *versus* van Veen grab in harbour sediments: Efficiency estimation in the study of macrobenthic communities

J. M. GUERRA-GARCÍA & J. C. GARCÍA-GÓMEZ

Laboratorio de Biología Marina, Departamento de Fisiología y Zoología, Facultad de Biología, Universidad de Sevilla, Avda. Reina Mercedes 6, 41012 Sevilla, España. E-mail: jmguerra@us.es

Recibido el 20 de octubre de 2008. Aceptado el 17 de noviembre de 2008.

ISSN: 1130-4251 (2008), vol. 19, 57-69

Palabras clave: Herramientas de muestreo, Fondos blandos intraportuarios, Macrofauna bentónica

Key words: Sampling devices, Harbour soft-bottoms, Benthic macrofauna

RESUMEN

Se compararon los resultados obtenidos con una draga van Veen de 0,05 m² de superficie operativa con los de un core manual de sección rectangular (10 x 17 x 35 cm) en muestreos de macrofauna de sedimentos del puerto de Ceuta. El número de especies obtenido por ambos procedimientos de muestreo fue similar. Sin embargo, las densidades de las especies numéricamente importantes fueron significativamente superiores en las muestras extraídas con core, sobre todo en el caso de los poliquetos, lo que se tradujo en un descenso en los valores de diversidad y equitatividad. Al considerar los valores medios de las tres estaciones estudiadas, las densidades del molusco *Paphia aurea* y de los poliquetos *Cirratulus cirratus*, *Exogone verugera* y *Platynereis dumerilii* fueron significativamente superiores en las muestras tomadas con core manual. Los crustáceos tienen una clara preferencia por los estratos superficiales de la columna de sedimento, mientras que algunos moluscos y muchos poliquetos son capaces de penetrar alcanzando niveles más profundos. De ahí que sus abundancias queden subestimadas con la draga van Veen, que extrae un semicilindro de sedimento en lugar de un prisma y tiene un grado de profundización dependiente del tipo de sedimento.

ABSTRACT

A comparison of benthic macrofauna from sediments of the harbour of Ceuta collected with a van Veen grab (0.05 m²) and a hand corer (10 x 17 x 35 cm) was conducted. The number of species collected with the two devices was similar. However, densities of numerically important species were higher with the hand core, especially for the polychaetes, resulting in a decrease of diversity and evenness indexes. Considering the mean values for the three stations selected, densities of the mollusc *Paphia aurea* and the polychaetes *Cirratulus cirratus*, *Exogone verugera* and *Platynereis dumerilii* were significantly higher with the core. The crustaceans show preference for superficial levels in the sediment column whereas some molluscs and many polychaetes are able to reach deeper levels. Therefore, densities of molluscs and polychaetes are underestimated with the van Veen grab, which takes out a semicylinder of sediment instead of a prism, and the degree of penetration into the sediment depends on the type of substrate.

INTRODUCCIÓN

Desde los primeros intentos por obtener muestras de sedimento cuantitativas (Petersen & Jensen, 1911; Petersen, 1913; Ekman, 1915; Naumann, 1917) se han desarrollado diferentes aparatos para muestreos en sustrato blando. Las técnicas de muestreo de sedimentos, así como la comparación de sus eficiencias han sido tratadas en numerosos trabajos (Ursing, 1954; Birkett, 1958; Gage, 1975; Andersin & Sandler, 1981; Sola *et al.*, 1989). Blomqvist (1991) desarrolla una extensa revisión sobre las técnicas de muestreo en sedimentos, acerca de sus problemas y soluciones. La utilización de uno u otro tipo de técnica de muestreo depende de muchos factores, tales como la naturaleza del sustrato en el que viven las comunidades, la profundidad, la ecología de las especies, las condiciones meteorológicas (Sola *et al.*, 1989). En este trabajo se ha puesto especial énfasis en los sedimentos intraportuarios dadas las peculiares características ambientales de los puertos y otras obras de ingeniería civil similares.

Actualmente la demanda de obtención de muestras cuantitativas fiables es evidente en numerosos estudios centrados en la abundancia de organismos bentónicos, dinámica de nutrientes, efecto de contaminantes, monitorización, etc. Si el muestreo no es preciso pueden extraerse conclusiones erróneas. Los instrumentos que parecen presentar más ventajas en este sentido son los cores. La obtención de una fracción de la columna de sedimento sin alterar puede permitir el fraccionamiento de la misma y el estudio de la distribución vertical de los organismos. Por otra parte la muestra puede considerarse verdaderamente cuantitativa ya que puede conocerse con precisión el volumen de la misma. Esto no ocurre con las dragas, como la van Veen

que, dependiendo del grado de penetración en el sedimento, variable según las características de éste, extrae un volumen de muestra diferente. Además, el perfil de la muestra extraída no es rectangular, sino semicircular.

En muchos de los estudios en las costas españolas se está extendiendo el uso de la draga box-corer de Reineck modificada por Bouma (Sánchez-Mata, 1996; Garmendia, 1997). Consiste en una caja de acero inoxidable abierta en ambos extremos, de dimensiones 10 x 17 x 35 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. Sin embargo, el empleo de esta draga, con un peso de más de 200 kilogramos, requiere de una embarcación con un tamaño considerable, que no siempre está disponible en los programas de muestreo. Por otro lado, esta draga es operativa en zonas de mar abierto relativamente profundas ya que en estudios de dársenas portuarias con poca profundidad como las del Puerto de Ceuta (3 metros), la entrada de una embarcación de gran calado está imposibilitada físicamente. Por tanto el empleo del core con draga box-corer debe sustituirse por un core manual que se introduce en el sedimento mediante inmersión con escafandra autónoma. En este estudio se ha empleado un core de las mismas dimensiones que el de la draga box-core (10 x 17 x 35 cm) pero de forma manual.

Es evidente que la opción anterior (uso del core) es necesaria si el objetivo es un estudio de distribución vertical. Sin embargo, si el estudio no requiere fraccionamiento de la columna, sino que se estudia la fauna y los parámetros físico-químicos de una forma global, la draga van Veen puede ser suficiente. Teniendo en cuenta que esta draga puede utilizarse desde una pequeña embarcación se evita recurrir a un muestreo directo mediante inmersión en una zona portuaria contaminada y sujeta a un intenso tráfico de embarcaciones en la que el buceo puede resultar peligroso. De este modo, el objetivo del presente trabajo fue el de comparar los resultados obtenidos con la draga van Veen y con un core manual para estimar su eficiencia en el estudio de sedimentos contaminados del Puerto de Ceuta.

MATERIAL Y MÉTODOS

Extracción y procesado de las muestras

Durante el mes de junio de 1999 se procedió a la obtención de muestras correspondientes a tres estaciones del Puerto de Ceuta (E1, E2 y E3) (Fig. 1). Las tres estaciones presentan una granulometría similar y la misma

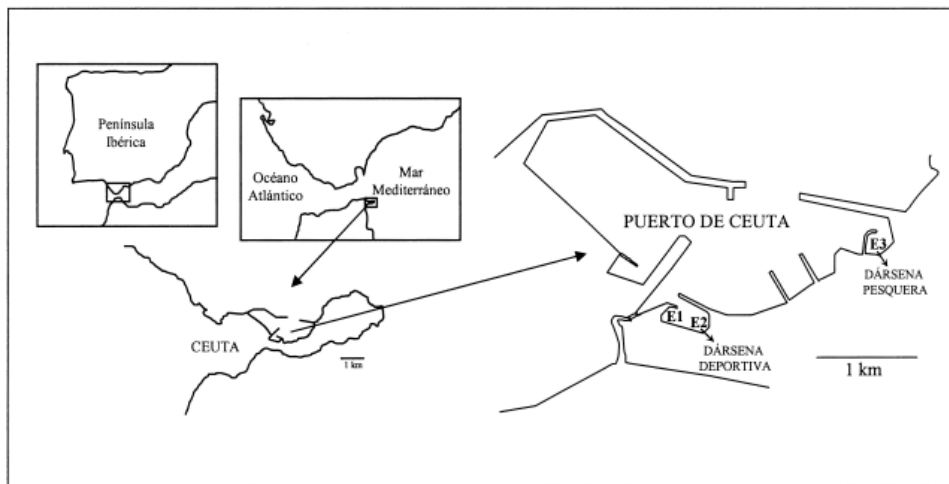


Fig. 1.—Área de estudio. Se señala la localización de las tres estaciones muestreadas.
 Fig. 1.—Study area. The location of the three sampling stations is shown.

profundidad (3 metros) (Guerra-García, 2001). La primera serie de muestras fue tomada con una draga van Veen de $0,05 \text{ m}^2$ de superficie operativa y un peso aproximado de 8 kilogramos. Se extrajeron 3 muestras en cada una de las 3 estaciones. La segunda serie fue recogida en las mismas estaciones con un core de $0,017 \text{ m}^2$ de superficie ($10 \times 17 \text{ cm}$) que se introdujo en el sedimento hasta los 20 cm. En este caso se extrajeron 9 muestras en cada estación. De esta forma se obtuvo un área total muestreada de $0,15 \text{ m}^2$ por ambos procedimientos (3 van Veen o 9 cores) en cada una de las zonas muestreadas.

El sedimento extraído fue filtrado con tamices de luz de malla de 0,5 mm. El material retenido fue fijado con formol al 4% con rosa de bengala. Tras la separación y clasificación de la fauna se contabilizaron las abundancias de las especies presentes en cada una de las muestras.

Tratamiento de los datos

Además de la comparación por abundancias globales en cada estación se representó el número total de especies, el número total de individuos, el índice de diversidad de Shannon (Shannon & Weaver, 1963) con logaritmo en base e y el índice de equitatividad de Pielou (Pielou, 1984). Como las especies más abundantes están representadas en las tres estaciones muestreadas y éstas presentan características físico-químicas similares, se utilizaron

los valores de abundancias totales de las especies (ind/0,15m²) obtenidos en las diferentes estaciones (3 valores para cada especie) y fueron éstos los que se incluyeron en el análisis de la varianza (ANOVA de una vía). Dado el pequeño tamaño muestral y que los datos no cumplían las hipótesis de normalidad y de homocedasticidad (igualdad de varianzas), se optó por el test no paramétrico de Kruskal Wallis para la comparación de abundancias registradas por ambos métodos de muestreo. Igualmente se procedió para los parámetros descriptores de la comunidad (nº total de especies, nº total de individuos, diversidad y equitatividad). Para los análisis estadísticos se utilizó el programa BMDP (Dixon, 1983).

RESULTADOS

Las abundancias de las especies dominantes (individuos/0,15m²) obtenidas por los dos procedimientos de muestreo empleados (draga van Veen y core) en cada una de las tres estaciones muestreadas se exponen en la tabla I.

Para algunas de estas especies las diferencias entre las abundancias obtenidas con draga van Veen y core no siguen el mismo patrón en las tres estaciones. Así, por ejemplo, *Corophium runcicorne* y *C. sextonae* son más abundantes en las muestras obtenidas con la draga van Veen en E1 y E2 pero más abundantes en las muestras obtenidas con el core en E3. Sin embargo, en la mayoría de las especies, el patrón de diferencias se respeta en todas las estaciones. Es el caso del gammárido *Aora spinicornis* y el tanaidáceo *Zeuxo normani*, ambos con valores de abundancia superiores en las muestras obtenidas con la draga van Veen. Por el contrario, los bivalvos *Abra alba*, *Loripes lacteus*, *Paphia aurea* y los poliquetos *Cirratulus cirratus*, *Cirriformia tentaculata*, *Exogone verugera* y *Platynereis dumerilii* fueron más abundantes en las muestras obtenidas con el core (Tabla I).

Las abundancias de moluscos y poliquetos fueron, en general, superiores en las muestras extraídas con el core. Si bien, al obtener valores medios de las tres estaciones sólo fueron significativas las diferencias en las abundancias de poliquetos, muy superiores en las muestras del core (Fig. 2). De esta forma, mientras el número de especies es similar en ambos procedimientos de muestreo, el número de individuos es considerablemente superior en las muestras extraídas con core, sobre todo en el caso de los poliquetos, lo que se traduce en un ligero descenso en los valores de diversidad y equitatividad (Fig. 3).

Si consideramos los valores medios de las tres estaciones estudiadas no se registraron diferencias significativas en los parámetros descriptivos de la comunidad (número de especies e índices de diversidad y equitatividad).

Tabla I.—Comparación entre las abundancias de las especies dominantes (individuos/0,15m²) con los dos procedimientos de muestreo empleados (draga van Veen y core manual).

Table I.—Comparison between the abundance of dominant species (individuals/0.15m²) with the two sampling strategies used (van Veen grab and hand corer).

	E1		E2		E3	
	van Veen	Core	van Veen	Core	van Veen	Core
Crustáceos:						
<i>Aora spinicornis</i> Afonso, 1976	10	2	32	18	38	0
<i>Aapseudes latreillii</i> Milne-Edwards, 1828	3	1	229	462	111	41
<i>Corophium runcicorne</i> Della Valle, 1893	69	21	24	12	2	24
<i>Corophium sextonae</i> Crawford, 1937	22	4	27	10	0	118
<i>Nebalia bipes</i> (Fabricius)	11	1	0	0	1	1
<i>Pariambus typicus</i> Kröyer, 1844	1	0	21	13	2	56
<i>Phthisica marina</i> Slabber, 1769	12	1	5	6	27	2
<i>Zeuxo normani</i> (Richardson, 1905)	34	0	2	0	0	0
Moluscos:						
<i>Abra alba</i> (Wood, 1802)	0	4	1	4	0	1
<i>Loripes lacteus</i> (Linnaeus, 1758)	13	25	0	5	0	0
<i>Paphia aurea</i> (Gmelin, 1791)	0	2	1	9	0	5
<i>Parvicardium exiguum</i> (Gmelin, 1791)	51	34	38	22	5	24
<i>Retusa obtusa</i> (Montagu, 1803)	2	2	1	0	25	49
Poliquetos:						
<i>Capitella capitata</i> (Fabricius, 1780)	0	13	23	0	61	0
<i>Cirratulus cirratus</i> (Muller, 1776)	0	18	5	14	0	7
<i>Cirriformia tentaculata</i> (Montagu, 1808)	45	170	3	63	1	8
<i>Exogone verugera</i> Claparede, 1868	0	10	2	23	0	27
<i>Platynereis dumerilii</i> Audouin y Milne-Edwards, 1833	11	49	41	463	0	83
<i>Potamilla reniformis</i> (Linnaeus, 1788)	2	1	17	23	0	5
<i>Pseudomalacoceros tridentata</i> (Southern, 1914)	71	35	13	105	205	1070

No se registraron diferencias en las abundancias de crustáceos y sólo hubo diferencias significativas ($p < 0,05$) en algunas especies de moluscos (*Paphia aurea*) y sobre todo de poliquetos (*Cirratulus cirratus*, *Exogone verugera* y *Platynereis dumerilii*) (Tabla II).

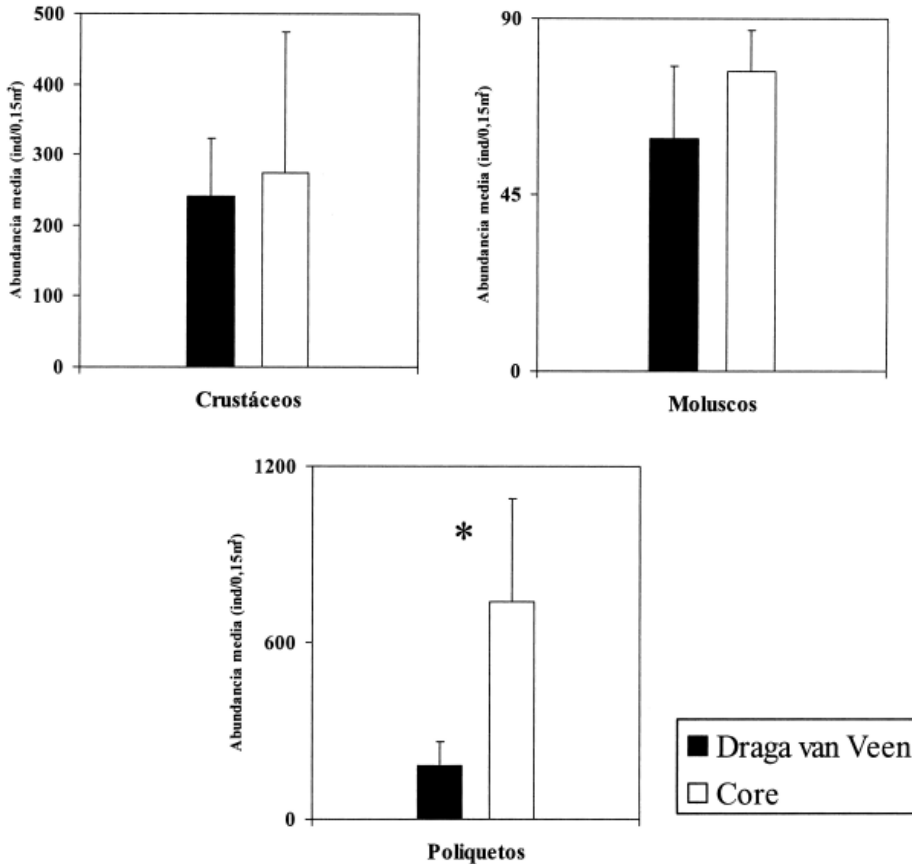


Fig. 2.—Comparación de las abundancias (valores medios de las estaciones E1, E2 y E3) de los principales grupos taxonómicos entre los dos procedimientos de muestreo analizados. Las barras indican las desviaciones típicas (*, diferencias significativas con $p < 0,05$).

Fig. 2.—Abundance comparison (mean values of stations E1, E2, E3) of the main taxonomic groups between the two sampling strategies used. Bars indicate standard deviations (*, significant differences at $p < 0.05$).

DISCUSIÓN

Las diferencias encontradas en las abundancias de algunas especies de moluscos y principalmente poliquetos entre los dos métodos de muestreo usados son esperables si tenemos en cuenta que mientras los crustáceos tienen clara preferencia por los primeros estratos de la columna de sedimento, algunos moluscos y muchos poliquetos tienen la capacidad de penetrar alcanzando niveles más profundos. La draga van Veen extrae un semicilindro

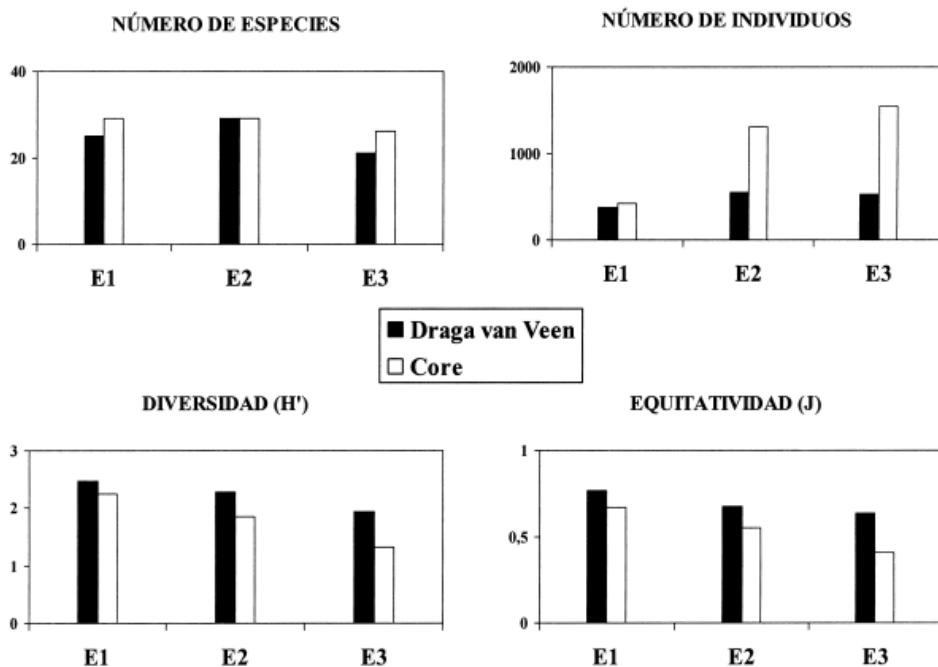


Fig. 3.—Comparación del número total de especies, número total de individuos, índices de diversidad de Shannon (H') y equitatividad de Pielou (J) entre los resultados obtenidos con la draga van Veen y el core manual.

Fig. 3.—Comparison of the total number of species, total number of specimens, Shannon diversity index (H') and Pielou evenness index (J) between the results obtained with the van Veen grab and the hand corer.

de sedimento mientras que el core utilizado en el presente estudio extrae un prisma rectangular (Fig. 4). De esta forma, en la draga van Veen se pierde una fracción de sedimento de cierta profundidad para la misma superficie. De ahí que poliquetos y bivalvos se vean reducidos en abundancia frente al core. Además, puede ocurrir que la draga no profundice hasta los 20 cm, perdiéndose la fracción más profunda, aunque en ésta viva un menor número de organismos (Fig. 4).

Sola *et al.* (1989), en un estudio en sedimentos intermareales del estuario del Bidasoa, comparan la eficacia de un core manual con la de la draga van Veen. Obtienen resultados similares a los del presente estudio. Los valores de abundancia y biomasa son superiores cuando se utiliza el core. Estos autores consideran que la profundidad de la penetración de la draga van Veen es insuficiente para obtener una muestra representativa de todos los rangos de tamaño de las especies ya que las más profundas

Tabla II.—Valores medios y rango de los parámetros descriptivos de la comunidad así como de las abundancias de las especies más representadas en la comunidad. Se incluye el valor del estadístico K del test de Kruskal-Wallis correspondiente a la comparación entre la draga van Veen y el core. *, $p < 0,05$, n.s.: no significativo.

Table II.—Mean values and range of the community descriptive parameters and abundances of the dominant species. Values of the statistic Kruskal-Wallis corresponding to the comparison between the van Veen grab and core is included. *, $p < 0.05$, n.s.: non significant.

	van Veen		Core		Kruskal-Wallis Estadístico
	media	rango	media	rango	
Parámetros descriptivos:					
Número de especies (S)	25,00	21,00-29,00	28,00	26,00-29,00	1,34n.s
Diversidad Shannon (H')	2,22	1,93-2,46	1,80	1,31-2,24	2,33n.s
Equitatividad Pielou (E)	0,69	0,63-0,76	0,54	0,40-0,67	2,33n.s
Especies (abundancia/0,15m²):					
Crustáceos					
<i>Aora spinicornis</i>	26,67	10,00-38,00	6,67	0,00-18,00	2,33n.s
<i>Apseudes latreillii</i>	114,33	3,00-229,00	168,00	1,00-462,00	0,04n.s
<i>Corophium runcicorne</i>	31,67	2,00-69,00	19,00	12,00-24,00	0,19n.s
<i>C.sextonae</i>	16,33	0,00-27,00	44,00	4,00-118,00	0,05n.s
<i>Nebalia bipes</i>	4,00	0,00-11,00	0,67	0,00-1,00	0,22n.s
<i>Pariambus typicus</i>	8,00	1,00-21,00	23,00	0,00-56,00	0,05n.s
<i>Phtisica marina</i>	14,67	5,00-27,00	3,00	1,00-6,00	2,33n.s
<i>Zeuxo normani</i>	12,00	0,00-34,00	0,00	0,00-0,00	2,40n.s
Moluscos					
<i>Abra alba</i>	0,33	0,00-1,00	3,00	1,00-4,00	3,33n.s
<i>Loripes lacteus</i>	4,33	0,00-13,00	10,00	0,00-25,00	0,48n.s
<i>Paphia aurea</i>	0,33	0,00-1,00	5,33	2,00-9,00	3,97*
<i>Parvicardium exiguum</i>	31,33	5,00-51,00	26,67	22,00-34,00	0,43n.s
<i>Retusa obtusa</i>	9,33	1,00-25,00	17,00	0,00-49,00	0,00n.s
Poliquetos					
<i>Capitella capitata</i>	28,00	0,00-61,00	4,33	0,00-13,00	1,34n.s
<i>Cirratulus cirratus</i>	1,67	0,00-5,00	13,00	7,00-18,00	3,97*
<i>Cirriformia tentaculata</i>	16,33	1,00-45,00	80,33	8,00-170,00	2,33n.s
<i>Exogone verugera</i>	0,67	0,00-2,00	20,00	10,00-27,00	3,97*
<i>Platynereis dumerilii</i>	17,33	0,00-41,00	198,33	49,00-463,00	3,85*
<i>Potamilla reniformis</i>	6,33	0,00-17,00	9,67	1,00-23,00	0,43n.s
<i>Pseudomalacoceros tridentata</i>	96,33	13,00-205,00	403,33	35,00-1070,00	0,43n.s

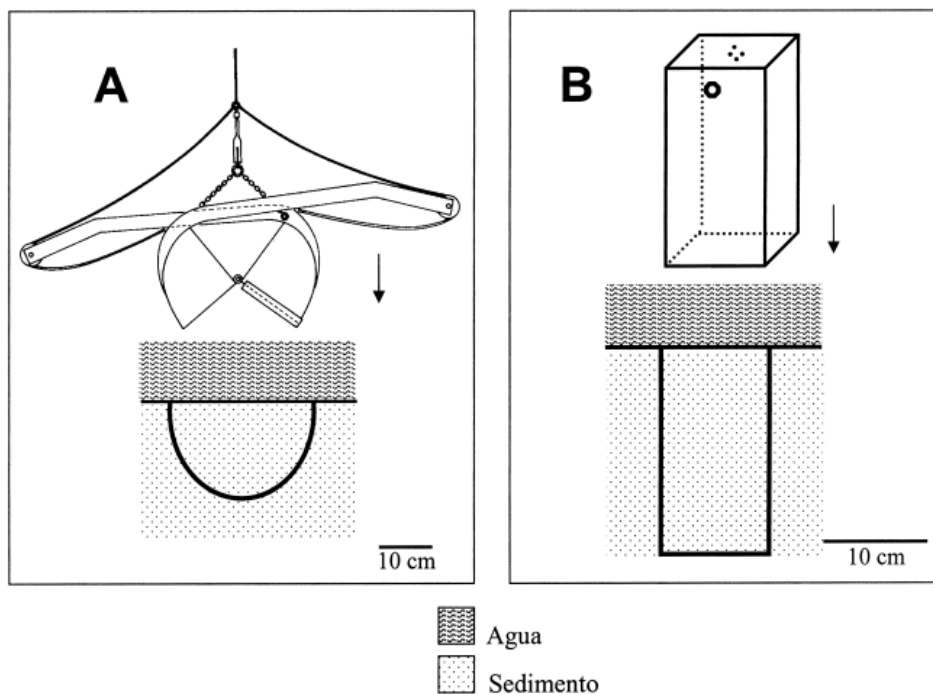


Fig. 4.—A, Sección longitudinal del semicilindro de sedimento extraído con draga van Veen. B, Sección longitudinal del prisma de sedimento extraído con el core.

Fig. 4.—A, Longitudinal section of the sediment semicylinder collected with the van Veen grab. B, Longitudinal section of the sediment prism collected with the corer.

se pierden. Proponen el uso del volumen en lugar de área para referir los valores de abundancia. Por el contrario, Gage (1975) en un estudio en la costa oeste de Escocia encuentra una gran semejanza entre las muestras obtenidas con cores manuales usados en inmersión y el muestreo indirecto con draga van Veen.

Hay que tener en cuenta que, independientemente del tipo de sedimento existente, la draga profundiza en éste como mínimo 10 cm (Estacio, 1996), franja de sedimento en la que se encuentra representada la mayor parte de la macrofauna (Curras, 1990). A ello, hay que unir que la draga van Veen está considerada, entre la totalidad de dragas, como la que toma una superficie de sección más rectangular en los muestreos (Gallardo, 1965; Lie & Pamatmat, 1965). Sin embargo, como refleja el presente estudio, no alcanza la precisión cuantitativa del core. Además, la citada draga presenta el inconveniente de atrapar restos del fondo (conchas, piedras...) entre sus mandíbulas con cierta facilidad, perdiendo en ocasiones gran parte de su contenido durante la ascensión. Esto también es extensible a otros tipos de

dragas. No obstante, uno de los principales problemas de esta draga radica en su inoperancia ante situaciones meteorológicas adversas dominadas por fuertes vientos, que incrementan el oleaje y provocan un gran número de intentos fallidos (Riddle, 1984), debido bien a la falta de verticalidad de la tracción al elevarla desde la embarcación o bien por cierres oblicuos y asimétricos de la draga (Lastra, 1991). Situación similar la propician moderadas y fuertes corrientes de fondo, aunque las condiciones meteorológicas en superficie sean excelentes (obs. pers.).

Cuando entre los objetivos del estudio se pretende conocer la distribución vertical de la macrofauna y de los parámetros físico-químicos del sedimento, es imprescindible el uso del core. En zonas del interior de un puerto, especialmente dársenas de poca profundidad, el uso de la draga Box Core puede verse limitado por el propio uso de la embarcación, que es incapaz de entrar en las zonas más someras. En este caso, se aconseja el uso del core manual mediante inmersión. Para evitar la pérdida de individuos grandes y la extracción de un número muy elevado de muestras puede ser útil sustituir los cores usados tradicionalmente, que son de pequeño tamaño y de sección circular (menor de 10 cm de diámetro) por cores más grandes como los usados en este estudio. Los sedimentos de estas zonas portuarias son, generalmente, ricos en pelitas (limos y arcillas) (Guerra-García, 2001). La presencia de un porcentaje elevado de elementos finos facilita considerablemente la entrada del core en el sedimento y evita la desorganización de la columna de sedimento durante el procesado, quedando esta bastante compacta. Cuando el sustrato es arenoso, el uso de cores de mayor superficie puede resultar inoperativo por desorganización de la columna. Al tratarse de zonas poco profundas, las inmersiones con escafandra autónoma entrañan un menor riesgo. Éste queda reducido al propio peligro del buceo en una zona portuaria sujeta a tráfico marítimo.

Cuando el estudio en la zona portuaria no contempla entre los objetivos el análisis de la distribución vertical de la fauna o de variables ambientales en la columna de sedimento, se aconseja el uso de la draga van Veen. Aunque hay que tener presente las limitaciones en la cuantificación de las abundancias. Cuando en la zona portuaria alternan zonas de fangos con zonas arenosas, como ocurre en el Puerto de Ceuta, el uso de la draga van Veen está aún más justificado, ya que como se ha comentado, el core pierde efectividad en fondos arenosos. El uso de la van Veen resulta relativamente rápido, requiere de una pequeña embarcación que puede situarse en zonas poco profundas y evita recurrir al buceo con escafandra autónoma en zonas portuarias altamente contaminadas y sujetas a un intenso tráfico marítimo. En resumen, podemos afirmar que la draga van Veen puede aceptarse como una forma de muestreo alternativa al core. Sin embargo hay que tener pre-

sente que las abundancias de algunas especies de moluscos y principalmente poliquetos, sobre todo de aquellas que se extienden por toda la columna del sedimento, quedan subestimadas cuando se utiliza la draga van Veen.

AGRADECIMIENTOS

A la Compañía del Mar de Ceuta y al Club Calypso por la ayuda prestada en las labores de muestreo. A la Asamblea de Ceuta, Autoridad Portuaria de Ceuta y al Ministerio de Educación y Ciencia (“Beca de Formación de Profesorado Universitario AP98/28617065”) por la financiación de este estudio.

BIBLIOGRAFÍA

- ANDERSIN, A.B. & SANDLER, H. 1981. Comparison of the sampling efficiency of two van Veen grabs. *Finnish Marine Research*, 248: 137-142.
- BIRKETT, L. 1958. A basis for comparative grabs. *Journal du Conseil Permanent International pour l'Exploration de la Mer*, 23: 202-207.
- BLOMQUIST, S. 1991. Quantitative sampling of soft-bottom sediments: problems and solutions. *Marine Ecology Progress Series*, 72: 295-304.
- CURRAS, A. 1990. *Estudio de la fauna bentónica de la Ría de Eo (Lugo)*. Tesis Doctoral. Universidad de Santiago de Compostela, 450 pp.
- DIXON, W. J. 1983. *BMDP Statistical Software*. Univ. California Press; Berkeley, 214 pp.
- EKMAN, S. 1915. Die Bodenfauna des Vättern, qualitativ und quantitativ untersucht. *Internationale Revue der Gesamten Hydrobiologie und Hydrographie*, 7: 146-204.
- ESTACIO, F.J. 1996. *Distribución y variación espacio-temporal de las comunidades macrobentónicas del sedimento en la Bahía de Algeciras. Implicaciones en la evaluación de la calidad ambiental del medio marino*. Tesis Doctoral. Universidad de Sevilla, 483 pp.
- GAGE, J.D. 1975. A comparison of the deep-sea epibenthic sledge and anchor-box dredge samplers with the van Veen grab and hand coring by diver. *Deep-Sea Research*, 22: 693-702.
- GALLARDO, V.A. 1965. Observations on the biting profiles of the three 0.1 m² bottom-samplers. *Ophelia*, 2: 319-322.
- 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 Aegen Sea*. Tesis Doctoral. Universidad de Santiago de Compostela, 556 pp.
- GUERRA-GARCÍA, J.M. 2001. *Análisis integrado de las perturbaciones antropogénicas en sedimentos del Puerto de Ceuta. Efecto sobre las comunidades macrobentónicas e implicaciones ambientales*. Tesis Doctoral. Universidad de Sevilla, 346 pp.
- LASTRA, M. 1991. *Cartografía y dinámica de la macrofauna bentónica submareal de los sustratos blandos de la Bahía de Santander*. Tesis Doctoral. Universidad de Santiago de Compostela, 383 pp.

- LIE, U. & PAMATMAT, M.N. 1965. Digging characteristics and sampling efficiency of the 0.1 m² van Veen grab. *Limnology and Oceanography*, 10: 379-384.
- NAUMANN, E. 1917. Om profillodning i gyttje-och dyavlageringar. *Sver Geol Undersijk Ser C*. 10: 1-31.
- PETERSEN, C.G.J. 1913. Havets bonitering. II. Om havbundens dyresamfund og om disses betydning for den marine zoogeografi. *Beretning til Landbrugsministeriet fra Den danske biologiske Station*, 21: 1-42.
- PETERSEN, C.G.J. & JENSEN, P.B. 1911. Havets bonitering. I. Havgunders dyreliv, dets naering og maengde. *Beretning til Landbrugsministeriet fra Den danske biologiske Station* 20: 1-78.
- PIELOU, E.C. 1984. *The interpretation of ecological data: a primer on classification and ordination*. John Wiley and Sons. New York, 263 pp.
- RIDDLE, M.R. 1984. Offshore benthic monitoring strategies. Tesis Doctoral. Heriott-Wat University. Edinburgo, 335 pp.
- SÁNCHEZ-MATA, A. 1996. *El macrozoobentos submareal de la Ría de Ares y Betanzos. I. Estructura biosedimentaria y dinámica poblacional. Impacto de la marea negra del Aegean Sea*. Tesis Doctoral. Universidad de Santiago de Compostela, 628 pp.
- SHANNON, C.E. & WEAVER, W. 1963. *The mathematical theory of communication*. Univ. of Illinois Press, Urbana. Illinois, 117 pp.
- SOLA, J.C.; URCELAY, A.; MINER, A. & IBÁÑEZ, M. 1989. Quantitative sampling methodology of sediments in Bidasoa estuary. *Scientia Marina*, 53: 585-589.
- URSING, E. 1954. Efficiency of marine boottom samplers of the van Veen and Petersen types. *Medd Danmarks Fiskeri Havunders*, 1: 1-8.

