

MORTANDAD MASIVA DE *Mesodesma mactroides* (BIVALVIA: MACTRACEA) EN EL PARTIDO DE LA COSTA, BUENOS AIRES, ARGENTINA, EN SEPTIEMBRE 2004

THOMPSON, GUSTAVO A.^(1,2) y SÁNCHEZ DE BOCK, MARIANA F.⁽¹⁾

⁽¹⁾ Laboratorio de Ecología Marina, Departamento de Ecología, Genética y Evolución, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Argentina e-mail: gustavo@ege.fcen.uba.ar

⁽²⁾ Fundación Aquamarina, Buenos Aires, Argentina

ABSTRACT

Massive mortality of *Mesodesma mactroides* (Bivalvia: Mactracea) in Partido de La Costa, Buenos Aires, Argentina in September 2004

Yellow clam *Mesodesma mactroides* has been decreased by several events of massive mortality along its distribution in Brazil, Uruguay and Argentina. This study evaluates and compares concentrations of As, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb and Zn, in the tissues of clams collected during an event of massive mortality, in September 2004 and one year after. Quantification of heavy metals was realized by acid digestion and later determination by spectrometry. Values of Cd, Cu and Pb (11 ± 2 , 42 ± 4 and 7 ± 1 mg/kg dry weight, respectively) in clam tissues during mortality event were higher than the ones registered one year later. Value of Cd in clams during the mortality (~ 1.5 mg/kg wet weight) was superior to the maximum limit of tolerance for the human consumption. Absence of Cd in sediments and seawater, suggests that the clams suffered a process of punctual and acute pollution. Mortality could have been the result of a set of factors that affected the subtidal population of yellow clam: climatic adverse conditions can "extracted" from the bottom and dragged to the beach the specimens, whose physiology was altered by an isolated event of pollution with heavy metals.

KEYWORDS: *Mesodesma mactroides*, mortality, heavy metals, contamination

RESUMEN

La almeja amarilla *Mesodesma mactroides* ha sido diezmada por varios eventos de mortandad masiva a lo largo de su distribución en Brasil, Uruguay y Argentina. Este estudio evalúa y compara la concentración de As, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb y Zn, en los tejidos de las almejas colectadas durante un evento de mortandad en Septiembre 2004 y un año después. La cuantificación de los metales se realizó por digestión ácida y posterior determinación por espectrometría. Los valores de Cd, Cu y Pb (11 ± 2 , 42 ± 4 y 7 ± 1 mg/kg Peso Seco, respectivamente) en tejido de almeja fueron superiores a los registrados un año después. El valor de Cd en almejas durante la mortandad (~ 1.5 mg/kg Peso Fresco) es superior al límite máximo de tolerancia para el consumo humano. La ausencia de Cd en sedimentos y agua, sugiere que las almejas sufrieron un proceso de contaminación puntual y aguda. La mortandad pudo haber sido la resultante de un conjunto de factores que afectaron a la población submareal de almeja amarilla: condiciones climáticas adversas pueden haber "arrancado" del fondo submareal y arrastrado a la playa a los especímenes, cuya fisiología estaba alterada por un evento aislado de contaminación con metales pesados.

PALABRAS CLAVES: *Mesodesma mactroides*, mortalidad, metales pesados, contaminación

INTRODUCCION

La almeja amarilla *Mesodesma mactroides* (Deshayes 1854) (Bivalvia: Mactracea) se extiende desde Santos (Brazil, 24°S) hasta el Río Negro, Buenos Aires (Argentina, 41°S) (Oliver *et al.* 1971, Penchaszadeh & Oliver 1975), ocupando las zonas sublitoral superior hasta litoral superior. Esta especie ha sido diezmada por distintos eventos de mortalidad masiva, que han ocurrido a lo largo de su distribución en Brasil, Uruguay y Argentina (Mendez 1995, Odebrecht *et al.* 1995, Bastida *et al.* 1996, Fiori & Cazzaniga 1999) y cuyas causales tienen diversos orígenes: epidemias, mareas rojas, factores climáticos y virus entre otros. Existe un solo estudio previo donde se evaluó la presencia de algunos metales pesados en los tejidos de la almeja (Cu, Zn, Pb y Cd) detectando valores similares a las concentraciones basales de moluscos (Fiori y Cazzaniga 1999). El presente estudio evalúa y compara la concentración de As, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb y Zn, en los tejidos de las almejas colectados luego de un evento de mortalidad masiva en el Partido de La Costa en Septiembre del 2004 y un año después de dicho suceso.

MATERIALES Y METODOS

Se colectaron 40 ejemplares de *Mesodesma mactroides* y muestras de agua marina y sedimentos para determinación de metales pesados durante un evento de mortalidad masiva en Septiembre 2004, en las localidades de Aguas Verdes – La Lucila del Mar (Fig. 1). Las almejas colectadas tenían tallas similares ($LT = 40 \pm 9.7$ mm;

rango: 35 – 58 mm) y estaban vivas sobre la arena en el intermareal superior con los sifones y el pie evertidos. La mortandad tuvo una extensión de más de 20 km de largo dentro del Partido de La Costa, Buenos Aires, Argentina. Con el objeto de comparar las concentraciones de metales pesados en los tejidos de *M. mactroides*, también se tomaron muestras en Setiembre 2005 en exactamente las mismas localidades, en dicha oportunidad se colectaron organismos menores y mayores de 1 año de edad (40 mm; Oliver *et al.* 1971) los cuales fueron analizados por separado (juveniles: LT = 20 ± 3 mm; rango 15 – 28 mm, n = 66 y adultos: LT = 47 ± 6 mm; rango 40-61 mm, n = 10). Estos organismos se encontraban enterrados en el submareal superior e intermareal inferior y fueron colectados manualmente de los sedimentos obtenidos mediante el uso de un muestreador circular de 27 cm de diámetro y 40 cm de profundidad. En el laboratorio, cada espécimen fue lavado con agua destilada y, empleando pinzas y bisturís plásticos, se separaron los tejidos blandos de las valvas y se secaron en estufa (60°C) por 72 hs. Todo el material empleado (pinzas, bisturís, frascos) fue previamente descontaminado con HNO₃ al 50 % v/v durante 24 hs y sometidos a lavados con agua desionizada (Encina *et al.* 1995). La determinación de As, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb y Zn se llevo a cabo por digestión ácida de las muestras de tejido blando deshidratada en horno a microondas y posterior determinación por espectrometría de emisión atómica por plasma inductivo (ICP-OES) en el SEGEMAR. Las muestras de sedimentos y agua de mar fueron acondicionadas de acuerdo a las técnicas descriptas en APHA (1993) y los metales fueron determinados por ICP-OES en el CETA-FVET-UBA.

La comparación de las concentraciones de metales pesados entre las distintas épocas se realizó mediante el test de comparación de medias con varianzas desiguales conocida como la aproximación *t* de Welch para el test de *t* (Zar 1999)

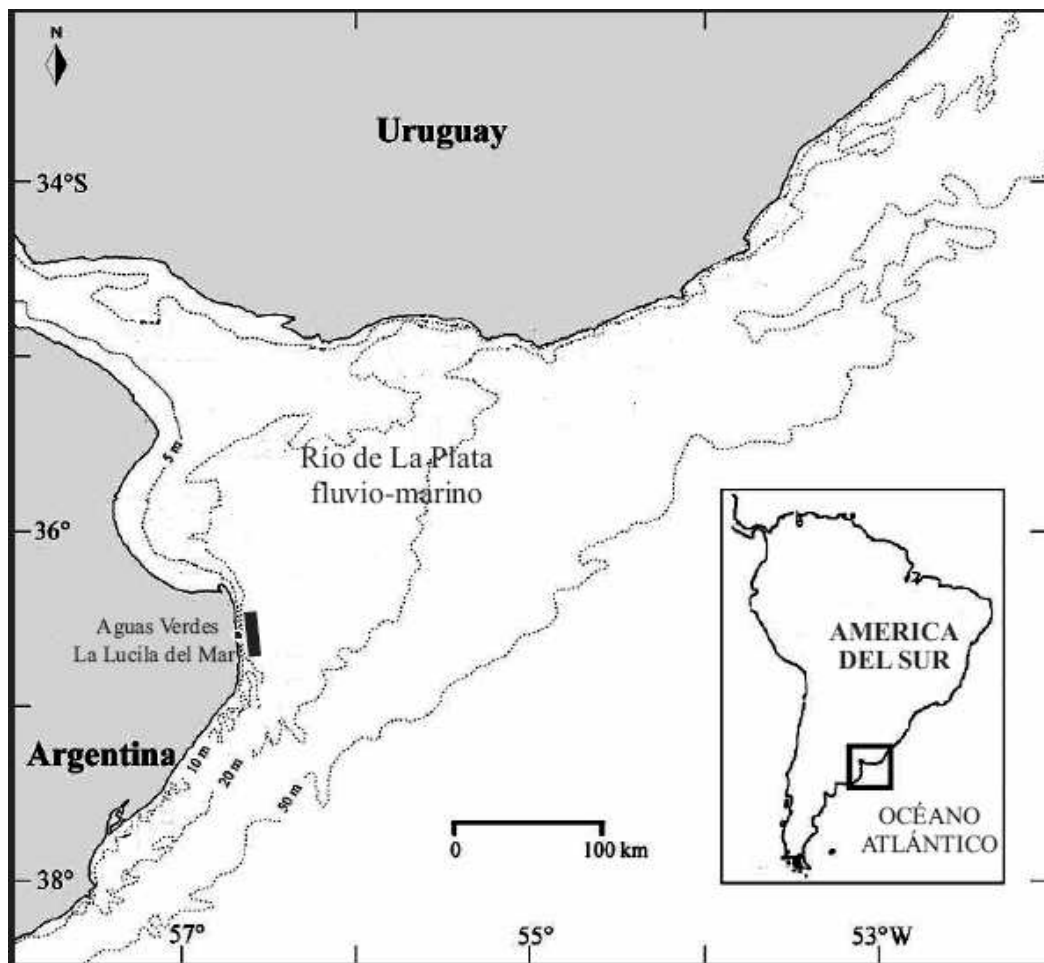


FIGURA 1 – Localización geográfica del evento de mortandad y lugar de muestreo. Línea negra próxima a las localidades indica la extensión del evento de mortandad

RESULTADOS

Los valores obtenidos de Cd, Cu y Pb (11 ± 2 , 42 ± 4 y 7 ± 1 mg/kg peso seco, respectivamente) durante el evento de mortandad, fueron significativamente superiores (test *t* de Welch, $P < 0,02$) a los determinados un año después tanto en organismos de menos de un año de edad (juveniles) como en los organismos mayores (adultos) donde se registraron valores de Cd, Cu y Pb inferiores a 3, 18 y 3 mg/kg peso seco, respectivamente (Tabla 1). En dicha ocasión Cd y Cu tomaron valores significativamente inferiores en los adultos, que en los juveniles (Welch *t*-test, $P < 0,02$). Las concentraciones de Cr, Ni y Zn no difirieron significativamente entre ambas épocas (Tabla 1), mientras que la presencia de As fue significativamente más baja en el evento de contaminación que durante el año siguiente, donde se registró la misma cantidad para individuos juveniles y adultos (Tabla 1). Durante el evento de mortandad, los valores de metales registrados en los sedimentos (Tabla 1) fueron inferiores a los establecidos en los Niveles Guía (CCME 1999), mientras que en agua marina los niveles fueron elevados para Cu, Pb y Zn (4, 102 y 33 $\mu\text{g/L}$ respectivamente) de acuerdo a la legislación nacional (Ley 24.585 Anexo IV), que establece para la protección de la vida acuática en aguas saladas valores límites de 4, 10 y 0.2 $\mu\text{g/L}$ respectivamente.

TABLA 1 – Concentraciones de metales pesados (\pm desvío estándar) en tejido de *M. mactroides*, (sedimentos y agua de mar) durante el evento de mortandad (09/2004) y un año después. (*) $P < 0,05$ Test *t* de Welch.

Fecha	09/2004 (Mortandad)			09/2005	
	<i>M. mactroides</i>	Sedimentos	Agua	<i>M. mactroides</i>	
	(n = 40)			Juveniles (n = 66)	Adultos (n = 10)
Metal	($\mu\text{g/g PS}$)	($\mu\text{g/g}$)	($\mu\text{g/l}$)	($\mu\text{g/g PS}$)	($\mu\text{g/g PS}$)
As	$5 \pm 1^*$	<12	<12	11 ± 2	11 ± 2
Cd	$11 \pm 2^*$	<2	<2	$3 \pm 0,8$	$1 \pm 0,2$
Cu	$42 \pm 4^*$	$10,3 \pm 0,5$	$4 \pm 0,4$	18 ± 2	15 ± 2
Cr	$1 \pm 0,2$	$15,8 \pm 5,0$	$6,2 \pm 1,5$	<1	<1
Ni	$2 \pm 0,5$	$7,6 \pm 0,8$	$3,3 \pm 0,6$	$1 \pm 0,2$	$1 \pm 0,2$
Pb	$7 \pm 1^*$	$9,7 \pm 1,0$	102 ± 8	$3 \pm 0,7$	<1
Zn	76 ± 6	$48,5 \pm 2,7$	$32,6 \pm 2,5$	58 ± 4	70 ± 5

DISCUSION

Los metales detectados con mayor concentración en los tejidos de la almeja amarilla durante el evento de mortandad (Cu, Pb y Cd) han sido reportados en cantidades crecientes en los sedimentos en la zona del frente fluvio marino del Río de la Plata (rangos: 36–48, 19-26 y 0.01-0.04 $\mu\text{g/g}$ respectivamente, Carsen *et al.* 2003), al norte del sector estudiado (Fig. 1), como un fenómeno de acumulación reciente de acuerdo al análisis de testigos verticales (FREPLATA 2005). Este fenómeno puede ser explicado como una consecuencia directa de la acumulación progresiva de partículas suspendidas con mayor contenido de contaminantes transportadas desde la zona interior del Río de la Plata o zonas costeras y que sedimentarían y acumularían en la zona del frente, donde también se han reportado altas concentraciones en agua de Cu y Pb (de 2 a 4 $\mu\text{g/L}$ para ambos metales, FREPLATA 2005). En consecuencia, el frente marítimo podría ser la fuente de los metales pesados que llegan al área de estudio a través del patrón de circulación estacional del Río de la Plata, que en la época de estudio (primavera-verano) fluye hacia el sur a lo largo de la costa de Buenos Aires (Guerrero *et al.* 1997).

Estudios experimentales han demostrado que el incremento en la concentración de Cd o Cu en el medio tiene un efecto negativo en la capacidad de enterramiento de distintos bivalvos (Phelps *et al.* 1983, Roper *et al.* 1995, Byrne & O'Halloran 1999, Shin *et al.* 2002). Esta incapacidad de enterrarse de la almeja amarilla fue registrada en un evento previo de mortalidad en Monte Hermoso, Buenos Aires (Fiori & Cazzaniga 1999). Los valores registrados por Fiori y Cazzaniga para Cu en tejido fueron similares a los de este estudio (mientras que el Cd estuvo bajo el límite de detección). Sin embargo, el Cu no puede ser el único factor responsable de esta incapacidad de enterrarse, ya que esta alteración fisiológica fue obtenida experimentalmente con valores de Cu en

agua y/o sedimentos más elevados que los registrados en este estudio (Bryan & Langston 1992, Roper & Hickey 1994). Fiori y Cazzaniga (1999) descartan a los metales pesados como la causa (directa o indirecta) de la mortandad de la almeja amarilla, aduciendo que la misma pudo deberse a una combinación de factores, que incluye cambios en las condiciones climáticas. No obstante, la concentración registrada de Cd en nuestro estudio junto con los valores obtenidos de Zn (significativamente mayores en este caso que en Fiori y Cazzaniga) permitirían considerar a los metales pesados como uno de los posibles causales indirectos de la mortandad. La presencia de Zn incrementa la toxicidad del Cd sobre los invertebrados acuáticos (Negilski *et al.* 1981, Environmental Health Criteria 135 1992).

Si bien la presencia de Cd en los sedimentos y en el agua estuvo por debajo de los límites de detección (< 2 mg/kg y < 2 µg/L, respectivamente), la concentración registrada en las almejas durante la mortandad (11 mg/kg, equivalente a 1.5 mg/kg de peso fresco) es superior a la obtenida en estudios previos de bivalvos marinos en la Argentina (Fiori & Cazzaniga 1999, Perez *et al.* 2005) y es superior al límite máximo de tolerancia establecido para el consumo humano de productos de la pesca (1 mg/kg de peso fresco; Res 102/94 del MERCOSUR/GMC). En zonas industriales y portuarias, pueden registrarse valores que son sólo superiores en un orden de magnitud (Eisler 1985). En los moluscos este metal afecta varios componentes celulares y disminuye el metabolismo mitocondrial. Estos efectos provocan un serio disturbio en el balance energético (Sokolova *et al.* 2005), resultando en una disminución generalizada del metabolismo celular (Ciocan & Rotchell 2004). Si bien los bivalvos marinos tienen la capacidad de acumular Cd en los tejidos blandos con valores experimentales muy superiores a los obtenidos en el presente estudio, los efectos adversos del Cd sobre los procesos fisiológicos han sido detectados cuando los organismos están expuestos a concentraciones relativamente bajas (Sokolova *et al.* 2005). La ausencia de este elemento en los sedimentos y el agua, sugiere que las almejas sufrieron un proceso de contaminación por Cd previa al evento observado.

Si bien los bivalvos poseen mecanismos de detoxificación de metales (Phillips 1995), es posible que las concentraciones registradas principalmente de Cd y Cu en los tejidos de las almejas hayan tenido un efecto subletal que se ha reflejado en la alteración de la capacidad de enterramiento de estos bivalvos. Esta situación simultáneamente con factores climáticos, podría haber afectado la población de almeja resultando en el evento de mortandad observado. Condiciones climáticas particulares (tormentas junto a mareas barométricas) han sido consideradas responsables de fenómenos de mortandad de poblaciones intermareales de almeja amarilla ya que arrastran a los organismos a los niveles más altos de la playa (Defeo 2003, Fiori & Defeo 2006). Si bien al igual que en Fiori y Cazzaniga (1999), se observaron circunstancias climáticas particulares (fuertes vientos hacia la costa y tormentas) previas al evento de mortandad, en esta ocasión aparentemente fue afectada la población submareal, ya que también se registraron algunos caracoles submareales (*Adelomelon* sp.). Por otra parte se descartó, la posibilidad de mortandad debido a marea roja, ya que el contenido estomacal estaba conformado por muchos sedimentos y algunas diatomeas céntricas no tóxicas.

En conclusión, este evento de mortandad pudo haber sido la resultante de un conjunto de factores que afectaron a la población submareal de almeja amarilla; condiciones climáticas adversas pueden haber "arrancado" del fondo submareal y arrastrado a la playa a los especímenes, cuya fisiología estaba previamente alterada por un evento aislado de contaminación con metales pesados. Dicho evento fue un causal indirecto de la mortandad ya que limitó la capacidad de enterrarse de los organismos.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a los colegas y amigos que nos asistieron con las tareas de campo, al Dr. Daniel Nahabedian por el análisis del contenido estomacal de las almejas. El manuscrito ha sido muy beneficiado por las sugerencias efectuadas por revisores anónimos. La realización de las campañas y análisis de las muestras fue parcialmente financiado por PADI Foundation (California, USA).

LITERATURA CITADA

- APHA. 1993. Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales. APHA, AWWA, WPCF 17.^a ed. Edic. Díaz de Santos S. A. pp. 10 – 220
- BASTIDA, RA, E IENO, JP MARTIN & E MABRAGAÑA. 1996. The yellow clam *Mesodesma mactroides* durante el verano de 1989 en la provincia de Buenos Aires, Argentina. *Frente Marítimo*, 9A:83-92.
- BRYAN, GW & WJ LANGSTON. 1992. Bioavailability, accumulation and effects of heavy metals in sediments with special reference to United Kingdom estuaries: a review. *Environ. Pollut.*, 76: 89-131.
- BYRNE, PA & J O'HALLORAN. 1999. Aspects of assaying sediment toxicity in Irish estuarine ecosystems. *Mar. Pollut. Bull.*, 39:97-105.
- CARSEN, A, C PERDOMO & M ARRIOLA. 2003. Contaminación de Sedimentos del Río de la Plata y su Frente Marítimo. V *Jornadas Nacionales de Ciencias del Mar*, Resumen Ca561.
- CIOCAN, CM & JM ROTCHELL. 2004. Cadmium induction of metallothionein isoforms in juvenile and adult mussel (*Mytilus edulis*). *Environ. Sci. Tech.*, 38:1073-1078.
- CCME 1999. Canadian Council of Ministers of the Environment. Canadian Environmental Quality Guidelines.
- DEFEO, O. 2003. Marine invertebrate fisheries in sandy beaches: an overview. *J. Coastal Res.*, SI 35:56-65.
- EISLER, R. 1985. Cadmium hazards to fish, wildlife, and invertebrates: A synoptic review. U.S. Fish and Wildlife Service Biological Report 85 (1.2), Contaminant Hazard Reviews Report 2. 46 p.
- ENVIRONMENTAL HEALTH CRITERIA 135. 1992. Cadmium - Environmental Aspects. International programme on chemical safety, World Health Organization.
- ENCINA, FM, LM CHUECAS & OS DÍAZ. 1995. Metodología analítica base para la determinación de metales pesados en macroalgas. En: ALVER, FERRARIO, OLIVEIRA y SAR (eds) Manual de Métodos Ficológicos, Concepción, Chile. 763-765.
- FIORI, S & N CAZZANIGA. 1999. Mass mortality of the yellow clam, *Mesodesma mactroides* (Bivalvia, Mesodesmatidae) in Monte Hermoso beach, Argentina. *Biol. Conserv.*, 89: 305-309
- FIORI, S & O DEFEO. 2006. Biogeographic pattern in life-history traits of the yellow clam *Mesodesma mactroides*, in sandy beaches of South America. *J. Coastal Res.*, 22:872-880.
- FREPLATA 2005. Análisis Diagnóstico Transfronterizo del Río de la Plata y su Frente Marítimo. Documento Técnico. Proyecto Protección Ambiental del Río de la Plata y su Frente Marítimo. Proyecto PNUD/GEF/RLA/99/G31.
- GUERRERO, RA, EM ACHA, MB FRAMIÑAN & CA LASTA. 1997. Physical oceanography of the Río de la Plata Estuary, Argentina. *Cont. Shelf Res.*, 17:727-742.
- MÉNDEZ, S. 1995. Bivalve mortality on southwest Atlantic shores. *Harmful Algae News*, 10-11, 12
- NEGILSKI, DS, M AHSANULLAH & MC MOBLEY. 1981. Toxicity of Zinc, Cadmium and Copper to the Shrimp *Callinassa australiensis*. II. Effects of Paired and Triad Combinations of Metals. *Mar. Biol.*, 64:305-309.
- ODEBRECHT, C, L RORIG, VT GARCIA & PC ABREU. 1995. Shellfish mortality and red tide event in southern Brazil, En: P Lassus (Ed) Harmful Mar Algal Blooms: 213-218. Springer-Verlag, New York.
- OLIVIER, SR, DAA CAPEZZANI, JI CARRETO, HE CHRISTIANSEN, VJ MORENO, JE AIZPUN DE MORENO & PE PENCHASZADEH. 1971. Estructura de la comunidad, dinámica de la población y biología de la almeja amarilla (*Mesodesma mactroides* Desh 1854) en Mar Azul (Pdo. de Gral. Madariaga, Bs. As., Argentina). Proyecto Desarrollo Pesquero FAO, Serie Informe Técnico 27:1-90.
- PENCHASZADEH, PE & SR OLIVIER. 1975. Ecología de una población de "berberecho" (*Donax hanleyanus*) en Villa Gesell, Argentina. *Malacologia* 15:133-146.
- PÉREZ, AA, MA FAJARDO, AM STROBL, LB PÉREZ, A PIÑEIRO & CM LÓPEZ. 2005. Contenido de plomo, cromo y cadmio en moluscos comestibles del Golfo San Jorge (Argentina). *Acta Toxicología Argentina*, 13:20-25.
- PHELPS, HL, JT HARDY, WH PEARSON & CW APTS. 1983. Clam burrowing behaviour: Inhibition by copper-enriched sediment. *Mar. Pollut. Bull.*, 14:452-455.
- PHILLIPS, DJH. 1995. The chemistries and environmental fates of trace metals and organochlorines in Aquatic Ecosystems. *Mar. Pollut. Bull.*, 31:193-200.
- ROPER, DS & CW HICKEY. 1994. Behavioural responses of the marine bivalve *Macomona liliana* exposed to copper- and chlordane-dosed sediments. *Mar. Biol.*, 118:673-680
- ROPER, DS, MG NIPPER, CW HICKEY, ML MATRIN & MA WEATHERHEAD. 1995. Burial, crawling and drifting behaviour of the bivalve *Macomona liliana* in response to common sediment contaminants. *Mar. Pollut. Bull.*, 31:471-478.
- SHIN, PKS, NG AWM & RYH CHEUNG. 2002. Burrowing responses of the short-neck clam *Ruditapes philippinarum* to sediment contaminants. *Mar. Pollut. Bull.*, 45:133-139.
- SOKOLOVA, IM, AH RINGWOOD & C JOHNSON. 2005. Tissue-specific accumulation of cadmium in subcellular compartments of eastern oysters *Crassostrea virginica* Gmelin (Bivalvia: Ostreidae). *Aquat. Toxicol.*, 74:218-228.
- ZAR, J. 1999. Biostatistical analysis Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, NJ. 931 p.

Data de recebimento: 16/04/2007

Data de aceitação: 10/07/2007

