

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/26504567>

Concentraciones de metales pesados (plomo y cadmio) en conservas de almeja, berberecho y navaja comercializadas en España

Article in *Ciencia y Tecnología Alimentaria* · January 2004

Source: DOAJ

CITATIONS

2

READS

708

5 authors, including:



Julián Alonso-Díaz

University of Santiago de Compostela

90 PUBLICATIONS 1,565 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



David Hernandez-Moreno

Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA-CSIC)

110 PUBLICATIONS 712 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



María Julia Melgar

University of Santiago de Compostela

98 PUBLICATIONS 2,046 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Marcos Pérez-López

Universidad de Extremadura

193 PUBLICATIONS 1,706 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Elementos traza en hongos macromycetes. Trace elements in mushrooms [View project](#)



Biomarkers of exposure in fish after exposure to pesticides [View project](#)

Ciencia y Tecnología Alimentaria

Ciencia y Tecnología Alimentaria
Sociedad Mexicana de Nutrición y Tecnología de Alimentos
somenta@gmail.com
ISSN (Versión impresa): 1135-8122
ISSN (Versión en línea): 1696-2443
MÉXICO

2004

D. Hernández Moreno / M.A. García Fernández / J. Alonso Díaz / M.J. Melgar Riol / M.
Pérez López

CONCENTRACIONES DE METALES PESADOS (PLOMO Y CADMIO) EN
CONSERVAS DE ALMEJA, BERBERECHO Y NAVAJA COMERCIALIZADAS EN
ESPAÑA

Ciencia y Tecnología Alimentaria, julio, año/vol. 4, número 003
Sociedad Mexicana de Nutrición y Tecnología de Alimentos
Reynosa, México
pp. 197-205

Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal



Universidad Autónoma del Estado de México

<http://redalyc.uaemex.mx>

CONCENTRACIONES DE METALES PESADOS (PLOMO Y CADMIO) EN CONSERVAS DE ALMEJA, BERBERECHO Y NAVAJA COMERCIALIZADAS EN ESPAÑA

HEAVY METAL (LEAD AND CADMIUM) CONCENTRATIONS IN TINNED CLAM,
COMMON COCKLE AND RAZOR SHELL COMMERCIALIZED IN SPAIN

CONCENTRAÇÕES DE METAIS PESADOS (CHUMBO E CADMIO) EN CONSERVAS
DE AMEIXA, BERBERECHO E NAVALLA COMERCIALIZADAS EN ESPAÑA

Hernández Moreno, D.¹; García Fernández, M. A.¹; Alonso Díaz, J.¹; Melgar Riol, M. J.^{1*}; Pérez López, M.²

¹Área de Toxicología. Facultade de Veterinaria (USC). Avda de Madrid s/n. 27002 Lugo.

²Área de Toxicología. Facultad de Veterinaria (UEX). Avda de la Universidad s/n. 10071 Cáceres. Email: marcospl@unex.es

*Autor para la correspondencia. e-mail: mjmelgar@lugo.usc.es

Recibido: 18 de Septiembre 2003; recibida versión revisada: 12 de Noviembre 2003; aceptado: 13 de Noviembre 2003

Received: 18 September 2003; revised version received: 12 November 2003; accepted: 13 November 2003

Abstract

Tinned molluscs are specially affected by toxicological problems associated to heavy metal levels in foods, due to the filtrant capacity of these species. At the present work, concentrations of two heavy metals, lead and cadmium, in different tinned clam, common cockle and razor shell commercialized in Spain have been determined. Heavy metal concentrations in muscle, liver and liquid have been determined by means of dry digestion and anodic stripping voltammetry. Results have been statistically treated in order to evaluate the correlations between heavy metal content into the different established portions. With respect to lead, higher concentrations were quantified in liver samples (mainly those corresponding to common cockle), whereas for cadmium only razor shell samples showed a clear accumulation into liver. According to levels set by legislation, it has been established that heavy metal concentrations in tinned products do not constitute a risk for human health. © 2004 Altaga. All rights reserved.

Keywords: Metal, lead, cadmium, tinned, clam, common cockle, razor shell

Resumen

Las conservas de moluscos son especialmente sensibles a la problemática toxicológica causada por los metales pesados en los alimentos, por la capacidad filtrante de estos animales. En el presente estudio se han determinado los niveles de dos metales pesados, plomo y cadmio, en distintas conservas de almeja, berberecho y navaja, comercializadas en España. Empleando la digestión por vía seca, y por medio de una técnica de voltamperometría de redisolución anódica, se han analizado los niveles de ambos xenobióticos en el músculo y el hepatopáncreas de estos animales, así como en el líquido de cobertura. Los resultados han sido tratados estadísticamente para evaluar las posibles correlaciones en el contenido de metales en las distintas porciones anatómicas establecidas. Con respecto al plomo, destacan las mayores concentraciones alcanzadas en las muestras de hepatopáncreas (en especial para los berberechos), mientras que en el caso del cadmio esta distribución no ha sido tan homogénea, y tan sólo las navajas presentaron una tendencia acumuladora de este metal en el hepatopáncreas. De acuerdo a la legislación vigente se ha podido establecer que los niveles de metales pesados cuantificados no suponen riesgo para la salud del consumidor. © 2004 Altaga. Todos los derechos reservados.

Palabras clave: Metal, plomo, cadmio, conserva, almeja, berberecho, navaja

Resumo

As conservas de moluscos son especialmente sensibles á problemática toxicolóxica causada polos metais pesados nos alimentos, pola capacidade filtrante destes animais. No presente estudio determináronse os niveis de dous metais pesados, chumbo e cadmio, en distintas conservas de ameixa, berberecho e navalla, comercializadas en España. Empregando a dixestión por vía seca, e por medio dunha técnica de voltamperometría de redisolución anódica, analizáronse os niveis de ámbolos dous xenobióticos no músculo e o hepatopáncreas destes animais, así coma no líquido de cobertura. Os resultados foron tratados estatísticamente para avaliar as posibles correlacións no contido de metais nas distintas porcións anatómicas establecidas. Con respecto ó chumbo, salientan as maiores concentracións acadadas polas mostras de hepatopáncreas (en especial para os berberechos), mentres que no caso do cadmio esta distribución non foi tan homoxénea, e tan só as navallas amosaron unha tendencia acumuladora dese metal no hepatopáncreas. Dacordo coa lexislación vixente puido establecerse que os niveis de metais pesados cuantificados non supoñen risco para a saúde do consumidor. © 2004 Altaga. Tódolos dereitos reservados.

Palabras chave: Metal, chumbo, cadmio, conserva, ameixa, berberecho, navalla

INTRODUCCIÓN

Partiendo de la premisa, fundamental en Toxicología, que establece que la toxicidad de cualquier sustancia depende de su dosis, los compuestos metálicos pueden comportarse de dos maneras diferentes en la fisiología del ser humano: algunos de ellos son esenciales para la vida y tan sólo resultan tóxicos a partir de determinadas concentraciones, mientras que otros no poseen efectos fisiológicos, resultando por tanto tóxicos a cualquier dosis (Repetto, 1995). Dentro de este segundo grupo se encuentran los dos xenobióticos estudiados en el presente estudio, el plomo y el cadmio, dos metales pesados altamente tóxicos para los cuales resulta fundamental, en interés de la salud del consumidor, mantener su contenido en los alimentos en niveles aceptables toxicológicamente (Derache, 1990).

El primero de estos agentes, el plomo, puede aparecer en elevadas cantidades en los alimentos, asociado por ejemplo al empleo de componentes galvanizados (los materiales elaborados a base de zinc pueden contener plomo), de tal manera que las soldaduras de un envase pueden llegar a presentar hasta 3 mg de este elemento por kg (Buck *et al.*, 1981), liberándose hacia los alimentos especialmente en medios ácidos (Lindner, 1995). A esta posible fuente de contaminación generada durante el procesado, conviene añadir la procedente directamente de los niveles medioambientales de este metal, con lo cual puede ser fácilmente absorbido y retenido por los animales y plantas, pudiendo llegar a constituir una importante fuente de contaminación de los alimentos (Pérez-López *et al.*, 2003a). En este sentido el plomo ha sido y es empleado por el ser humano en multitud de productos y fines, industriales o no, cuya importancia toxicológica es evidente (Pérez-López *et al.*, 2003b). Es por ello que la WHO/FAO ha establecido provisionalmente como nivel de ingesta semanal tolerable para este metal la cantidad de 25 µg/kg de peso corporal (WHO/FAO, 1999).

En cuanto al cadmio, segundo metal pesado referido en el presente estudio, se emplea fundamentalmente en la industria de la aleación, así como en pigmentos, estabilizantes, e incluso fertilizantes (al emplear rocas fosfóricas con alto contenido en el agente tóxico), provocando que sea un xenobiótico fácilmente contaminante de productos alimenticios (Marruecos *et al.*, 1993), habiéndose detectado en concentraciones elevadas en productos tan variados como moluscos, crustáceos, peces, granos (sobre todo de arroz y germen de trigo), y café. En concreto, en zonas con una especial sensibilidad a este agente como es el caso de Japón, se ha podido observar que la cantidad de cadmio aportada a la dieta por pescados y mariscos puede llegar a ser de hasta una tercera parte del aporte diario total (Reilly, 2002). Todo ello ha llevado al establecimiento de niveles de ingesta semanal provisionalmente tolerada situados en 7 µg/kg de peso corporal, existiendo pequeños márgenes de seguridad entre exposiciones consideradas aceptables en la dieta y aquéllas susceptibles de generar efectos nocivos (WHO/FAO, 1993).

Dentro de los alimentos susceptibles de sufrir contaminaciones metálicas destacan los moluscos

comestibles, entre los que se encuentran algunas de las especies más apreciadas culinariamente, con un elevado aporte energético, un bajo nivel de carbohidratos y alto contenido proteico. La producción global de moluscos bivalvos representa el 50 % de la facturación total de productos marinos, debido en gran medida a su excelente perspectiva en rentabilidad económica (Bautista, 1989). Dejando de lado el importante campo constituido por el mejillón en Galicia, en nuestra Comunidad Autónoma, específicamente sobre sustrato arenoso, se desarrollan cultivos de almeja babosa y japonesa, y de berberecho. A este grupo hay que añadir las navajas, que están sometidas tan sólo a labores extractivas. La rentabilidad del cultivo marino es alta, máxime si tenemos en cuenta que en la actualidad hay censadas en Galicia más de 30000 personas dedicadas a la cría de moluscos, sin contar con las empleadas directamente por la industria conservera (Porta y Santos Piñeiro, 2001). Es por ello que la producción y comercialización de estos organismos está regulada por la Reglamentación Técnico-Sanitaria específica, en que se fijan las normas aplicables a la producción y comercialización de moluscos bivalvos vivos, y ha de ser cumplida en todo tipo de cultivos marinos (Real Decreto 571/1999). Este hecho se hace más palpable si consideramos, por una parte, las especiales características fisiológicas de estos moluscos, animales filtradores capaces de concentrar en sus organismos distintos elementos contaminantes en cantidades superiores a las existentes en el medio en que se desarrollan, generando por ello serios y en ocasiones peligrosos problemas para la salud de los consumidores (Bautista, 1989). A esta realidad hemos de sumar que todos los medios marinos están sometidos a una intensa presión humana, siendo en última instancia los receptores finales de gran cantidad de contaminantes, tanto por arrastre eólico como por liberación y vertido directo (Merián, 1990), siendo en este contexto las Rías gallegas unos ecosistemas especialmente sensibles a esta problemática.

Relacionado con este aspecto, además de las referencias legislativas anteriormente mencionadas, merece destacarse el Reglamento C.E. nº 466/2001 (Comisión de 8 de marzo de 2001), en que se establecen los contenidos máximos de determinados contaminantes en los productos alimenticios, y que se aplica desde el 5 de abril de 2002, estando fijados en 1 mg/kg de peso fresco de molusco bivalvo, para los dos metales pesados. Por otra parte, para evitar distintos problemas de índole sanitaria, las aguas donde tienen lugar estos cultivos marinos también han de adaptarse a determinadas normas de calidad (microbiológica y química), como es el caso del Real Decreto 345/1993, que indica las normas aplicables a esta agua así como a la producción del molusco bivalvo y otros invertebrados marinos, salvaguardando la óptima calidad del producto final (Real Decreto 345/1993).

En definitiva, el objetivo pretendido con el presente estudio ha sido evaluar el contenido en dos metales pesados (plomo y cadmio) con claras repercusiones sanitarias en distintas muestras de conservas de almejas, berberechos y navajas comercializadas en España, para evaluar el riesgo toxicológico que pueda suponer el consumo de estas conservas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Recogida de muestras

Se emplearon almejas chilenas (*Mulinia spp.*), navajas (*Ensis ensis* L.) y berberechos (*Cerastoderma edule* L.) enlatados por distintas casas comerciales, dado que la cantidad utilizada de estos moluscos para la transformación industrial en producto precocinado, congelado o en conserva es muy importante. La recogida de muestras correspondientes a estos moluscos enlatados se realizó mediante la adquisición directa del producto en áreas comerciales, sin establecer diferencias entre los tratamientos tecnológicos, puesto que el único procesado encontrado fue el de conservas al natural. Para la elección de las latas muestreadas no se consideró ni el lote ni el tamaño o categoría del molusco, con el fin de que las muestras fueran representativas de lo que la población consume.

El número total de muestras analizadas en el estudio fue de 15, divididas en grupos de 5 latas por cada molusco estudiado. El código establecido para designar las muestras fue la letra A (almeja), B (berberecho) y N (navaja), dependiendo del molusco analizado, seguido de un número correspondiente a cada una de las 5 marcas comerciales estudiadas.

Con material de plástico adecuado se tomó cada ejemplar por separado, lavándose con agua milli-Q, eliminándose los restos del líquido de cobertura. A continuación se establecieron dentro de cada lata, 3 grupos de animales, formado cada uno por tres individuos (el número total de individuos muestreados al azar dentro de cada lata fue de 9), salvo en algunas latas de navajas, donde el reducido número de ejemplares obligó a formar 3 grupos de tan sólo 2 ejemplares cada uno. Se disecó cada molusco, separándose la porción muscular y el hepatopáncreas. También se tomó un volumen de líquido de cobertura para su análisis, pues tal como expresa la Directiva 2001/22/CE de la Comisión (D.O.C.E. 16/03/01), transpuesta por el Real Decreto 256/2003, en el caso de los productos líquidos de los que se puede suponer una distribución homogénea del contaminante en cuestión, en un lote dado, es suficiente con tomar una muestra elemental por lote que forme la muestra global.

Técnica analítica

Una vez aislada cada muestra, se procedió a su homogeneizado, secado en estufa (para la obtención del peso seco) y digestión por vía seca en horno mufla, de acuerdo a la metodología previamente descrita por García *et al.* (1998). Las cenizas blancas se trataron con 10 ml de HCl 0,5 N calentando el crisol cuidadosamente en placa calefactora, y transfiriéndose el contenido filtrado a un matraz aforado, enrasando a un volumen final de 25 ml. La determinación de los niveles de plomo y cadmio se llevó a cabo mediante voltamperometría de redisolución anódica de impulso diferencial con electrodo de gota de mercurio, aplicando un potencial convenientemente elegido. Los potenciales de pico se localizaron a -400 mV para el plomo y a -600 mV para el cadmio.

La precisión del método se determinó mediante el estudio de la recuperación analítica, obteniéndose un

porcentaje superior al 87% para los dos elementos estudiados. El líquen *Evernia prunastri* L. (IAEA-336) fue empleado como material de referencia.

Para el análisis estadístico de los resultados se ha recurrido al programa informático SPSS 9.0 para Windows, realizándose el estudio estadístico de la prueba T para muestras relacionadas, comparándose las medias de dos variables que pertenecen a un mismo grupo, considerando como variables las concentraciones de los metales a estudio en la porción muscular, el hepatopáncreas y el líquido de cobertura pertenecientes a una misma lata.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las Figuras 1 y 2 se muestran las concentraciones de plomo y cadmio, respectivamente, cuantificadas en las distintas muestras analizadas en el presente trabajo, expresadas en ppm de peso seco. De manera parecida, en la Tabla 1 se presentan las concentraciones obtenidas para ambos metales, pero expresadas en términos de ppm en peso húmedo. Con respecto al plomo, se observa que la mayor parte de las muestras de moluscos presentan una mayor concentración de este metal en el hepatopáncreas frente al músculo o el correspondiente líquido de cobertura. Este hecho es especialmente palpable al observar los resultados correspondientes a los berberechos, mostrando las diferencias más apreciables entre las dos porciones anatómicas. En esta misma especie, destacan en general las altas concentraciones de plomo alcanzadas, con valores que en el caso del hepatopáncreas se situaron por encima de 1 ppm. Por otra parte, el elevado valor de concentración obtenido para el plomo en el líquido de cobertura identificado con el número N3 (muestra de navajas) hace difícil su evaluación. Descartado el fallo en la realización del análisis, dada la reproducibilidad de los resultados, se asociaría a una contaminación accidental de la muestra, o a un fallo en el barniz de la lata, lo que habría provocado un escape del metal del envase al líquido de cobertura.

Por lo que respecta al otro metal analizado en el presente estudio, el cadmio, se puede observar que mientras que en las navajas hay una clara predisposición a una tendencia acumuladora en el hepatopáncreas, en los otros dos moluscos analizados este hecho no es tan claro. En las almejas hay dos muestras sobre cinco en que es mayoritario el cadmio en el músculo, y en berberecho se observa un alto índice de este metal en dos de las cinco muestras de líquido de cobertura. El elevado valor de concentración de cadmio encontrado en la muestra B1 (berberecho) podría atribuirse de nuevo a una contaminación puntual de la muestra, lo que podría verse corroborado por el bajo valor de las otras dos porciones anatómicas procedentes de esa misma muestra. En resumen, se puede establecer que la acumulación de ambos metales en las tres especies estudiadas se atiende al siguiente orden:

Plomo: berberecho > almeja > navaja
 Cadmio: almeja > navaja > berberecho

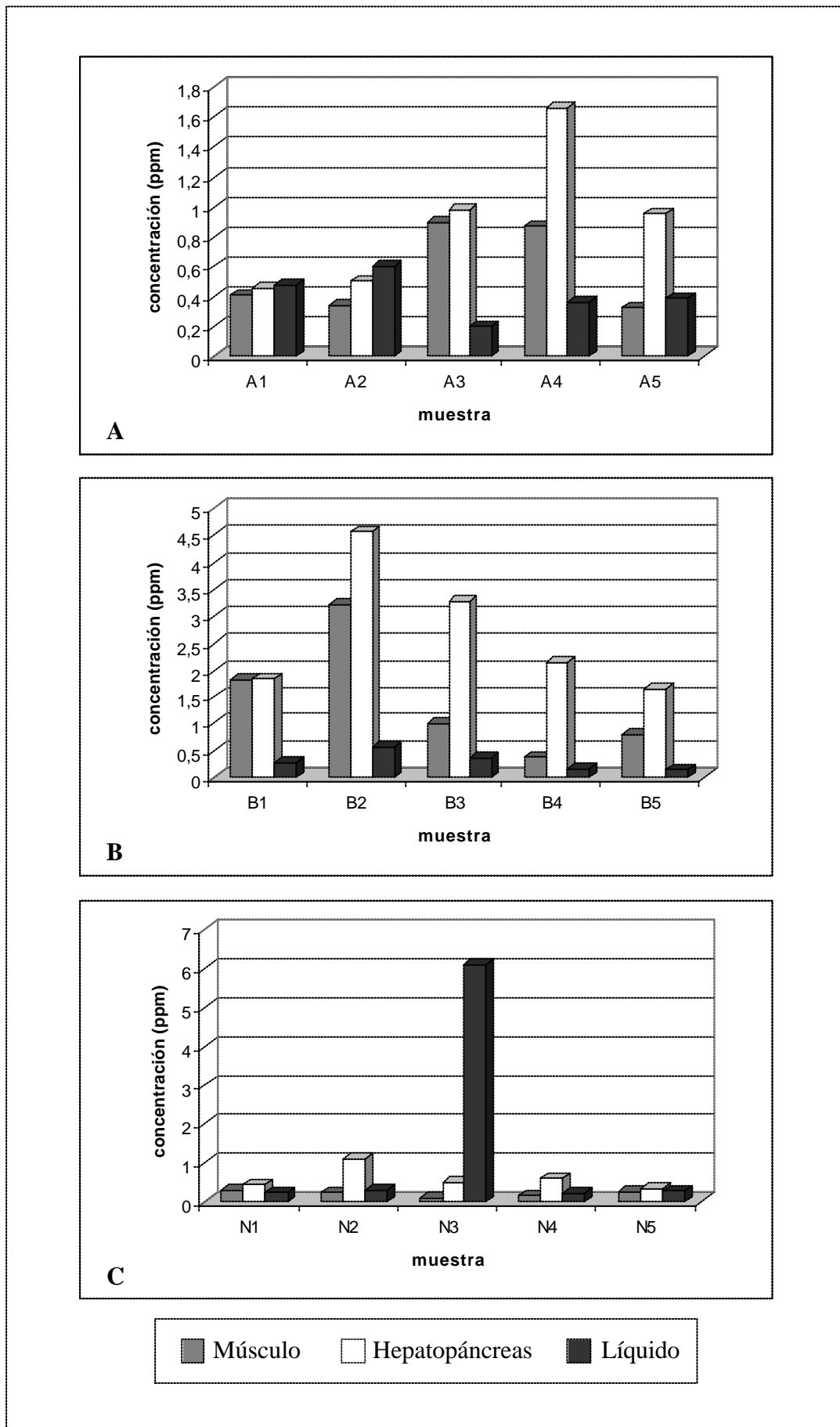


Figura 1. Concentración de plomo expresada en ppm de peso seco, en las distintas muestras analizadas en el presente estudio: almejas (A), berberechos (B) y navajas (C).

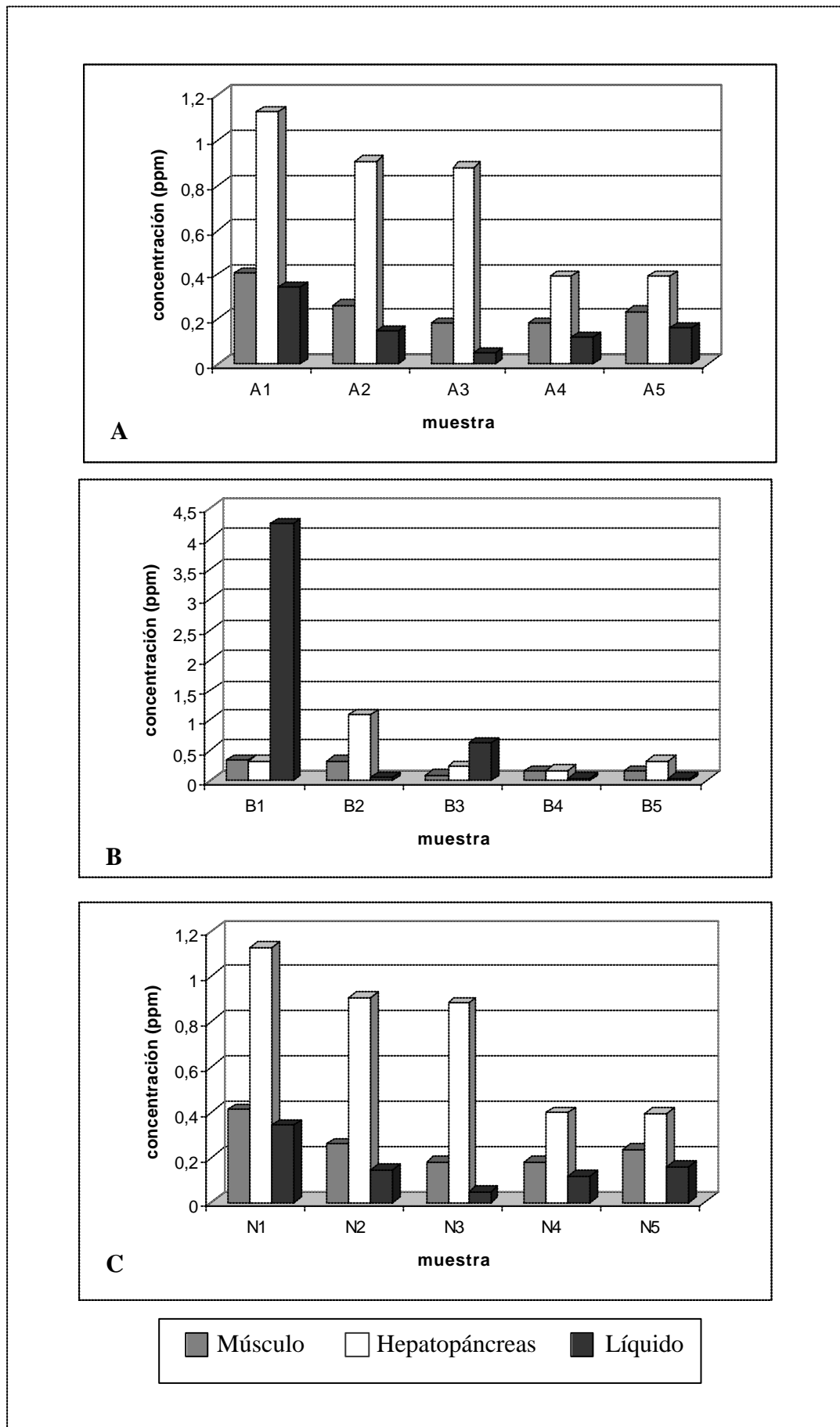


Figura 2. Concentración de cadmio expresada en ppm de peso seco, en las distintas muestras analizadas en el presente estudio: almejas (A), berberechos (B) y navajas (C).

Tabla 1.- Contenido en plomo (A) y cadmio (B) de las distintas muestras analizadas en el presente trabajo, expresadas en ppm sobre peso húmedo.

| A | | Músculo | Hepatopáncreas | Líquido |
|-------------------|----|----------------|-----------------------|----------------|
| Almeja | A1 | 0,104 ± 0,003 | 0,105 ± 0,062 | 0,128 |
| | A2 | 0,091 ± 0,046 | 0,114 ± 0,016 | 0,048 |
| | A3 | 0,203 ± 0,033 | 0,259 ± 0,033 | 0,017 |
| | A4 | 0,198 ± 0,067 | 0,447 ± 0,246 | 0,028 |
| | A5 | 0,070 ± 0,017 | 0,231 ± 0,168 | 0,033 |
| Berberecho | B1 | 0,452 ± 0,040 | 0,469 ± 0,030 | 0,040 |
| | B2 | 0,753 ± 0,602 | 1,093 ± 0,407 | 0,049 |
| | B3 | 0,232 ± 0,077 | 0,730 ± 0,170 | 0,038 |
| | B4 | 0,087 ± 0,003 | 0,548 ± 0,095 | 0,016 |
| | B5 | 0,187 ± 0,051 | 0,382 ± 0,317 | 0,018 |
| Navaja | N1 | 0,081 ± 0,065 | 0,112 ± 0,032 | 0,028 |
| | N2 | 0,063 ± 0,006 | 0,275 ± 0,082 | 0,024 |
| | N3 | 0,032 ± 0,024 | 0,147 ± 0,055 | 0,676 |
| | N4 | 0,045 ± 0,012 | 0,177 ± 0,075 | 0,014 |
| | N5 | 0,064 ± 0,021 | 0,085 ± 0,019 | 0,021 |

| B | | Músculo | Hepatopáncreas | Líquido |
|-------------------|----|----------------|-----------------------|----------------|
| Almeja | A1 | 0,173 ± 0,034 | 1,930 ± 1,072 | 0,583 |
| | A2 | 1,324 ± 1,062 | 0,622 ± 0,048 | 0,102 |
| | A3 | 0,260 ± 0,159 | 0,879 ± 0,219 | 0,154 |
| | A4 | 0,574 ± 0,034 | 0,338 ± 0,248 | 0,069 |
| | A5 | 0,056 ± 0,014 | 0,261 ± 0,223 | 0,022 |
| Berberecho | B1 | 0,081 ± 0,031 | 0,081 ± 0,003 | 0,642 |
| | B2 | 0,076 ± 0,048 | 0,260 ± 0,359 | 0,004 |
| | B3 | 0,022 ± 0,006 | 0,050 ± 0,006 | 0,066 |
| | B4 | 0,036 ± 0,002 | 0,041 ± 0,005 | 0,003 |
| | B5 | 0,035 ± 0,014 | 0,074 ± 0,050 | 0,004 |
| Navaja | N1 | 0,112 ± 0,069 | 0,291 ± 0,115 | 0,039 |
| | N2 | 0,070 ± 0,007 | 0,227 ± 0,009 | 0,011 |
| | N3 | 0,053 ± 0,009 | 0,257 ± 0,096 | 0,005 |
| | N4 | 0,050 ± 0,011 | 0,116 ± 0,030 | 0,008 |
| | N5 | 0,059 ± 0,018 | 0,103 ± 0,020 | 0,012 |

En general, se observa que el intervalo de valores de los dos metales para los líquidos de cobertura es inferior al rango de estos mismos metales en los moluscos, algo lógico si consideramos que los verdaderos acumuladores de metales son los moluscos (Cirugeda Delgado *et al.*, 1982). Este hecho puede aportar seguridad al consumidor final, al considerarse que es difícil encontrar problemas de traspaso de metales del envase al medio, salvo puntuales defectos en la fabricación del barnizado o por malas soldaduras. En este sentido hay que considerar que en el presente trabajo las muestras corresponden a preparados tecnológicos al natural, con lo cual el líquido de cobertura no posee demasiada repercusión, al no ser ingerido habitualmente por el consumidor.

En la Tabla 2 se presentan los resultados correspondientes al estudio estadístico de la prueba T. Con respecto a la almeja se puede decir que para ambos metales las diferencias de concentraciones en las distintas porciones anatómicas establecidas no fueron significativas al 0,05, pues el intervalo de confianza (nivel de confianza del 95%) para la diferencia de medias contiene el valor cero. Esto significa que los resultados obtenidos para una misma muestra son similares independientemente de la porción de análisis estudiada.

En el caso de los berberechos, los resultados estadísticos para esta prueba T muestran que no existen diferencias significativas para el cadmio, existiendo sin embargo para el plomo, específicamente al analizar la porción del hepatopáncreas frente a las otras dos fracciones estudiadas (músculo y líquido de cobertura). Es decir, para este metal en los berberechos, las concentraciones obtenidas en el análisis de una misma muestra poseen distinta significación en función de la porción analizada. Por último, en las navajas no se obtuvieron diferencias significativas para el plomo entre las diferentes porciones analizadas, si bien en el caso del cadmio, al analizar la relación entre el contenido en el líquido de cobertura y las otras dos fracciones anatómicas, sí se obtuvieron diferencias significativas, aplicándose el mismo razonamiento que el anteriormente mencionado para el plomo en los berberechos.

A la vista de los resultados, es interesante resaltar la escasez de estudios analíticos efectuados sobre el contenido de metales pesados en las especies de moluscos seleccionadas en el presente trabajo, destacando sin embargo, los estudios centrados en mejillones. Es el caso, por ejemplo, de la investigación desarrollada por Vieites y López (1992) donde se cuantificaron valores de 1,0, 1,3 y 0,9 ppm de plomo (en peso húmedo) respectivamente

Tabla 2.- Prueba T para almejas (A), berberechos (B) y navajas (C): prueba de muestras relacionadas.

| | | Diferencias relacionadas | | | | | | Sig. (bilateral) | |
|-----------|-------------------|--------------------------|------------------------|---|-----------|-----------|--------|------------------|-------|
| | Media | Desviación típ. | Error típ. de la media | 95% Intervalo de confianza para la diferencia | | t | gl | | |
| | | | | Inferior | Superior | | | | |
| A) | | | | | | | | | |
| Par 1 | Cd-musc y Cd-hp | -1,40894 | 3,78916 | 1,694562014 | -6,113795 | 3,295922 | -0,831 | 4 | 0,452 |
| Par 2 | Cd-musc y Cd-liqu | 0,63652 | 2,04710 | 0,915490757 | -1,905286 | 3,178334 | 0,695 | 4 | 0,525 |
| Par 3 | Cd-hp y Cd-liqu | 2,04546 | 2,23853 | 1,001100437 | -0,734040 | 4,825000 | 2,043 | 4 | 0,111 |
| Par 4 | Pb-musc y Pb-hp | -0,34119 | 0,34161 | 0,152772147 | -0,765352 | 0,082975 | -2,233 | 4 | 0,089 |
| Par 5 | Pb-musc y Pb-liqu | 0,16343 | 0,42042 | 0,188019073 | -0,358590 | 0,685460 | 0,869 | 4 | 0,434 |
| Par 6 | Pb-hp y Pb-liqu | 0,50462 | 0,58615 | 0,262135498 | -0,223181 | 1,232400 | 1,925 | 4 | 0,127 |
| B) | | | | | | | | | |
| Par 1 | Cd-musc y Cd-hp | -0,21119 | 0,31558 | 0,141133268 | -0,603042 | 0,180655 | -1,496 | 4 | 0,209 |
| Par 2 | Cd-musc y Cd-liqu | -0,78400 | 1,77393 | 0,793323610 | -2,986623 | 1,418616 | -0,988 | 4 | 0,379 |
| Par 3 | Cd-hp y Cd-liqu | -0,57281 | 1,93839 | 0,866874511 | -2,979639 | 1,834000 | -0,661 | 4 | 0,545 |
| Par 4 | Pb-musc y Pb-hp | -1,25610 | 0,86810 | 0,388227131 | -2,333988 | -0,178206 | -3,235 | 4 | 0,032 |
| Par 5 | Pb-musc y Pb-liqu | 1,14815 | 0,98071 | 0,438587725 | -0,069570 | 2,365860 | 2,618 | 4 | 0,059 |
| Par 6 | Pb-hp y Pb-liqu | 2,40424 | 1,05500 | 0,471809876 | 1,094288 | 3,714200 | 5,096 | 4 | 0,007 |
| C) | | | | | | | | | |
| Par 1 | Cd-musc y Cd-hp | -0,48789 | 0,27393 | 0,122505002 | -0,828020 | -0,147763 | -3,983 | 4 | 0,016 |
| Par 2 | Cd-musc y Cd-liqu | 0,08974 | 0,03129 | 0,013991966 | 0,050893 | 0,128589 | 6,414 | 4 | 0,003 |
| Par 3 | Cd-hp y Cd-liqu | 0,57763 | 0,29428 | 0,131607123 | 0,212233 | 0,943000 | 4,389 | 4 | 0,012 |
| Par 4 | Pb-musc y Pb-hp | -0,38028 | 0,30715 | 0,137359932 | -0,761656 | 0,001089 | -2,769 | 4 | 0,050 |
| Par 5 | Pb-musc y Pb-liqu | -1,21549 | 2,66455 | 1,191624267 | -4,523971 | 2,092987 | -1,020 | 4 | 0,365 |
| Par 6 | Pb-hp y Pb-liqu | -0,83521 | 2,67177 | 1,194851822 | -4,152649 | 2,482200 | -0,699 | 4 | 0,523 |

en almejas, berberechos y navajas al natural, observándose en general concentraciones superiores a las cuantificadas en el presente estudio.

De manera similar, Barreiro *et al.* (1989) analizaron los niveles de metales pesados en bivalvos comerciales de las Rías gallegas, entre ellos berberechos y almejas, por medio de espectrofotometría de absorción atómica. Si bien obtuvieron una gran variabilidad de datos, en función de la zona de muestreo que se considerara, en general los niveles medios de plomo en los berberechos se situaron por debajo de los cuantificados en el presente trabajo, no habiendo grandes diferencias con respecto al cadmio (excepción hecha de diversos ejemplares muestreados en zonas sometidas a alta actividad industrial y por tanto, con fuerte carga contaminante). Algo similar puede aplicarse al estudio llevado a cabo por Locatelli (2000), con unos valores medios en almejas frescas situados en torno a 5,1 y 1,8 ppm para el plomo y el cadmio, respectivamente, empleando en este caso una técnica voltamperométrica similar a la descrita en el presente trabajo.

Por su parte, Pérez-López *et al.* (2003b) determinaron las concentraciones de plomo y cadmio en mejillones enlatados y comercializados en Galicia, empleando también una metodología similar a la desarrollada en el presente estudio. Se cuantificaron más de 3 ppm (peso seco) de plomo en el hepatopáncreas de estos moluscos, y además se pudo concluir que la concentración de cadmio era más elevada en músculo frente al hepatopáncreas. Sobre esta misma especie, Fowler y Oregioni (1976) obtuvieron unos valores anormalmente elevados de plomo (hasta 117 ppm), especialmente en aquellos especímenes muestreados en zonas densamente pobladas y altamente industrializadas. Esto mismo ocurría en el estudio desarrollado por Puente *et al.* (1996), donde en mejillones se cuantificaron valores de plomo que oscilaron entre 3,85 y 30,09 ppm, en peso seco. Por lo que respecta al cadmio, Yebra *et al.* (2000) determinaron el contenido de este metal en mejillones de los estuarios de Galicia, obteniendo un rango de valores situado entre 0,32 y 1,12 ppm (peso seco), por debajo del intervalo obtenido en el presente estudio para las almejas, y quedando incluido tanto berberechos como almejas.

Por lo que respecta a la influencia de los dos metales a estudio en la dieta, atendiendo al plomo, siguiendo la legislación pertinente (WHO/FAO, 1999), y considerando una persona con un peso medio de 65 kg, sería preciso que ésta consumiera 70 latas de almejas, 30 latas de berberechos ó 110 latas de navajas, en un periodo de 1 semana, para alcanzar el nivel límite de ingesta semanal establecido para este metal.

En cuanto al cadmio, de acuerdo a la legislación específica (WHO/FAO, 1993), en el caso hipotético que se consumiera una lata diaria de almejas durante una semana, el contenido en cadmio ingerido estaría en torno a 0,518 mg, con lo cual este consumo podría resultar perjudicial. Sin embargo, para los otros dos moluscos, los valores medios tras esta ingesta hipotética serían de 0,062 y 0,123 mg respectivamente para berberecho y navaja, siendo necesario en este caso ingerir 50 latas por semana del primero de estos productos, y 25 de navajas, para alcanzar el nivel de ingesta semanal provisionalmente

tolerable. Si a este hecho añadimos los datos de consumo medio de berberechos en conserva en España (no se dispone de datos sobre las otras dos especies estudiadas), que según el INE (1990) se sitúan en 0,26 kg por persona y año, podemos concluir que los niveles encontrados para los dos metales analizados no suponen un riesgo toxicológico para el consumidor.

BIBLIOGRAFÍA

- Barreiro, R.; Carballeira, A.; Real, C. 1989. Metales pesados en bivalvos comerciales de cinco Rías gallegas. *Thalassas* **7**, 49-52.
- Bautista, C. 1989. Moluscos: tecnología de cultivo. Ed. Mundi-Prensa, Madrid.
- Buck, W. B.; Osweiler, G. D.; Van Gelder, G. A. 1981. Toxicología veterinaria clínica y diagnóstica. Ed. Acribia, Zaragoza.
- Cirugeda Delgado, M. E.; Santos Díaz, M. D.; Cirugeda Delgado, C.; Martín Seco, M.; Sánchez Sáez, J. J. 1982. Contenido de cadmio en pescados y moluscos marinos frescos y en conserva. *Boletín CeNAN* **11-12**, 22-24.
- Derache, R. 1990. Toxicología y seguridad de los alimentos. Ed. Omega, Barcelona.
- Directiva 2001/22/CE de la Comisión, de 8 de marzo de 2001, por la que se fijan métodos de toma de muestras y de análisis para el control oficial del contenido máximo de plomo, cadmio, mercurio y 3-MCPD en los productos alimenticios. (D.O.C.E. L 77, de 16 de marzo de 2001).
- Fowler, S. W.; Oregioni, B. 1976. Trace metals in mussels from the N.W. Mediterranean». *Marine Pollution Bulletin* **7** (2), 26-29.
- García, M. A.; Alonso, J.; Fernández, M. I.; Melgar, M. J. 1998. Lead content in edible wild mushrooms in Northwest Spain as of environmental contamination. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* **34**, 330-335.
- INE. 1990. Encuesta de presupuestos familiares 1990-91. Vol. II: Consumo de alimentos, bebidas y tabaco en unidades físicas. Ed. I.N.E., Madrid.
- Lindner, E. 1995. Toxicología de los Alimentos. Ed. Acribia, Zaragoza.
- Locatelli, C. 2000. Proposal of new analytical procedures for heavy metal determinations in mussels, clams and fishes. *Food Additives and Contaminants* **17** (9), 769-774.
- Marruecos, L.; Nogué, S.; Nolla, J. 1993. Toxicología clínica. Ed. Springer-Verlag Ibérica, Barcelona.
- Merián, E. 1990. Environmental chemistry and biological effects of cadmium compounds. *Toxicology and Environmental Chemistry* **26**, 27-44.
- Pérez-López, M.; Alonso, J.; Nóvoa-Valiñas, M.C.; Melgar Riol, M.J. 2003a. Assessment of heavy metal contamination of seawater and marine Limpet, *Patella vulgata* L., from Northwest Spain. *Journal of Environmental Science and Health part A* **38** (12), 2845-2856.
- Pérez-López, M.; Bellón Rouco, E.; Alonso Díaz, J.; Melgar Riol, M. J. 2003b. Niveis de metais pesados

- e repercusión toxicológica en conservas de mexillón (*Mytilus* sp.). *Ciencia y Tecnología Alimentaria* **4** (1), 22-27.
- Porta, F.; Santos Piñeiro, I. 2001. Los cultivos marinos de moluscos bivalvos en Galicia, pp 195-212. En: J. Méndez Felpeto (ed.), Los moluscos bivalvos: aspectos citogenéticos, moleculares y aplicados. Servicio de Publicacións da Universidade de A Coruña, A Coruña.
- Puente, X.; Villares, R.; Carral, E.; Carballeira, A. 1996. Nacreous shell of *Mytilus galloprovincialis* as a biomonitor of heavy metal pollution in Galiza. *The Science of the Total Environment* **183**, 205-211.
- Real Decreto 256/2003, de 28 de febrero, por el que se fijan métodos de toma de muestras y de análisis para el control oficial del contenido máximo de plomo, cadmio, mercurio y 3-MCPD en los productos alimenticios. (B.O.E. n° 52, de 1 de marzo de 2003).
- Real Decreto 345/1993, de 5 de marzo por el que se establecen normas de calidad de las aguas y de la producción de moluscos y otros invertebrados marinos vivos. (B.O.E. n° 74 de 27 de marzo de 1993)
- Real Decreto 571/1999, de 9 de abril, por el que se aprueba la Reglamentación Técnico-Sanitaria que fija las normas aplicables a la producción y comercialización de moluscos bivalvos vivos (B.O.E. n° 86, de 10 de abril de 1999).
- Reglamento (CE) n° 466/2001 de la Comisión, de 8 de marzo de 2001 por el que se fija el contenido máximo de determinados contaminantes en los productos alimenticios. (D.O.C.E. L 77, de 16 de marzo de 2001).
- Reilly, C. 2002. Metal contamination of food. Its significance for food quality and human health. Blackwell Publishing, UK.
- Repetto, M. 1995. Toxicología avanzada. Ed. Díaz de Santos, Madrid.
- Vieites, J.; López, A. 1992. Plomo y cadmio en productos derivados de la pesca. Métodos de destrucción de la materia orgánica y otros aspectos. *Alimentaria* **34** (2), 49-55.
- WHO/FAO. 1993. Summary report of the 41st meeting of the joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA). FAO, Roma.
- WHO/FAO. 1999. Summary report of the 53rd meeting of the joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA). FAO, Roma.
- Yebra, M. C.; Enríquez, M. F.; Cespón, R. M. 2000. Preconcentration and flame atomic absorption spectrometry determination of cadmium in mussels by an on-line continuous precipitation-dissolution flow system. *Talanta* **52**, 631-636.