



Cadmio en pescado

Fecha del documento: Julio 2006

elika

Fundación Vasca para la
Seguridad Agroalimentaria

Nekazaritzako Elikagaien
Segurtasunarako
Euskal Fundazioa

1.- INTRODUCCIÓN

El cadmio es una sustancia natural de la corteza terrestre, que está presente en mayor o menor grado en todos los alimentos, constituyendo la dieta la principal fuente de exposición a cadmio de la población en general. En algunos alimentos se pueden encontrar concentraciones más elevadas de cadmio debido a la contaminación procedente del suelo (vegetales) o de las aguas (pescados y mariscos) **(1)**.

2.- CARACTERIZACIÓN DEL CADMIO

2.1.- Caracterización del compuesto

El Cadmio es un elemento químico de número atómico 48 y masa atómica 111,40. Su símbolo es Cd. Es un metal pesado, blanco azulado, dúctil y maleable. Se puede cortar fácilmente con un cuchillo. En algunos aspectos es muy similar al zinc. Su estado de oxidación más común es +2. Puede presentar el estado de oxidación +1, pero es muy inestable.

Es un elemento escaso en la corteza terrestre. Las menas de cadmio son difíciles de encontrar y suelen estar en pequeñas cantidades. Suele sustituir al zinc en sus minerales debido a su parecido químico. Se obtiene generalmente como subproducto; el cadmio se separa del zinc precipitándolo con sulfato o mediante destilación. Generalmente el zinc y el cadmio están en sus minerales como sulfuros, al tocarlos se obtiene una mezcla de óxidos y sulfatos, y el cadmio se separa aprovechando la mayor facilidad para reducirlo **(1)**.

El mineral más importante de zinc es la esfalerita (Zn, Fe) S, siendo el mineral análogo de cadmio la greenockita (Cd S). Además de obtenerse de la minería y metalurgia de sulfuros de zinc, también se obtiene en menor medida de los de plomo y cobre. Existen otras fuentes secundarias, del reciclado de chatarra de hierro y acero se obtienen aproximadamente el 10% del cadmio consumido **(2)**.

2.2.- El Cadmio en el medioambiente

En las últimas décadas, la producción y el uso de cadmio a nivel industrial se ha extendido rápidamente y su eliminación se ha convertido en un serio problema medioambiental.

Entre sus principales usos podemos destacar **(2)**:

- ✓ Fabricación de baterías, especialmente en baterías de níquel-cadmio, donde se emplean tres cuartas partes del cadmio producido.
- ✓ En galvanoplastia, como recubrimiento.
- ✓ En forma de sal como pigmentos, como el sulfato de cadmio (pigmento amarillo).
- ✓ En algunas aleaciones de bajo punto de fusión.
- ✓ En aleaciones para cojinetes, debido a su bajo coeficiente de fricción y muy buena resistencia a la fatiga.
- ✓ En muchos tipos de soldaduras.
- ✓ En fisión nuclear, en barras de control.
- ✓ En televisores se emplean algunos compuestos fosforescentes.
- ✓ En semiconductores.
- ✓ Como estabilizantes de plásticos, como el PVC.
- ✓ En la elaboración de algunos plaguicidas y fertilizantes.

El Cadmio está presente en el ambiente en forma de partículas en las cuales el óxido de cadmio es el constituyente más importante. La concentración media en el ambiente oscila entre 0,5 y 3 ng/m³. Los niveles son generalmente más elevados en las zonas próximas a plantas metalúrgicas. En áreas industriales, la concentración puede oscilar entre 10 y 60 ng/m³. La exposición al humo del tabaco también aumenta los niveles de cadmio en el ambiente, sobre todo en el interior de los hogares.

Los alimentos son la mayor fuente de cadmio para la población no expuesta ocupacionalmente. Las cosechas cultivadas en suelos contaminados o regadas con agua contaminada pueden contener concentraciones elevadas de cadmio, así como la carne de animales que pastan en pastos contaminados con Cadmio. Los sistemas acuáticos también son una cadena de acumulación biológica del cadmio a través de los crustáceos y moluscos, que ingieren plancton que puede contener cadmio y lo acumulan en su organismo **(3)**.

2.3.- Determinación analítica

La toma de muestras y los métodos oficiales de análisis de cadmio se establecen en el Real Decreto 256/2003 **(4)**, de 28 de Febrero, por el que se fijan los métodos de toma de muestra y de análisis para el control oficial del contenido máximo de plomo, cadmio, mercurio, 3-monocloropropanol-1, 2-diol en los productos alimenticios, y su posterior modificación mediante la Orden SCO/3427/2005, de 25 de Octubre de 2005 **(5)**.

Esta legislación supone la armonización de los conceptos recogidos en la Directiva 2001/22/CE **(6)**. Sin embargo, no se han establecido métodos específicos para la determinación de cadmio. Los laboratorios deberán usar un método validado que se ajuste a los criterios que aparecen en la **Tabla 1**.

Tabla 1: Criterios de realización de métodos para los análisis de plomo, cadmio y mercurio.

Parámetros	Valor/observación
Aplicable a	Alimentos especificados en el Reglamento (CE) 466/2001
Limite de detección	No más de un décimo del valor de la especificación en el Reglamento (CE) 466/2001, salvo si el valor de la especificación para el plomo es inferior a 0,1 mg/kg. En este último caso, no más de un quinto del valor de la especificación.
Limite de cuantificación	No más de un quinto del valor de la especificación en el Reglamento (CE) 466/2001, salvo si el valor de la especificación para el plomo es inferior a 0,1 mg/kg. En este último caso, no más de dos quintos del valor de la especificación
Precisión	Valores HORRATr o HORRATR inferiores a 1,5 en el ensayo colectivo de validación.
Recuperación	80-120 % (como se indica en el ensayo colectivo)
Especificidad	Sin interferencias de la matriz o espectrales

El cadmio se determina por la técnica instrumental de Espectrofotometría de Absorción Atómica y dependiendo del tipo de matriz así como del rango de medida necesario se emplean las siguientes adaptaciones:

- Para alimentos como moluscos y pescados contaminados por encima de un límite de detección de 0,1 mg/kg se emplea la técnica de Llama con bola de impacto en el nebulizador, en estas determinaciones la muestra se prepara vía cenizas y posterior dilución ácida.

- Para alimentos con valores inferiores se emplea el Horno de Grafito y modificadores de matriz con corrección espectral de efecto Zeeman, llegando a unos límites de 0,5 microg/kg. o 0,0005 mg/kg.

Mención aparte merece la determinación de cadmio en pescados en salazón, donde la abundancia de cloruro sódico y debido a las fuertes interferencias que este producto causa, obliga a variar la preparación de muestras, en este caso se utiliza un digestor de micro-ondas en tubos a presión de teflón, las soluciones ácidas resultantes se miden por Horno de Grafito, en este caso llegamos a unos límites de 0,03 mg/kg.

Hay otras alternativas a la técnica instrumental de Absorción Atómica como es la Polarografía.

3.- TOXICIDAD E IMPACTO EN LA SALUD HUMANA

3.1.- Toxicidad del compuesto

El cadmio es un xenobiótico y, por tanto un metal tóxico y no esencial para el organismo, que se acumula en tejidos humanos.

Existen evidencias de la capacidad del Cadmio para inducir algunos tipos de cáncer del aparato reproductor masculino o de pulmón. Así, los compuestos de cadmio han sido clasificados por la Agencia Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer (IARC) como cancerígenos para el hombre (Grupo 1). **(7)**

3.2.- Efectos en animales

Los compuestos de cadmio tienen una **toxicidad aguda** oral moderada. Los valores de LD50 oral para ratas y ratones varía entre 100 y 300 mg/kg de peso corporal. Los principales efectos son descamación del epitelio, necrosis de la mucosa gástrica e intestinal y distrofia en hígado, corazón y riñones **(3)**.

Tras la administración oral repetida, el efecto crítico en animales es una lesión característica de los túbulos renales, con la posterior excreción de proteínas de bajo peso molecular en orina. En monos macacos se ha observado una NOAEL de 3 mg de cadmio por kilo de dieta (administrado como cloruro de cadmio), efectos igualmente obtenidos en tras la administración oral a ratas de dosis de Cadmio de 10 mg/litro de agua de bebida o de 10 mg/kg en la dieta (como cloruro de cadmio). Efectos en huesos (osteoporosis) se observan a dosis de Cadmio entre 10 y 30 mg/kilo de dieta o 10 mg/l de agua de bebida. También han sido descritos efectos en hígado, sistema hematopoyético y sistema inmune.

3.3.- Efectos en el ser humano

El cadmio que ingerimos a través de los alimentos y agua entra al torrente sanguíneo por absorción en el estómago o en los intestinos. La absorción de cadmio en el ámbito intestinal se produce en dos etapas. En la primera, las células de la mucosa internalizan el cadmio presente en el lumen intestinal, y en la segunda etapa, una parte del cadmio atraviesa la membrana vaso lateral de los enterocitos para pasar a la circulación sanguínea. En condiciones normales, en las que la concentración de cadmio es pequeña, la mayor parte queda retenida en la mucosa intestinal, principalmente unido a la metalotioneina y es eliminado posteriormente con la descamación de la pared. Cuando la dosis oral de cadmio es elevada, el metal libre atraviesa la mucosa para pasar a la circulación sanguínea, almacenándose en hígado y riñones. Sólo en estos dos órganos se acumula entre el 40 y el 80 % del cadmio presente en el organismo. Dentro del hígado,

se une a una proteína de bajo peso molecular. Pequeñas cantidades de ese complejo proteína-cadmio pasan continuamente del hígado al torrente sanguíneo, para ser transportado a los riñones y filtrado a través de los glomérulos, para posteriormente ser reabsorbido y almacenado en las células tubulares del riñón. Este excreta del 1 al 2 % de cadmio tomado directamente de las fuentes ambientales, lo que provoca una acumulación dentro de los riñones (acumulación 10.000 veces más alta que en el torrente sanguíneo) **(7)**.

Al ser un elemento que no se elimina totalmente por el organismo, las ingestas prolongadas pueden resultar un serio problema al suponer una acumulación que desemboque en graves efectos toxicológicos. Los trastornos relacionados con la **toxicidad crónica** del cadmio incluyen daños renales e hipertensión, así como lesiones óseas y pulmonares y fallos del aparato reproductor **(8)**.

4.- CONTENIDO E INGESTA DE CADMIO A TRAVÉS DEL CONSUMO DE PESCADO

4.1- Exposición humana a Cadmio

Exceptuando los fumadores y la exposición ocupacional, la ingesta de los alimentos constituye la fuente más importante de exposición a cadmio de la población en general, del orden del 95% del cadmio total ingerido **(7)**.

En general, la concentración de este metal en los alimentos es baja. Los niveles en frutas, carne, huevos, vegetales y lácteos están generalmente por debajo de 0,01 mg/kg, en hígado entre 0,01 y 0,1 mg/kg y en riñones entre 0,1 y 1,0 mg/kg. En cereales los niveles son algo inferiores, sobre 0,03 mg/kg de peso húmedo y en pescado sobre 0,035 mg/kg de peso húmedo. En marisco los niveles son superiores, generalmente del orden de 10 veces superiores al pescado, pudiendo en ocasiones alcanzar los 2 o 3 mg/kg. La concentración de Cadmio en el agua de bebida está generalmente por debajo de 1 µg/l. En la **Tabla 2** podemos observar la concentración de Cadmio en los diferentes grupos de alimentos **(9)**.

Tabla 2: Concentración de Cd (mg/kg de peso fresco) en los diferentes grupos de alimentos **(9)**.

Alimento	Concentración Cd (mg/kg peso fresco)
Legumbres	0,0005
Frutas	0,0009
Leche	0,0015
Verduras y Hortalizas	0,0050
Derivados lácteos	0,0060
Carne y derivados	0,0063
Huevos	0,0080
Grasas	0,0080
Tubérculos	0,0198
Pan y cereales	0,0329
Pescados y mariscos	0,0362

4.2- Límites de cadmio permitidos en pescado

El Reglamento 466/2001 de la Comisión, de 8 de Marzo de 2001 **(10)**, por el que se fija en contenido máximo de determinados contaminantes en los productos alimenticios, modificado posteriormente por el Reglamento 221/2002 de la Comisión, de 6 de Febrero **(11)** y el Reglamento 78/2005, de 19 de Enero **(12)** fijan los contenidos máximos de cadmio para carne y derivados, pescado y derivados, cereales, hortalizas y frutas.

En relación al pescado y derivados, los contenidos máximos que se establecen para cada especie se recogen en la **Tabla 3**.

Tabla 3: Contenido máximo de Cadmio (mg/kg peso fresco) establecido por la legislación para pescados y derivados **(10-12)**.

Producto	Cont.máx.	Referencia
	(mg/kg)	
3.2.5. Carne de pescado excluidas las especies de peces que se recogen en los puntos 3.2.5.1 y 3.2.5.2.	0,05	Rgto. 78/2005
3.2.5.1. Carne de los siguientes pescados: Anchoa (<i>Engraulis spp</i>) Bonito (<i>Sarda sarda</i>) Mojarra (<i>Diplodus vulgaris</i>) Anguila (<i>Anguilla anguilla</i>) Lisa (<i>Mugil labrosus labrosus</i>) Jurel (<i>Trachurus trachurus</i>) Emperador o Luvaro (<i>Luvarus imperialis</i>) Sardina (<i>Sardina pilchardus</i> y <i>Sardinops spp</i>) Atún (<i>Thunnus spp</i> , <i>Euthynnus spp</i> , <i>Katsuwonus pelamis</i>) Acedia o Lengüadillo (<i>Dicologlossa cuenata</i>)	0,1	Rgto. 78/2005
3.2.5.2. Carne de pez espada (<i>Xiphias gladius</i>)	0,3	Rgto. 78/2005
3.2.6. Crustáceos, excluida la carne oscura del cangrejo, así como la carne de la cabeza y el torax del bogavante y otros grandes crustáceos similares (<i>Nephropidae</i> y <i>Palinuridae</i>)	0,5	Rgto. 221/2002
3.2.7. Moluscos bivalvos	1,0	Rgto. 466/2001
3.2.8. Cefalópodos (sin vísceras)	1,0	Rgto. 466/2001

Así mismo, en el **Artículo 2** del Reglamento 466/2001, se dice que siempre que no se hayan establecido contenidos máximos para los productos desecados, diluidos, transformados o compuestos, se aplicarán los contenidos máximos fijados en la **Tabla 3**, teniendo en cuenta, respectivamente, los cambios de concentración del contaminante provocados por los procesos de secado o dilución, por los procesos de transformación, las proporciones relativas de los ingredientes en el producto y el límite analítico de cuantificación **(10)**.

A nivel estatal se publicó la **Orden de 2 de Agosto de 1991** del Ministerio de Sanidad y Consumo, por la que se aprueban las normas microbiológicas, los límites de contenido en metales pesados y los métodos analíticos para la determinación de metales pesados para los productos de la pesca y de la acuicultura **(13)**. Esta Orden establece un límite máximo de 1 mg/kg de cadmio para los productos en conserva (pescados y cefalopodos frescos, congelados, en conserva y en semiconserva, moluscos bivalvos, gasteropodos y crustáceos en todas sus presentaciones).

Por otro lado, el **Real Decreto 1424/1983**, de 23 de Abril, en el que se recoge la Reglamentación Técnico-Sanitaria para la elaboración, circulación y comercio de la sal comestible y de las salmueras, admite una tolerancia de cadmio de 0,5 mg/kg para la sal comestible **(14)**. Así mismo, el **Real Decreto 140/2003**, de 7 de Febrero, por el que se establece los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano, establece un límite máximo de 5,0 µg/l para el agua de consumo **(15)**.

4.3.- Contenido de cadmio en pescados y derivados

La mayoría de los estudios publicados a nivel internacional sobre Cadmio en pescado están realizados con pescado obtenido del Mar Adriático, donde la contaminación es mayor. En la **Tabla 4** se observan resultados de varios estudios publicados **(16-20)**.

Tabla 4: Contenido en Cadmio de varias especies de pescado y marisco **(16-20)**.

Pescado/ Marisco	Origen	Contenido Cd (mg/kg)	Rango	Referencia
Merluza	Adriático	0,0024	DS= 0,001	(16)
Salmonete	Adriático	0,0031		(17)
Verdel	Adriático	0,0077		(17)
Anchoa	Adriático	0,0202		(17)
Chicharro	Mar de Marmara	0,0240	0,012-0,045	(18)
Atun blanco	Adriático	0,0500	0,03-0,10	(19)
Atún en lata	Golfo Pérsico	0,0223	0,0046-0,072	(20)
Mejillón	Adriático	0,142	DS= 0,017	(16)
Pulpo almizclero	Adriático	0,330	0,16-0,46	(19)

DS= Desviación estándar

Recientemente, en el Año 2005, la Agencia británica de Seguridad Alimentaria (FSA) ha realizado una vigilancia del contenido en cadmio de los mariscos **(21)**. Los resultados se observan en la **Tabla 5**. Excepto alguna muestra de vieira, el resto de las muestras no superaron los límites establecidos por la legislación **(10)**.

Tabla 5: Vigilancia de la contaminación de cadmio en marisco por la FSA, 2005 **(21)**

Marisco	N	Niveles de Cd (mg/kg) peso fresco		
		Media	Minimo	Maximo
Vieiras	10	0,788	0,060	3,875
Caracol bigaro	1	0,293	0,293	0,293
Ostras	40	0,272	0,069	0,87
Caracol bucin	2	0,188	0,175	0,201
Almejas	4	0,187	0,075	0,444
Mejillones	82	0,154	0,047	0,449
Berberechos	15	0,063	0,022	0,098
Navajas	1	0,046	0,046	0,046
TOTAL	155	0,224	0,022	3,875

4.4- Ingesta de mercurio a través del consumo de pescado

El Comité Mixto FAO-OMS de Expertos en Aditivos y Contaminantes Alimentarios (JEFCA) en su 55ª reunión estableció una ingesta semanal provisional tolerable (ISTP) para el cadmio de 7µg/kg/semana, valor que se ha mantenido en las últimas revisiones (61ª y 64ª reunión). En la 61ª reunión de este Comité se estimó la Ingesta semanal de Cd a través de la dieta entre 2,8 y 4,2 µg/kg peso/semana, lo que supone entre un 40 y un 60% de la ISTP **(22)**.

Entre 1995 y 1996, la Comisión Europea llevó a cabo un estudio en el que se evaluó la exposición de cadmio por la dieta en los 15 Estados miembros, valores que oscilaban

entre 0,12 y 0,94 $\mu\text{g}/\text{kg}$ peso/día **(3)**. En la última evaluación de cadmio del Comité Científico de Toxicidad, Ecotoxicidad y Medioambiente (CSTEE) de la Comisión Europea, del 8 de Enero de 2004 **(8)**, han estimado que la ingesta media de cadmio por la dieta en los países europeos es de 7-32 $\mu\text{g}/\text{día}$. Según el último dictamen de este Comité, los alimentos que más contribuyen a la ingesta de cadmio son las vísceras (especialmente los riñones), las espinacas y los productos del mar y señalan el riesgo que tiene la población que consume muchos productos del mar.

También han sido publicados valores de exposición de cadmio por la dieta en otros países, como se recoge en la **Tabla 6 (3)**.

Tabla 6: Valores de ingesta diaria de Cd a través de la dieta, OMS 2000 **(3)**.

País	Ingesta ($\mu\text{g}/\text{kg}$ peso/día)
Australia	0,1
Estados Unidos	0,13-0,20
Canadá	0,22
China	0,22
República Checa	0,26
Japón	0,31-0,36
Nueva Zelanda	0,33-0,40
Pakistán	0,89

La Agencia británica de Seguridad Alimentaria (FSA) evaluó la exposición de cadmio por la dieta para los diferentes grupos de la población en el año 2000 **(23)**. Los resultados se pueden ver en la **Tabla 7**.

Tabla 7: Ingesta diaria de cadmio ($\mu\text{g}/\text{kg}/\text{día}$) en la dieta británica para diferentes grupos de la población, FSA 2000 **(23)**.

Grupo población	Media	Valor máx.
Adultos	0,12	0,21
Niños (1,5-4,5 años)	0,31-0,32	0,56
Jóvenes (4-18 años)	0,22	0,42
Ancianos (independientes)	0,12	0,21
Ancianos (en instituciones)	0,14	0,24
Vegetarianos	0,13	0,23

En el año 1995 se publicó un estudio que analizaba el contenido de varios metales, entre ellos el cadmio, en varias dietas españolas **(24)**. Los resultados se muestran en la **Tabla 8**. En la publicación se cita que en las áreas mediterráneas (Valencia y Andalucía) el principal grupo de alimentos que aporta cadmio a la dieta es el de pescados y derivados (incluyendo crustáceos y moluscos).

Tabla 8: Contenido en Cadmio (mg/kg peso seco), Ingesta diaria estimada y su porcentaje de la ISTD en varias dietas españolas **(24)**.

Dieta	Contenido en Cadmio ($\mu\text{g}/\text{kg}$ peso seco)	Ingesta ($\mu/\text{día}$)	% ISTD
Madrid	32,7 +/- 0,3	16	25
Galicia	36,8 +/- 2,6	23	35
Valencia	61,5 +/- 2,7	29	45
Andalucía	47,9 +/- 0,0	29	44

Por otro lado, la Agencia Catalana de Seguridad Alimentaria (ACSA) ha publicado recientemente un estudio en el que se estima la ingesta diaria de Cadmio a través de la

dieta para diferentes grupos de la población (9). Los resultados se muestran en la **Tabla 9**.

Tabla 9: Ingesta de cadmio (g/día) para los diferentes grupos de la población catalana, ACSA 2006 (9).

	Ingesta de cadmio (µg/día)
Hombres	15,66
Mujeres	11,92
Niños	13,042
Adolescentes	14,71
Personas mayores de 65 años	12,56

En los estudios de Dieta Total de la Comunidad Autónoma del País Vasco, llevados a cabo por el Departamento de Sanidad del Gobierno Vasco, se ha estimado una ingesta de Cadmio para el periodo 1990-2003 de 11 µg/día, lo que supone un 16% de la Ingesta Semanal Tolerable Provisional establecida por la OMS. Las ingestas se mantienen prácticamente estables en todo el periodo de vigilancia. Los grupos de alimentos que más contribuyen a la ingesta de cadmio son los vegetales, especialmente las patatas (26%), los pescados (25%) y el pan (18%) (25).

6.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) European Commission. Opinion on Cadmium expressed on 2 June 1995 – Reports of the Scientific Committee for Food (Thirty-sixth series) http://europa.eu.int/comm/food/fs/sc/scf/reports/scf_reports_36.pdf
- (2) Agencia para las Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR). Departamento de Salud y Servicios Humanos de EEUU. Perfil toxicológico del Cadmio. Julio 1999
- (3) World Health Organization. 2000. Food Additives Series 46: Cadmium <http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v46je11.htm>
- (4) Real Decreto 256/2003, de 28 de Febrero, por el que se fijan los métodos de toma de muestra y de análisis para el control oficial del contenido máximo de plomo, cadmio, mercurio, 3-monocloropropanol-1, 2-diol en los productos alimenticios.
- (5) Orden SCO/3427/2005, de 25 de Octubre, por la que se modifican los anexos del Real Decreto 256/2003, de 28 de febrero, por el que se fijan los métodos de toma de muestra y de análisis para el control oficial del contenido máximo de plomo, cadmio, mercurio, 3-monocloropropanol-1, 2-diol en los productos alimenticios.
- (6) 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.
http://europa.eu.int/smartapi/cgi/sga_doc?smartapi!celexapi!prod!CELEXnumdoc&lg=ES&numdoc=32001L0022&model=guichett
- (7) IARC. 1993. Cadmium and cadmium compounds. Vol. 58, p. 119. <http://www-cie.iarc.fr/htdocs/monographs/vol58/mono58-2.htm>
- (8) European Comisión – Opinión on the Results of the Risk Assessment of Cadmium Metal Human Health. Scientific Committee on Toxicity, Ecotoxicity and the Environment (CSTEE). 8 Enero 2004.
http://europa.eu.int/comm/health/ph_risk/committees/sct/documents/out220_en.pdf

- (9) Agencia Catalana de Seguridad Alimentaria (2006) Contaminantes químicos, estudio dieta total de Cataluña.
- (10) Reglamento (CE) 466/2001 de la Comisión, de 8 de Marzo de 2001, por el que se fija en contenido máximo de determinados contaminantes en los productos alimenticios.
- (11) Reglamento (CE) nº 221/2002 de la Comisión, de 6 de febrero de 2002, por el que se modifica el Reglamento (CE) nº 466/2001 por el que se fija el contenido máximo de determinados contaminantes en los productos alimenticios
- (12) Reglamento (CE) 78/2005, de 19 de enero de 2005 por el que se modifica el Reglamento (CE) no 466/2001 en lo referente a los metales pesados

http://europa.eu.int/eurex/lex/LexUriServ/site/es/oj/2005/l_016/l_01620050120e_s00430045.pdf

- (13) Orden de 2 de Agosto de 1991 del Ministerio de Sanidad y Consumo, por la que se aprueban las normas microbiológicas, los límites de contenido en metales pesados y los métodos analíticos para la determinación de metales pesados para los productos de la pesca y de la acuicultura.
- (14) Real Decreto 1424/1983, de 23 de Abril. Reglamentación Técnico-Sanitaria para la elaboración, circulación y comercio de la sal comestible y de las salmueras.
- (15) Real Decreto 140/2003, de 7 de Febrero, por el que se establece los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano
- (16) Juresa D, Blanusa M (2003) Mercury, arsenic, lead and cadmium in fish and shellfish from the Adriatic Sea. *Food Additives and Contaminants*, 20 (3): 241-245.
- (17) Sepe A, Ciaralli L, Ciprotti M, Giordano R, Funari E, Costantini S (2003) Determination of cadmium, chromium, lead and vanadium in six species from the Adriatic Sea. *Food Additives and Contaminants*, 20(6): 543-552.
- (18) Gunsen U (2004) The residue levels of some toxic metals in different fish species. *Indian Veterinary Journal*, 81(12):1339-1341.
- (19) Storelli MM, Marcotrigiano GO (2004) Content of mercury and cadmium in fish (*Thunnus alalunga*) and cephalopods (*Eledone moschata*) from the south-eastern Mediterranean Sea. *Food Additives and Contaminants*, 21 (11):1051-1056.
- (20) Khansari FE, Ghazi-Khansari M, Abdollahi M (2005) Heavy metals content of canned tuna fish. *Food Chemistry*, 93 (2): 293-296.
- (21) FSA (2005). Survey of Cadmium, Lead and Mercury in Shellfish. FSIS 79/05. <http://www.food.gov.uk/multimedia/pdfs/fsis7905.pdf>
- (22) JECFA (2005). Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. 64th meeting. Rome 8-17 February 2005. ftp://ftp.fao.org/es/esn/jecfa/jecfa64_summary.pdf
- (23) FSA (2000). 2000 Total Diet Study of twelve elements. <http://www.food.gov.uk/multimedia/pdfs/TOX-2003-39.PDF>
- (24) Cuadrado C, Kumpulainen J, Moreiras O (1995) Lead, cadmium and mercury contents in average Spanish market basket diets from Galicia, Valencia, Andalucía and Madrid. *Food Additives and Contaminants*, 12(1):107-118.
- (25) Departamento de Sanidad. Gobierno Vasco (1997). Vigilancia de la contaminación química de los alimentos en la Comunidad Autónoma del País Vasco: 1990-1995. Estimaciones de Ingestas: Estudios de Dieta Total de la CAPV.

http://www.osasun.ejgv.euskadi.net/r52-478/es/contenidos/informacion/sanidad_alimentaria/es_1247/adjuntos/vigila9506.pdf