



Rev. Costarricense de Salud Pública, 2016, vol. 25(1): 19-26

Artículo Original

Evaluación de los Niveles de Mercurio en Productos Pesqueros en Costa Rica, Durante 2003-2013, como insumo para recomendar una ingesta semanal tolerable

Evaluation of Mercury Levels in Fishery Products in Costa Rica, During 2003-2013, as an Input to recommend a tolerable weekly intake

Yajaira Salazar Chacón¹, Javier Rodríguez Yáñez², Henry Sierra Gómez³, Gilberto Piedra Marín⁴, Federico Chaverri Suárez⁵.

1 -Licenciada en Química Industrial, Ministerio de Agricultura y Ganadería, Servicio Nacional de Salud Animal, Laboratorio Nacional de Servicios Veterinarios, Heredia, Costa Rica ysalazar@senasa.go.cr

2- MSc. Universidad Estatal a Distancia, Escuela de Ciencias Exactas y Naturales, Costa Rica. urutico@gmail.com

3- Ingeniero de Saneamiento y Desarrollo Ambiental, Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia henrydelasierra@hotmail.com

4-PhD. en Química, Universidad Nacional, Escuela de Química, Heredia, Costa Rica gilberto.piedra.marin@una.ac.cr

5- Ministerio de Agricultura y Ganadería, Servicio Nacional de Salud Animal, Laboratorio Nacional de Servicios Veterinarios, Heredia, Costa Rica fchaverri@senasa.go.cr

Recibido: 11 de agosto del 2015 Aceptado: 13 de marzo del 2016

RESUMEN

Los peces y mariscos pueden acumular mercurio en sus tejidos. En este trabajo se establecen recomendaciones de consumo de productos pesqueros para los residentes de Costa Rica, a partir de la evaluación de los niveles de mercurio en pescados y mariscos analizados durante los años 2003-2013.

Objetivo: Evaluar los niveles de mercurio (en mg/kg) en muestras de productos pesqueros, analizadas por el Laboratorio Nacional de Servicios Veterinarios (LANASEVE) del Servicio Nacional de Salud Animal (SENASA) de Costa Rica, durante el período 2003-2013, para sugerir un valor de Ingesta Semanal Tolerable Recomendada (ISTR) de pescados y mariscos.

Materiales y métodos: Los ensayos de mercurio se realizaron, bajo un esquema de análisis de riesgo determinado por el Programa Nacional de Residuos

del SENASA, en pescados y mariscos. Las muestras de músculo fueron recolectadas por personal del SENASA y enviadas al LANASEVE para evaluar los niveles de Hg. Las concentraciones de mercurio fueron luego comparadas con los dos valores límite establecidos por la normativa nacional e internacional para productos pesqueros: 1 mg Hg/kg para *pescados depredadores* y 0,5 mg Hg/kg para *otros productos pesqueros*.

Resultados: Se encontró que aproximadamente el 85 % de las muestras de *pescados depredadores* cumplió con el valor límite de 1 mg Hg/kg. Por su parte, el 93 % de los *otros productos pesqueros* evaluados, mostraron niveles de mercurio por debajo de 0,5 mg Hg/kg.

Conclusión: Para mujeres embarazadas se establecieron valores de ISTR de 171 g de pescados depredadores o 889 g de otros productos pesqueros, en tanto para niños los ISTR recomendados fueron

100 g de pescados depredadores y 519 g de otros productos pesqueros.

Palabras claves: Evaluación, mercurio, productos pesqueros, Costa Rica, ingesta

ABSTRACT

Fish and seafood can accumulate mercury in their tissues. This work establishes fishery products intake recommendations for the residents of Costa Rica, based upon the evaluation of mercury levels on fish and seafood analyzed during years 2003-2013.

Objective: To evaluate mercury levels (in mg/kg) in fishery samples, as analyzed by the National Veterinary Services Laboratory (LANASEVE) of the National Animal Health Service (SENASA) of Costa Rica, during the 2003-2013 period, to suggest a Tolerable Weekly Intake Recommendation (TWIR) for fish and seafood.

Methods: Mercury assays were performed, under a risk-analysis scheme determined by the National Residue Program of SENASA, in fish and seafood. Muscle samples were collected by SENASA staff and sent to LANASEVE for evaluation of Hg contents. Mercury concentrations were then compared to two limit values established by national and international regulations for seafood: 1 mg Hg/kg for *predatory fish*, and 0,5 mg Hg/kg for *other fishery products*.

Results: It was found that, approximately, 85 % of *predatory fish* samples complied with the 1 mg Hg/kg limit value. Meanwhile, 93 % of the *other fishery products* analyzed, showed mercury levels below 0,5 mg/kg.

Conclusion: For pregnant women TWIR values were established at 171 g for predatory fish and 889 g for other fishery products, while for children the TWIR values were 100 g for predatory fish and 519 g for other fishery products.

Keywords: Evaluation, mercury, fish products, Costa Rica, intake.

Introducción

Una gran variedad de especies marinas, en particular aquellas de gran tamaño que se encuentran en los niveles más altos de la cadena trófica, pueden acumular metales como cadmio (Cd), plomo (Pb) y mercurio (Hg) en concentraciones que pueden ser dañinas para el ser humano. La intoxicación masiva en la bahía de Minamata, Japón, a inicios de los años 50, es el caso más conocido de envenenamiento producto de consumo de pescado con altos niveles de

mercurio (1). La toxicidad del Hg en el ser humano está relacionada con su forma química, el tipo y la dosis de exposición, y la edad a la que ésta se produce (2). El mercurio es un metal que puede ser liberado al ambiente tanto a partir de fuentes naturales como antropogénicas. Una vez en el ambiente, el mercurio experimenta una serie de transformaciones complejas y participa en ciclos entre la atmósfera, el océano y la tierra. Las tres formas químicas del mercurio son mercurio elemental o metálico (Hg^0), mercurio inorgánico (Hg_2^{2+} , Hg^{2+}) y mercurio orgánico. Se ha reportado que aproximadamente el 5% del mercurio liberado a los cuerpos de agua (lagos, lagunas, esteros, humedales, océanos, entre otros) desde aguas residuales de industrias es mercurio elemental (3), el cual se acumula en los sedimentos; las bacterias que habitan en estos ambientes lo convierten a metilmercurio, que posteriormente es extraído por gusanos, lombrices y otros animales pequeños que habitan en los sedimentos. El metilmercurio (MeHg) es la forma más común de mercurio orgánico en la cadena alimenticia (4) y es el que manifiesta la mayor toxicidad para los organismos vivos, llegando inclusive a representar más del 90 % del Hg total (5). El MeHg afecta a los riñones y al Sistema Nervioso Central (SNC), especialmente durante el desarrollo del feto, al atravesar tanto la barrera hematoencefálica como la placenta (2). En altas dosis, el metilmercurio es tóxico para el sistema nervioso central y especialmente para el sistema nervioso en desarrollo del niño en el útero y en la primera infancia. Adicionalmente, puede provocar leves problemas conductuales, trastornos del lenguaje y pérdidas de memoria, pérdidas de visión y auditivas y dificultades de aprendizaje a retrasos del desarrollo. (6)

El mercurio orgánico en ecosistemas marinos es primero absorbido por el plancton, que constituye la base de la cadena alimenticia marina. Los peces más pequeños se comen el plancton, y los de mayor tamaño se alimentan de estos; como el mercurio se acumula en los organismos, su contenido se va incrementando año tras año en los peces de mayor tamaño y longevidad, particularmente en las especies depredadoras como atún, pez espada o tiburón, en las que la concentración de mercurio puede llegar a tener concentraciones hasta 10.000 veces mayores a las de su entorno.

El Servicio Nacional de Salud Animal (SENASA), institución adscrita al Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) de Costa Rica, de acuerdo con lo



establecido en la Ley 8495 (7), es el responsable de tomar las medidas sanitarias pertinentes sobre el control de la inocuidad de los productos y subproductos de origen pesquero, desde la captura hasta comercialización, para lo cual toma en consideración contaminantes como el mercurio, aditivos alimentarios, residuos de medicamentos veterinarios, entre otros.

El Laboratorio Nacional de Servicios Veterinarios (LANASEVE), laboratorio oficial del SENASA, realiza periódicamente análisis de mercurio total (Hg) en productos pesqueros que se importan a Costa Rica o que se capturan o producen en el país y que se destinan tanto para el consumo local como para la exportación. Este control oficial tiene varios propósitos: a) evaluar el comportamiento de los distintos productos pesqueros, con el fin de determinar cuáles son las especies que representan un mayor riesgo para el consumo humano en función de su potencial para bioacumular Hg; b) orientar la emisión de políticas públicas en cuanto a posibles recomendaciones de consumo por parte de la autoridad competente; c) poner a disposición de las autoridades competentes, de los países socios comerciales a los cuales Costa Rica exporta productos pesqueros, los datos históricamente obtenidos y, d) cuando aplique, tomar las medidas sanitarias específicas con respecto a lotes de producto muestreado.

La presencia de mercurio en productos pesqueros destinados al consumo humano provocó que gobiernos y organizaciones mundiales se vieran obligadas a implementar medidas de protección, entre las que se destaca el establecimiento de concentraciones máximas de mercurio total por kg de carne húmeda, la cuales se encuentran en el rango de 1,0 a 5,0 mg Hg/kg carne húmeda (8). La Administración de Drogas y Alimentos de los Estados Unidos (FDA, por sus siglas en inglés) estimó que la mayoría de las personas están expuestas a aproximadamente 50 ng de mercurio por cada kilogramo de alimento que consumen al día (50 ng Hg/kg/día); esta exposición corresponde a aproximadamente 3,5 µg de mercurio al día para un adulto de peso promedio (3). Este nivel es más bajo que el nivel asociado con efectos adversos (3). La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, por sus siglas en inglés) estableció una ingesta semanal tolerable provisional en 0,005 mg de mercurio total por

kilogramo de masa corporal, del cual no más de 0,0033 mg deberían ser compuestos de metilmercurio, expresados como mercurio. Esta evaluación se basó en la ingestión de pescado en el cual el mercurio total se encuentra en el tejido comestible (músculo), predominantemente como metilmercurio (8). La primera estimación del riesgo asociado con la ingesta de mercurio, disponible a nivel internacional, se hizo en el año 1972 por parte del Comité de Expertos FAO/OMS. Desde entonces se ha reevaluado en varias ocasiones para adaptarla a las numerosas publicaciones científicas que se generan anualmente sobre este contaminante. El Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios (JECFA, por sus siglas en inglés) estableció el valor de Ingesta Semanal Tolerada Provisional (ISTP) para mercurio inorgánico de 4 µg Hg/kg de peso corporal y para metilmercurio en 1,6 µg MeHg/kg de peso corporal, con el propósito de proteger el feto en desarrollo (9). Este valor de ISTP se basó en la valoración de varios estudios epidemiológicos que involucraban a poblaciones que comían pescados con el desarrollo de neurotoxicidad, los cuales evaluaban la posible relación entre la exposición materna al mercurio con el daño en el desarrollo neuronal de sus hijos (8,10). La ingesta de metilmercurio se calculó a partir de la ausencia de efectos sobre el desarrollo mental en niños de 4 a 7 años de madres de las Islas Feroe y Seychelles, grandes consumidoras de productos de la pesca (5). El JECFA aportó nuevas aclaraciones en lo que respecta a la pertinencia de nuevos valores de ISTP para metilmercurio para diferentes subgrupos de la población, especialmente los más sensibles como mujeres embarazadas y niños.

Se estima que el peso corporal promedio de una mujer embarazada es de aproximadamente 60 kg, en tanto los niños tienen un peso máximo de 35 kg (2). Con base en lo anterior, se propone una Ingesta Semanal Máxima Recomendada (ISTR) de productos de la pesca combinando los valores de ISTP con el peso corporal de la persona, la concentración de mercurio en el producto pesquero y la frecuencia de consumo (normalmente una semana), de acuerdo con la ecuación 1:

$$ISTR = \frac{[ISTP \text{ (en } \mu\text{g/kg)}] \times [1 \text{ Ecu}}{[\text{frecuencia de consumo (en semanas)}] \times n}$$

El ISTR es expresado en gramos de pescado o marisco por semana. Los dos factores de 1000 surgen de la conversión de microgramos a miligramos y de kilogramos a gramos, respectivamente. Se asume normalmente que casi el 100% del mercurio total se presenta en la forma de MeHg (11); adicionalmente, el análisis rutinario de metilmercurio requeriría tanto de la especiación de mercurio como de equipo instrumental adicional, lo que incrementaría significativamente los costos de los análisis (11). En consecuencia, las muestras comerciales de pescado solo son analizadas para mercurio total y por ello en el cálculo del ISTR se utiliza el factor 4 µg Hg/kg y no 1,6 µg MeHg/kg.

Supóngase que se quiere recomendar un valor de ISTR a una mujer embarazada de 60 kg de masa corporal, quien consume atún como parte de su dieta semanal, cuya concentración detectada de mercurio es 0,500 mg Hg/kg. Aplicando la ecuación 1 se determina que:

$$\text{ISTR} = \frac{[4 \mu\text{g-Hg/kg}] \times [60 \text{ kg}]}{[1 \text{ semana}] \times [0,500 \text{ mg-Hg/kg atún}]} = 480 \text{ g atún/semana}$$

Es decir, la ingesta máxima recomendable para esta mujer sería de 480 g atún por semana, cualquier consumo superior de atún podría resultar en una situación de riesgo para ella y el feto.

En el presente trabajo se hace una evaluación estadística de los niveles de mercurio (en mg/kg) en muestras de productos pesqueros, analizadas por el Laboratorio Nacional de Servicios Veterinarios (LANASEVE) del Servicio Nacional de Salud Animal (SENASA) de Costa Rica, durante el período 2003-2013, para con el propósito de sugerir valores de ISTR para el consumo de pescados y productos pesqueros, tanto en masa total de producto consumido como en porciones de 100 g.

MÉTODOS

Método analítico empleado

El método utilizado por el LANASEVE para determinar los niveles de mercurio en productos de origen acuático, consiste primero en digerir la muestra de músculo homogenizada con ácido sulfúrico, para destruir la materia orgánica presente, y luego se adiciona permanganato de potasio para convertir el mercurio orgánico presente a mercurio (II). Posteriormente, se elimina el exceso de permanganato de potasio con hidroxilamina y se cuantifica la cantidad de mercurio presente por medio

de un sistema de Generador de Hidruros (FIAS) en el Espectrofotómetro de Absorción Atómica Perkin Elmer 3110; la muestra se hace reaccionar con cloruro de estaño (II) para convertir el mercurio (II) a mercurio elemental, cuya absorbancia se lee a 253,7 nm (método modificado de 12). Este ensayo está validado de acuerdo con los criterios de funcionamiento del método y los establecidos en el Reglamento (CE) No 333/2007 (13). Los resultados se reportan con la incertidumbre de la medición y, para asegurar la calidad de los resultados, se ejecutan controles intralaboratoriales con muestras fortificadas y materiales de referencia, así como pruebas interlaboratoriales organizadas por entes internacionales de prestigio como el Esquema de Evaluación del Rendimiento de los Análisis de Alimentos (FAPAS, por sus siglas en inglés) de Inglaterra, para los cuales se han obtenido resultados satisfactorios. A partir de agosto de 2014 el ensayo se encuentra acreditado de acuerdo con la norma INTE-ISO/IEC 17025:2005.

Evaluación estadística de los datos

Se revisaron, clasificaron y tabularon todos los registros de análisis de mercurio en productos pesqueros, tanto de mar como de agua dulce, realizados en el periodo 2003-2013. La información fue obtenida a partir de los formularios de recepción de muestras para alimentos y de los reportes de laboratorio de Mercurio Total de la Unidad Residuos y Contaminantes en Alimentos de Origen Acuático (RECAA) del Departamento Inocuidad de Alimentos (DIA) del LANASEVE.

Los ensayos de mercurio se realizaron bajo un esquema de análisis de riesgo determinado por el Programa Nacional de Residuos (PRONARE) del SENASA, el cual toma en consideración la producción anual del establecimiento objeto de muestreo, la capacidad analítica del LANASEVE y los lineamientos nacionales e internacionales aplicables.

Los datos primarios disponibles para la evaluación fueron: la fecha de recepción de la muestra, el nombre común del producto pesquero y la concentración de mercurio (en mg de Hg/kg). Las presentaciones de productos pesqueros pueden ser de músculo crudo o en conserva. Como normativas de referencia para evaluar los niveles máximos de Hg se utilizaron el Reglamento 34687-MAG (14) y los reglamentos internacionales CE 1881/2006 (15) y Codex Standard 193-1995 (16). Dichas normas establecen que la



concentración de mercurio en productos de la pesca no debe superar los 0,5 mg de Hg/kg, con excepción de la carne de pescados de niveles tróficos altos como atún, bonito, anguila, marlín, raya, tiburón y espada, para los cuales se considera un límite máximo de 1 mg de Hg/kg. Cabe mencionar que en los registros de Recepción de Muestras para Alimentos del LANASEVE no se ingresan los nombres científicos de las especies de pescados o mariscos de las cuales se obtienen las muestras de análisis, sino más bien los nombres comerciales y/o comunes. No obstante, en la tabla 1 se detallan los nombres científicos de los pescados y mariscos evaluados en el presente estudio (17).

RESULTADOS

En el período considerado en este estudio, se realizaron 2504 análisis de mercurio al músculo de 27 productos pesqueros de importancia comercial en Costa Rica, de los cuales el 95 % corresponde a 10 productos: atún (crudo y en conserva), tiburón, marlín, espada, dorado, camarón de mar, tilapia, sardina, raya y pangasius, como se muestra en la figura 1. Se observa que la distribución porcentual de los ensayos de mercurio de la figura 1 tiene una preponderancia hacia muestras provenientes de *pescados depredadores*: atún (26 %, pescado y conserva), tiburón (22 %), marlín (16 %) y espada (13 %).

En la tabla 2 se muestra el detalle de las concentraciones promedio anuales para los *pescados depredadores*, el promedio general para todo el periodo de estudio y los promedios anuales de todas las concentraciones de Hg. El valor límite establecido para especies depredadoras es de 1 mg Hg/kg (14, 16, 18). Los resultados que superan este valor se denominan *violatorios* ya que constituyen una trasgresión a la normativa sanitaria aplicable, de lo contrario se consideran *conformes*. Entre 8 % y 22 % de las muestras de estos pescados, a lo largo de este periodo, presentaron resultados violatorios; en tanto el 85 % de ellas presentaron resultados conformes. En esta categoría de pescados también se incluyó el vela por ser un pescado de gran tamaño y de presentar altas concentraciones de mercurio, a pesar de encontrarse en el 5 % de los productos monitoreados que regularmente no son objeto de estudio (se recolectaron muy pocas muestras de vela) y de no

tener establecido un nivel máximo de 1 mg/kg. El vela es el pescado que mostró los mayores niveles de mercurio, encontrándose en todos los años de muestreo (2003, 2007, 2011, 2012 y 2013) por encima del límite máximo recomendado, en tanto que la concentración promedio de mercurio en tiburón superó dicho límite durante los años 2003 y 2004, y marlín en el año 2008.

El valor medio anual de la concentración de Hg en estas especies depredadoras fue de 0,562 mg Hg/kg, el cual no supera el valor límite de 1 mg Hg/kg. De forma individual, las muestras analizadas de vela presentaron 64 % de resultados violatorios, seguido por el tiburón con 25 %, el marlín con 15 %, el atún con 11 %, el espada con 10 % y la raya con 3 %. El atún en conserva y el bonito no presentaron resultados que sobrepasan el límite máximo permitido.

En la tabla 3 se muestra el comportamiento de las concentraciones promedio de Hg (en mg/kg) de *otros productos pesqueros*, en el periodo de estudio 2003-2013. El dorado es el pescado que presentó mayores niveles de mercurio (0,335 mg Hg /kg); sin embargo, todos los niveles de mercurio en dicho pescado se encontraron por debajo del límite máximo en todos los casos. Adicionalmente, los *otros productos pesqueros* presentaron un máximo de 18 % de casos violatorios en el periodo de estudio y un promedio de 93 % de resultados conformes, lo cual sugiere que estos productos presentan menos tendencia a bioacumular mercurio en su tejido que los pescados depredadores, cuyo límite máximo es de 1 mg Hg/kg. En todos los lotes o productos monitoreados durante el periodo en estudio, no siempre se indicó el tamaño de los mismos, debido a que es un criterio operativo de las empresas y no responde a directrices del SENASA. Esto trae como consecuencia que no se puedan indicar los tamaños de lotes monitoreados por año y que no se puedan extrapolar los niveles de mercurio de las muestras a los lotes. Adicionalmente, la información con la que ingresan las muestras no indica las características del animal del cual provienen, por ejemplo; tamaño, longitud y masa, debido a que en la mayoría de los casos la muestra se obtiene a partir de producto fileteado, imposibilitando relacionar las concentraciones de mercurio con dichas características. No obstante, para la toma de medidas sanitarias son de menor importancia las características específicas del animal muestreado, pues éstas se toman sobre el total de producto monitoreado.

Los resultados obtenidos por el LANASEVE muestran que son sólo algunos pescados, como vela, tiburón, marlín, espada, atún (no enlatado) y dorado, los que pueden contener cantidades importantes de mercurio y, por ende, representar un objeto de constante vigilancia priorizada por parte de las autoridades del SENASA, del Ministerio de Salud o de otra institución pública o privada. Ante esta situación, y por ser impracticable el control de los niveles de mercurio de cada unidad de pescado con respecto a los límites máximos, se exhorta, en el presente documento, a que se establezcan las recomendaciones de consumo de pescados y de mariscos, para salvaguardar la salud del consumidor, en especial de los grupos más vulnerables como mujeres embarazadas y niños.

En la tabla 4 se muestran los valores calculados de Ingesta Semanal Tolerable Recomendada - expresados en gramos y raciones, donde 1 ración equivale a 100 g- que podrían considerarse seguros para el consumo de los pescados y mariscos evaluados en este estudio. Estos valores de ingesta de productos pesqueros se obtuvieron incorporando en la ecuación 1 los valores de concentración promedio, en mg Hg/kg, de la Ingesta Semanal Tolerable Provisional (ISTP) de mercurio y la masa corporal promedio estimada para los grupos de interés. Es necesario mencionar que en pescados, mariscos y moluscos el 90 % del mercurio presente se encuentra mayoritariamente en la forma de metilmercurio (5), por ello las recomendaciones de consumo se hacen en función del valor de ISTP de 1,6 µg Hg/kg. De acuerdo con los valores de la tabla 3, un niño de 35 kg de peso sólo podría ingerir de manera continuada 0,7 porciones (aproximadamente 70 g) de tiburón a la semana, sin la posibilidad de ingerir ración alguna de otro pez depredador durante el mismo periodo. De manera similar, una mujer embarazada de aproximadamente 60 kg que ingiera un poco más de 1,2 porciones (120 g) de tiburón a la semana, ya superaría la ingesta máxima tolerable de Hg, con el consecuente aumento en el riesgo de provocar daños en el desarrollo cerebral del feto. Las cantidades sugeridas también pueden extrapolarse a tiempos mayores para ajustar las cantidades de consumo así, por ejemplo, un niño puede consumir 1,4 porciones tiburón una única vez en un periodo de 15 días.

Con base en la tabla 4 se puede sugerir una ingesta semanal máxima de 171 g (1,7 porciones) de *pescados depredadores* para mujeres embarazadas de

60 kg de peso corporal, o de 889 g (8,9 porciones) de *otros productos pesqueros*. En el caso de un niño de 35 kg de peso, se sugiere una ingesta máxima de 100 g (1,0 porción) de especies de la primera categoría o 519 g (5,2 porciones) de los *otros productos pesqueros*.

En Costa Rica, el consumo medio anual per cápita de pescado es del orden de 6 kg por habitante por año, una cifra relativamente baja comparada con el consumo en otros países latinoamericanos (alrededor de 10 kg/habitante/año) o con respecto a la media mundial (alrededor de 19 kg/habitante/año) (19). Lo anterior sugiere que el riesgo de intoxicación de la población por mercurio debido al consumo de productos pesqueros es bajo (9, 18, 20).

CONCLUSIÓN

El estudio de la concentración de los niveles de mercurio en pescados y crustáceos realizados por el LANASEVE, en el periodo 2003-2013, se realizó con base en el 95 % de las categorías genéricas analizadas: atún (crudo y en conserva), tiburón, marlín, espada, dorado, sardina, camarón (de mar), tilapia y pangasius. Los ensayos de mercurio se realizaron en forma preferencial, bajo un esquema de análisis de riesgo determinado por el Programa Nacional de Residuos (PRONARE) del SENASA.

Se establecieron dos categorías de productos pesqueros basados en sus límites máximos de mercurio establecidos: 1 mg Hg/kg para *pescados depredadores* (atún, marlín, espada, raya, bonito, vela y tiburón) y de 0,5 mg Hg/kg para *otros productos pesqueros* (camarón, tilapia, dorado, pangasius y sardina). Para la primera categoría se presentó un promedio de 0,562 mg Hg/kg y el cumplimiento promedio de los niveles máximos fue de 85 % a lo largo del periodo de estudio. De estos pescados, el pez vela fue el que presentó mayor cantidad de resultados violatorios con 64 %. Para la segunda categoría el valor promedio fue de 0,108 mg Hg/kg y el 93 % de los resultados fueron conformes. El dorado presentó, en este grupo, 12 % de casos violatorios.

A pesar del control realizado por el SENASA, se hace imprescindible el establecimiento de recomendaciones de consumo de productos pesqueros para que sea el consumidor quien tome las medidas para proteger su salud. Estas recomendaciones establecen un máximo consumo promedio semanal de 171 g de pescados de la primera categoría y 889 g de pescados de la segunda categoría

para mujeres embarazadas, en tanto para niños se recomienda un promedio semanal de 100 g para pescados depredadores y 519 g para otros productos pesqueros. Aunado a esto, se debe exhortar a los consumidores a seguir una dieta balanceada teniendo en cuenta las recomendaciones de consumo de pescado y evitar superar el consumo semanal recomendado para los productos que presentan mayor riesgo por su alto contenido de mercurio.

Adicionalmente, hace imprescindible informar, mediante técnicas de comunicación de riesgo, las cantidades máximas recomendadas de consumo de productos pesqueros, a los miembros susceptibles de la comunidad tales como: mujeres embarazadas, adultos mayores, lactantes y niños.

Con respecto al ingreso de información en los registros de Recepción de Muestras para Alimentos del LANASEVE, sería recomendable anotar, junto a los nombres comerciales y/o comunes de las especies de pescados o mariscos de los cuales se obtienen las muestras de análisis, los nombres científicos de tales especies, siempre y cuando la naturaleza de la recolección de la muestra lo permita. De esta forma se podría para tener una mejor idea del riesgo asociado con el consumo de ciertos productos pesqueros.

AGRADECIMIENTOS

Al personal del Laboratorio de la Unidad Residuos y Contaminantes en Alimentos de origen Acuático por la obtención de los datos al largo de 11 años. Al Dr. David Lean por sus consejos y observaciones en el manejo de datos de la presente publicación.

BIBLIOGRAFÍA

1. Calleja CE, Ramírez E. Interpretación del contenido de mercurio en muestras nacionales de pez vela (*Istiophorus platypterus*) y marlín (*Makaira* spp. o *Tretapturus* spp.) a partir de parámetros toxicológicos internacionales. *Revista de Ciencias Ambientales* 2014; 47: 44-59.

2. Farré R, Cameán A M, Vidal M C, Santacruz A L, Teruel V J y Canales ET Informe del Comité Científico de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) en relación a los niveles de mercurio establecidos para los productos de la pesca. *Revista del Comité Científico* 2010; 12: 29-36. Recuperado en marzo 10, 2014, disponible en:

http://aesan.msssi.gob.es/AESAN/docs/docs/evaluacion_riesgos/comite_cientifico/MERCURIO_P.PESC.A.pdf

3. Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR). Resúmenes de Salud Pública- Mercurio (Azogue) (Mercury). Recuperado en julio 20, 2016, disponible en:

http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs46.html

4. EFSA. Scientific Opinion on the risk for the public health related to the presence of mercury and methyl mercury in food. *EFSA Journal* 2012; 10(12):2985.

5. Agencia Catalana de Seguridad Alimentaria. Metilmercurio. ACSA Brief Salud y Seguridad Alimentaria, Departament de Salut 2011.

Recuperado en febrero 5, 2015, disponible en:

<http://www.gencat.cat/salut/acsa/html/es/.../acsabrief08-2011metilmercurio.pdf>

6. Bloom N.S. On the methylmercury content of fish tissue. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 1992; 49: 92-113.

7. Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica Ley General del Servicio Nacional de Salud Animal, Número 8495. *Diario Oficial La Gaceta* 2006; N° 93.

8. Pérez, A.; Moreno, V. J.; de Moreno, J. E. A. & Malaspina, A. M. *Rev. Invest. Des. Pesq.*, 1986, 6, 103-115.

9. Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. Contaminants: Methylmercury. En WHO Technical Report Series, 922 (Ed). *Evaluation of Certain Food Additives and Contaminants: Sixty-first report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives* 2003; 132-141. Rome, Italy. Recuperado en febrero 15, 2014, disponible en http://whqlibdoc.who.int/trs/WHO_TRS_922.pdf

10. Health Canada. 2007. Human Health Risk Assessment of Mercury in Fish and Health Benefits of Fish Consumption Bureau of Chemical Safety, Food Directorate, Health Products and Food Branch.

11. Bosch, A.C.; O'Neill, B.; Sigge, G. O.; Kerwath, S. E.; Hoffman, L. C. Mercury accumulation in Yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) with regards to muscle type, muscle position and fish size. *Food Chemistry*, 2016, 190, 351-356.

12. USDA/FSIS/OPHS. Determination of mercury by Atomic Absorption Spectrophotometry. *Chemistry Laboratory Guidebook* 1991; I05a: 1-14. Recuperado en marzo 10, 2014, disponible en: <http://www.fsis.usda.gov/wps/wcm/connect/7f248e7>

1-0510-43c2-96ab-

bf263f23658a/CLG_TM_5_00.pdf?MOD=AJPERE
S

13. Comisión de las Comunidades Europeas. Reglamento (CE) No 333/2007 de la Comisión de 28 de marzo de 2007 por el que se establecen los métodos de inorgánico, 3-MCPD y benzo(a)pireno en los productos alimenticios. Diario Oficial de la Unión Europea 2007; 88/29-88/38. Recuperado en marzo 10, 2014, disponible en <http://www.boe.es/doue/2007/088/L00029-00038.pdf>

14. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Decreto 34687-MAG, RTCR 409:2008: Reglamento de límites máximos microbiológicos y de residuos de medicamentos y contaminantes para los productos y subproductos de la pesca y de la acuicultura destinados al consumo humano. Diario Oficial La Gaceta 2008; 160. Recuperado en marzo 12, 2014, disponible en <http://www.pgr.go.cr/Scij/>

15. Comisión de las Comunidades Europeas. Reglamento (CE) No 1881/2006 de la Comisión de 19 de diciembre de 2006 por el que se fija el contenido máximo de determinados contaminantes en los productos alimenticios. Diario Oficial de la Unión Europea 2006; 364/5-364/24. Recuperado en marzo 10, 2014, disponible en <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:364:0005:0024:ES:PDF>

16. Comisión del Codex Alimentarius. Codex Standard 193-1995: Norma general del CODEX para los contaminantes y las toxinas presentes en los alimentos y piensos. FAO 1995; 1-48, Recuperado en marzo 10, 2014, disponible en http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/livestock_gov/documents/CXS_193s.pdf

17. Mar Viva. Guía de identificación de pescados y mariscos. 2012. 64 p. Recuperado en julio 6, 2016, disponible en: http://www.marviva.net/Publicaciones/Guia_de_identificacion_de_filetes_de_pescado_y_mariscos.pdf

18. Earth Trends. Coastal and Marine Ecosystems, Costa Rica 2003. Recuperado en abril 5, 2013, disponible en: http://earthtrends.wri.org/pdf_library/country_profiles/coa_cou_188.pdf

19. FAO. El estado mundial de la pesca y la acuicultura. Roma 2012. 231 p. Recuperado en febrero 8, 2015, disponible en: <http://www.fao.org/docrep/016/i2727s/i2727s.pdf>.

20. PROCOMER. Estadísticas de Comercio Exterior de Costa Rica 2011. Costa Rica, 2012. Recuperado en abril 5, 2013, disponible en http://www.procomer.com/contenido/descargables/estadisticas/web_libro_estadistica2011_v2-web.pdf



Tabla 1. Nombres científicos de los pescados y mariscos evaluados en este estudio.

Nombre común	Nombre científico de la(s) especie(s) incluidas
Atún	<i>Auxisrochei</i> <i>Auxisthazard</i> <i>Katsuwonuspelamis</i> <i>Thunnus albacores</i> <i>Thunnus obesus</i>
Bonito	<i>Thunnus alalunga</i>
Camarón	<i>Farfatepenaeusbrevirostris</i> <i>Litopenaeusoccidentalis</i> <i>Litopenaeusschmitti</i> <i>Litopenaeusstylirostris</i> <i>Litopenaeusvannamei</i> <i>Solenoceraagassizi</i>
Dorado	<i>Coryphaenahippurus</i>
Espada	<i>Xiphiasgladius</i>
Marlín	<i>Makaira indica</i> <i>Makaira mazara</i> <i>Tetrapturusaudax</i>
Pangasius	<i>Pangasiushypophthalmus</i>
Raya	<i>Dasyatis</i> sp. <i>Urotrygon</i> sp.
Tiburón	<i>Alopiasvulpinus</i> , <i>Alopiassuperciliosus</i> <i>Alopiaspelagicus</i> <i>Carcharhinusgalapagensis</i> <i>Carcharhinusfalciiformis</i> <i>Carcharhinusleucas</i> <i>Carcharhinuslimbatus</i> <i>Carcharhinuslongimanus</i> <i>Galeocerdocuvier</i> <i>Isuruspaucus</i> <i>Isurusoxyrinchus</i> <i>Mustelushenlei</i> <i>Mustelusunulatus</i> <i>Nasolamiavelox</i> <i>Negaprionbrevirostris</i> <i>Prionace glauca</i> <i>Rhizoprionodonlongurio</i> <i>Sphyrna corona</i> <i>Sphyrnalewini</i> <i>Sphyrnatiburo</i> <i>Sphyrnazyaena</i> <i>Sphyrnamokarran</i> <i>Triaenodonobesus</i>
Tilapia	<i>Oreochromisaureus</i> <i>Oreochromisniloticus</i>
Sardina	<i>Sardina pilchardus</i>

Fuente: MarViva *et al.* (2012)

Tabla 2. Concentraciones promedio anuales de mercurio (en mg/kg) en *pescados depredadores* durante el período 2003-2013

Año	Concentración de Hg en pescados (mg/kg)							
	Atún	Atún en conserva	Bonito	Espada	Marlín	Raya	Tiburón	Vela
2003	0,321	0,168	dnd	0,446	0,586	dnd	1,029	1,421
2004	0,540	0,242	dnd	0,650	0,684	0,408	1,100	dnd
2005	0,558	dnd	dnd	0,418	0,576	0,271	0,641	dnd
2006	0,627	dnd	0,196	0,633	0,650	0,338	0,877	dnd
2007	0,533	dnd	dnd	0,514	0,451	0,306	0,865	1,907
2008	0,490	dnd	dnd	0,558	1,045	0,482	0,917	dnd
2009	0,558	dnd	0,248	0,545	0,597	0,107	0,876	dnd
2010	0,347	dnd	dnd	0,581	0,623	0,224	0,597	dnd
2011	0,664	dnd	dnd	0,365	0,785	dnd	0,580	1,260
2012	0,548	0,104	ND	0,459	0,842	dnd	0,764	1,030
2013	0,470	0,147	dnd	0,695	0,323	dnd	0,555	1,293
Promedio	0,514	0,165	0,148	0,533	0,651	0,305	0,800	1,382

ND: No detectado, (resultado por debajo del límite de detección de 0,056 mg Hg/kg)
dnd: dato no disponible

Fuente: Base de datos de concentraciones de mercurio, LANASEVE, SENASA

Tabla 3 Concentración promedio anual de mercurio (en mg/kg) en otros productos pesqueros (pescados y mariscos) durante el período 2003-2013

Año	Concentración de Hg en pescados (mg/kg)				
	Camarón	Dorado	Pangasius	Sardina	Tilapia
2003	dnd	0,360	dnd	dnd	dnd
2004	dnd	0360	dnd	dnd	dnd
2005	dnd	0,386	0,049	dnd	dnd
2006	dnd	0,368	0,081	0,097	dnd
2007	0,031	0,270	0,083	0,000	0,043
2008	0,027	0,374	dnd	0,111	0,080
2009	0,041	0,266	dnd	0,218	0,106
2010	0,025	0,386	ND	ND	0,131
2011	0,056	dnd	0,056	dnd	0,097
2012	ND	0,296	ND	0,014	0,076
2013	ND	0,282	ND	ND	0,011
Promedio	0,026	0,335	0,038	0,063	0,078

Nota: ND: No detectado, límite de detección es de 0,056 mg/kg y dnd: dato no disponible

Fuente: Base de datos de concentraciones de mercurio, LANASEVE, SENASA

Tabla 4. Ingesta semanal tolerable recomendada (ISTR) de pescados y mariscos para mujeres embarazadas y niños

Pescado o marisco	Mujeres embarazadas		Niños	
	Masa de pescado o marisco (g)	Porciones	Masa de pescado o marisco (g)	Porciones
Atún*	187	1,9	109	1,1
Atún en conserva*	582 (4 enlatados)**	5,8	339 (2 enlatados)**	3,4
Bonito*	649	6,5	378	3,8
Camarón	3692	37	2154	22
Dorado	287	2,9	167	1,7
Espada*	180	1,8	105	1,1
Marlín*	147	1,5	86	0,9
Pangasius	2526	25	1474	15
Raya*	315	3,1	184	1,8
Sardina	1524	15	889	8,9
Tiburón*	120	1,2	70	0,7
Tilapia	1231	12	718	7,2
Vela*	69	0,7	41	0,4
Cantidad promedio pescados de especies predadoras	171***	1,7	100	1,0
Cantidad promedio de otros productos pesqueros	889***	8,9	519	5,2

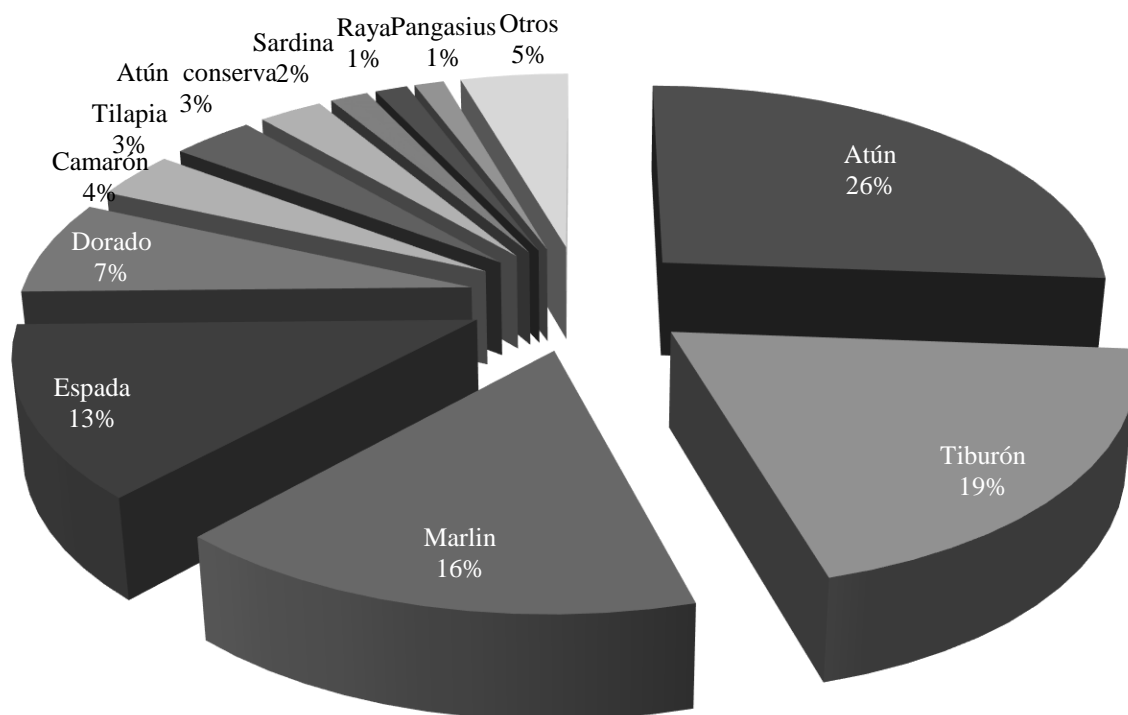
* Pescados depredadores

** Basado en una masa promedio de 120 g (peso escurrido) de producto enlatado

*** Valor obtenido a partir de la concentración promedio

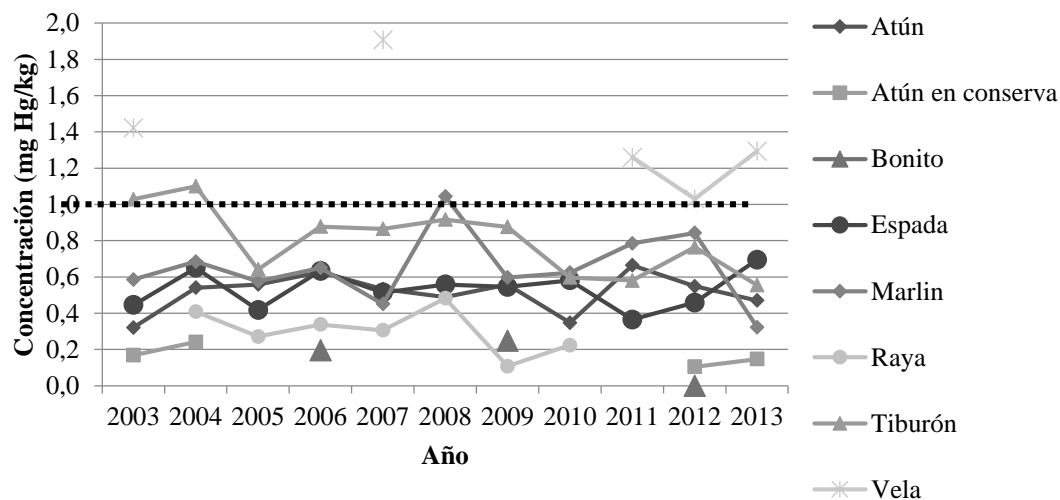
Fuente: Base de datos de concentraciones de mercurio, LANASEVE, SENASA

Figura 1, Distribución porcentual de los análisis de mercurio en pescados y productos pesqueros realizados en el período 2003-2013



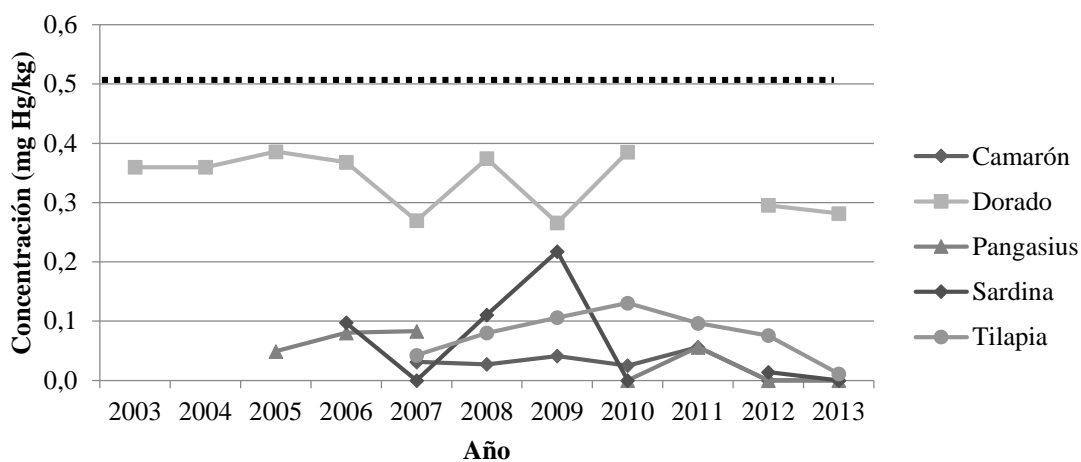
Fuente: Base de datos de concentraciones de mercurio, LANASEVE, SENASA

Figura 2, Comparación de las concentraciones promedio anuales de mercurio en pescados depredadores, en función de sus identidades, con el valor límite de 1 mg Hg/kg (línea punteada) establecido por la normativa internacional para productos pesqueros, en el periodo 2003-2013



Fuente: Base de datos de concentraciones de mercurio, LANASEVE, SENASA

Figura 3, Comparación de las concentraciones promedio anuales de mercurio en *otros productos pesqueros*, en función de sus identidades, con el valor límite de 0,5 mg Hg/kg (línea punteada) establecido por la normativa internacional para productos pesqueros, en el periodo 2003-2013



Fuente: Base de datos de concentraciones de mercurio, LANASEVE, SENASA