

Estudios de absorción y biodisponibilidad de mercurio y metilmercurio in vitro e in vivo y estudio del papel protector del selenio en diferentes especies de pescado.

31 de diciembre de 2017

Este estudio fue promovido por la Organización de Productores de Buques Congeladores de Merlúcidos, Cefalópodos y Especies Varias (OPPC-3) en el ámbito del proyecto *“Cooperación con organismos científicos para la mejora de la comercialización de especies de palangre de superficie”* y se realiza en colaboración con ANFACO-CECOPECA. Está enmarcado dentro del Plan Plurianual de Producción y Comercialización de la OPPC-3.

El objetivo principal del proyecto consiste en la evaluación de la exposición al mercurio (Hg) y metil-mercurio (Me-Hg) asociada al consumo de ciertas especies de pescado que se capturan mediante palangre (pez espada, tintorera y marrajo) mediante estudios de bioaccesibilidad y de biodisponibilidad in vitro e in vivo. Por otro lado, se pretende estudiar el papel del selenio (Se), un elemento muy abundante en el pescado capturado en el mar que presenta una elevada afinidad por el mercurio, ejerciendo de esta forma, un efecto beneficioso sobre la salud del consumidor.

Para cualquier compuesto presente en un alimento, ya sea un tóxico o un nutriente, es necesario considerar la cantidad de dicho compuesto que, tras la ingestión, llega a ser absorbida y alcanzar la circulación sistémica. Sólo la fracción que se absorbe es capaz de desempeñar su actividad biológica. La bioaccesibilidad se corresponde con la cantidad del compuesto que se libera del alimento a los fluidos gastrointestinales y la biodisponibilidad es la cantidad que se absorbe a través del intestino y llega a la circulación sanguínea estando disponible para promover su acción en el organismo. La bioaccesibilidad y biodisponibilidad de un compuesto están afectadas por diversos factores que dependen del alimento (especie, forma de cocinado, presencia de compuestos que faciliten o dificulten la absorción...) como del consumidor (edad, condición física...).

El selenio es un micronutriente y un componente esencial de diferentes enzimas que participan en la protección antioxidante de las células. Estas funciones son indispensables, en especial en el cerebro; además, el selenio se liga a metales tóxicos reduciendo potencialmente su toxicidad, formando complejos de mercurio-selenio, a través de la selenoproteína P del plasma (Berry y Ralston 2008).

El mercurio y el metilmercurio se unen de modo irreversible a las selenoenzimas, bloqueando su función: el efecto nocivo de la exposición a metilmercurio sobre las selenoenzimas se produce como resultado de la interacción Se-Hg, lo cual podría explicar el daño oxidativo que se atribuye al metilmercurio. Parece aumentar la toxicidad cuando existe un exceso molar de mercurio respecto al selenio en el tejido afectado (Berry y Ralston 2008).

Para simplificar la evaluación de riesgos del Hg y los beneficios del Se, se aplica actualmente una ecuación que relaciona las concentraciones molares de ambos elementos de la siguiente forma:

$$HBV_{Se} = \frac{Se-Hg}{Se} \times (Se+Hg)$$

De este modo, el pescado en el que se obtiene un valor negativo del índice HBV_{Se} , presenta un riesgo incrementado de efectos adversos y en el desarrollo cognitivo de los niños, mientras que valores positivos del índice HBV_{Se} , ofrecen una expectativa de resultados beneficiosos del consumo. La magnitud de los valores, sean positivos o negativos, indican los beneficios o riesgos relativos (Ralston and Raymond 2014).

1. Muestreo y preparaciones culinarias.

Este trabajo comenzó con un muestreo de ejemplares de distintos tamaños y zonas de captura (Atlántico Norte y Océano Índico) de las tres especies de interés y se analizó la concentración de Hg, Me-Hg y Se en individuos crudos y cocinados. Se emplean dos preparaciones por especie: pez espada (*Xiphias gladius*), a la plancha y guisado; tintorera o quella (*Prionace glauca*) a la cazuela y frita y marrajo o tiburón mako (*Isurus oxyrinchus*); en adobo y a la plancha. Los resultados obtenidos evidencian que se produce un aumento en la concentración de Hg y Me-Hg al aumentar la talla peso de los individuos y que por otra parte el cocinado provoca un aumento en la concentración de estos compuestos, asociado a la pérdida de agua. En el caso de selenio, el efecto del cocinado no es tan evidente. En la figura 1 se muestra la concentración de Hg y Me-Hg en peces espada de distintos tamaños en crudo y cocinados. En las otras dos especies se obtuvieron resultados similares. Por otra parte, la mayoría de los espadas ofrecieron índices positivos y, en general, el cocinado no alteró cualitativamente este índice (los peces con índice positivo en crudo tras el cocinado mantuvieron índices positivos y los peces con índices negativos mantuvieron índices negativos) como se puede apreciar en la figura 2. Los peores resultados se obtuvieron en marrajos de gran tamaño.

2. Bioaccesibilidad y biodisponibilidad *in vitro*

Las distintas preparaciones culinarias obtenidas se sometieron a un proceso de digestión *in vitro*, que simula la digestión en el consumidor mediante el empleo de distintas soluciones digestivas que emulan las distintas etapas de la digestión mediante el protocolo desarrollado previamente (Versantvoort *et al.*, 2005). De este modo se acaba obteniendo un digerido compuesto por una parte líquida en que se encuentran disueltos los compuestos bioaccesibles y un residuo sólido. En la mayor parte de las muestras analizadas se observó una mayor bioaccesibilidad de Se que de Hg y Me-Hg.

Por otro lado, se estudió la absorción de estos compuestos a través de un modelo celular *in vitro* de epitelio intestinal compuesto por dos líneas celulares (Caco-2 y HT-29) que se cultivan formando una monocapa en los insertos Millicell®. Estos insertos se alojan en pocillos y los separan en dos compartimentos, el superior o apical, que simula el espacio interior del intestino (luz o lumen intestinal) y el inferior o basal, que simula los vasos linfáticos-circulación sanguínea. Esta parte del trabajo está en fase de análisis de resultados, pero en general se puede decir que la absorción de selenio es mayor que la absorción de Hg y Me-Hg.



Organización de Productores
de Buques Congeladores de
Merluccios, Cefalópodos y
Especies Varias



3. Bioaccesibilidad y biodisponibilidad *in vivo*

Por último, se evaluó la bioaccesibilidad y biodisponibilidad en animales de laboratorio (ratas) elaborando piensos que contenían el pescado cocinado en las etapas anteriores del trabajo. Se alimentó a los animales con pienso que contenía pescado durante tres días, recogiendo las heces y muestras de sangre para su posterior análisis. El análisis de la concentración de Hg y Se en pienso, heces y sangre permite calcular la absorción.

La relación molar Se:Hg en sangre se ha considerado un parámetro importante a la hora de evaluar el riesgo, y se ha sugerido que una relación molar Se:Hg superior a 1 indicaría una protección a tener en cuenta contra los efectos adversos del mercurio. La relación molar Se:Hg en sangre en los animales de nuestro estudio fue siempre mayor a 1, incluso en las ratas alimentadas con los piensos de mayor concentración de Hg, teniendo en cuenta que los piensos contenían, además de un porcentaje de 13-20% de los pescados estudiados, los nutrientes estándar utilizados en roedores de laboratorio.

4. Conclusión

No todo el mercurio o metilmercurio presente en el alimento llega a absorberse, y el selenio presente en el pescado ayuda a contrarrestar el efecto negativo del mercurio. Por ello, sería de interés tener en cuenta la relación Se – Hg presente en los alimentos o en las raciones a la hora de evaluar el riesgo por Hg y que ello conduzca a cambios legislativos.

Bibliografía

- C.H.M. Versantvoort, A. Oomen, G. Van de Kamp, E. C. J.M. Rompelberg, A.J.A.M. Sips, Applicability of an *in vitro* digestion model in assessing the bioaccessibility of mycotoxins from food (2005). *Food and Chemical Toxicology*, 43 (1), 31-40.
- Berry MJ, Ralston NVC. Mercury toxicity and the mitigating role of selenium. *EcoHealth*. 2008; 5:456–9.
- Ralston, N.; Raymond, L.J. Selenium status and intake influences mercury exposure risk assessments. In *Selenium in the environment and human health*, Bañuelos, L.Y., Ed. Taylor & Francis Group: London, 2014; pp 203-205.

Anexo: Figuras.

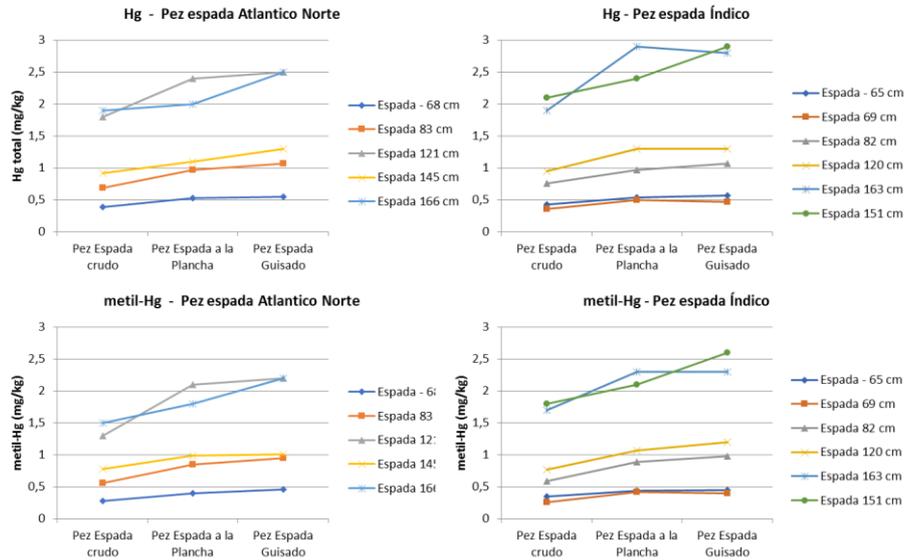


Figura 1: Concentración de Hg, y Me-Hg en pez espada crudo y cocinado

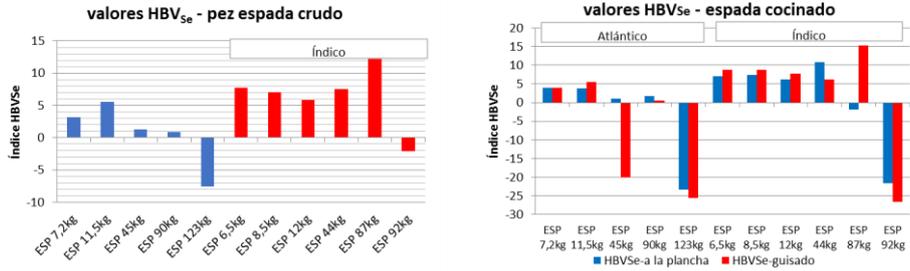


Figura 2: Valores de HBVSe en espada crudo y cocinado.



Figura 3: Vista macroscópica y microscópica del modelo celular de absorción intestinal.