

ORIGINAL

Recibido: 7/3/2023
 Aceptado: 15/6/2023
 Publicado: 8/9/2023
 e202309073
 e1-e20

Mercury levels in fish in the Valencian Community: temporal evolution (2011-2017) and associated factors

Los autores declaran que no existe ningún conflicto de intereses

CORRESPONDENCIA

Gabriel Riutort-Mayol
 Avenida de Catalunya, 21.
 CP 46020. Valencia. España.
gabriel.riutort@fisabio.es

CITA SUGERIDA

Blanco C, Ballester F, Báguena R, Marín S, Llop S, López-González U, Riutort-Mayol G, Soler-Blasco R. Niveles de mercurio en pescado en la Comunitat Valenciana: evolución temporal (2011-2017) y factores asociados. *Rev Esp Salud Pública*. 2023; 97: 8 de septiembre e202309073.

Niveles de mercurio en pescado en la Comunitat Valenciana: evolución temporal (2011-2017) y factores asociados.

AUTORES

Carolina Blanco (1)
 Ferran Ballester (2,3,4)
 Rosario Báguena (5)
 Silvia Marín (5)
 Sabrina Llop (3,4)
 Ulises López-González (1)
 Gabriel Riutort-Mayol (6)
 Raquel Soler-Blasco (2,3,4)

FILIACIONES

- (1) Servicio de Medicina Preventiva; Hospital Universitario Doctor Peset. Valencia. España.
- (2) Departamento de Enfermería; Universitat de València. Valencia. España.
- (3) Unidad Mixta en Epidemiología y Salud Ambiental de FISABIO; Universitat Jaume I-Universitat de València. Valencia. España.
- (4) Consorcio de Investigación Biomédica en Red de Epidemiología y Salud Pública (CIBERESP). Madrid. España.
- (5) FISABIO-Salud Pública, Área de Seguridad Alimentaria; Generalitat Valenciana. Valencia. España.
- (6) FISABIO-Salud Pública, Área de Ambiente y Salud; Generalitat Valenciana. Valencia. España.

RESUMEN

FUNDAMENTOS // El mercurio (Hg) es un metal tóxico cuya principal fuente de exposición en humanos es la dieta, principalmente el consumo de pescado. Para reducir la exposición al Hg se han establecido unos niveles máximos permitidos en productos de pesca. El objetivo del presente trabajo fue describir las concentraciones de mercurio total (THg) y metilmercurio (MeHg) en las especies de pescado dispuestas para el consumo en la Comunitat Valenciana, así como los factores asociados a dichas concentraciones y su evolución en el período 2011-2017.

MÉTODOS // Se realizó un estudio descriptivo, retrospectivo, de los niveles de Hg en muestras de pescado y de su evolución temporal, tanto en general como por grupos de pescado. Los datos proceden del Programa de Vigilancia Sanitaria de Alimentos de la Generalitat Valenciana. Se construyeron modelos de regresión lineal multivariantes para evaluar la asociación del año de muestreo, el grupo de pescado y el origen del mismo con las concentraciones de THg (n=560) y MeHg (n=206). Se evaluó la tendencia anual media de los niveles de THg y MeHg a lo largo del período.

RESULTADOS // La mediana para THg fue de 0,20 mg/kg, y de 0,14 mg/kg para MeHg. El pez espada/emperador fue el grupo de pescado que presentó niveles más altos, seguido del atún/ bonito frescos y del atún en lata. La tendencia global de los niveles de THg fue descendente ajustando por el peso anual de las muestras de pez espada/emperador. Al analizar la tendencia en pez espada/emperador se observó una disminución del 7% en promedio por año.

CONCLUSIONES // La evolución temporal de los niveles de THg en pescado en la Comunitat Valenciana en el período 2011-2017 presenta una tendencia global descendente cuando se ajusta por el peso relativo de pez/espada emperador sobre el total de muestras para cada año. Además, al estudiar los niveles de THg en este grupo se observa una tendencia decreciente.

PALABRAS CLAVE // Mercurio; THg; MeHg; Pescado; Especies; Tendencia; Seguridad Alimentaria.

ABSTRACT

BACKGROUND // Mercury (Hg) is a toxic metal, and dietary exposure is the main one in humans, especially fish consumption. In order to reduce Hg exposure, maximum levels in fish products have been established. We aimed to describe total mercury (THg) and methylmercury (MeHg) concentrations in fish species consumed in Comunitat Valenciana, as well as factors associated and their tendency during the period 2011-2017.

METHODS // A retrospective descriptive study of Hg levels in fish meat samples in Comunitat Valenciana between 2011 and 2017 and their temporal trend was carried out, both in general and by fish groups. Data comes from Generalitat Valenciana's Health Surveillance of Food Program. We created multivariate linear regression models to evaluate the association between sampling year, fish group and origin and THg (n=560) / MeHg (n=206) concentrations. The average annual trend of THg and MeHg levels throughout the period was evaluated.

RESULTS // The median was 0.20 mg/kg for THg and 0.14 mg/kg for MeHg. Swordfish, fresh tuna/albacore and canned tuna, in that order, showed the highest concentrations. Global tendency of THg levels was descending when adjusting by swordfish annual percentage. When we analyzed the tendency in swordfish, we observed a 7% decrease on average per year.

CONCLUSIONS // Global temporal trend of THg levels in fish in Comunitat Valenciana during the period 2011-2017 is descending after adjusting by the relative weight of swordfish over the total number of samples by year. We observe a descending tendency when studied by species (swordfish).

KEYWORDS // Mercury; THg; MeHg; Fish; Species; Tendency; Food Safety.

INTRODUCCIÓN

EL MERCURIO (HG) ES UN METAL QUE PROVIENE tanto de fuentes naturales como antropogénicas (1). La principal fuente de exposición en humanos es a través de la dieta, en especial a partir del consumo de pescado y otros animales marinos. El metilmercurio (MeHg) se considera la forma más tóxica y representa, aproximadamente, el 90% del mercurio total (THg) en estos alimentos (2). Su principal efecto en la salud es la neurotoxicidad, y los grupos más vulnerables son las mujeres embarazadas y la población infantil, sobre todo en la etapa prenatal y postnatal temprana, debido a la susceptibilidad del sistema nervioso en desarrollo (3,4).

Debido a los fenómenos de bioacumulación y biomagnificación, el MeHg se acumula de manera creciente en aquellas especies que ocupan los últimos eslabones de la cadena trófica, por lo que los peces depredadores, de mayor tamaño y/o más longevos, tienen las concentraciones más altas (5,6), como el pez espada, el emperador, el tiburón o el atún rojo (7,8).

En la legislación se establecen unos contenidos máximos de Hg en pescado como medida de Salud Pública. En España, la normativa vigente corresponde a la de la Unión Europea (UE). Recientemente se ha publicado el *Reglamento (UE) 2022/617 de la Comisión de 12 de abril de 2022* (9), por el que se modifica el *Reglamento (CE) n° 1881/2006* (10) [ANEXOS I y II]. Además, con el objetivo de proteger a los grupos más vulnerables, diferentes organismos oficiales emiten recomendaciones en relación con el consumo de Hg a través de los alimentos. Para mantener los beneficios derivados de la ingesta de pescado y proteger contra la toxicidad del MeHg, se recomienda evitar consumir las especies con alto contenido en Hg, especialmente durante el embarazo y en población infantil (11,12). Así, en España la AESAN (Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición) publicó

en 2019 sus recomendaciones de consumo de pescado: “para población general se aconseja el consumo de hasta tres-cuatro raciones de pescado por semana, para mujeres embarazadas, en período de lactancia o niños hasta diez años evitar el consumo de las especies con mayor contenido (pez espada, atún rojo, tiburón y lucio), y para niños entre diez y catorce años limitar el consumo de esas cuatro especies a 120 gramos al mes” (13).

España está considerada una región con un consumo elevado de pescado, y, por tanto, con una probabilidad apreciable de exposición elevada al Hg. Un estudio de biomonitorización reciente, en el que se incluyeron muestras de sangre, orina y cabello de cerca de 2.000 adultos españoles, concluyó que los niveles de Hg eran más elevados en las regiones costeras, como es la Comunitat Valenciana (CV) (14). Según el *Estudio de Dieta Total* de la CV, que recoge los datos de consumo de alimentos procedentes de la *Encuesta de Nutrición de la CV 2010-2011* y analiza la exposición a contaminantes en esta población, hasta un 8,5% de los adultos y un 12,3% de los niños tienen una ingesta de MeHg superior a la ingesta semanal tolerable (IST) a través de productos de pesca (15,16), siendo de 1,3 µg/kg de peso corporal la IST establecida por la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) (6). Las especies que más contribuyeron a la exposición al MeHg en niños fueron el pez espada (28%), seguido por el atún (en lata y fresco), que contribuyó en un 27,6%, y el mero (16,9%) (17). Hay que tener en cuenta que, en muchas regiones de la CV, la población se refiere al emperador como mero, lo que podría estar sesgando los resultados de la encuesta.

Respecto al control de tóxicos, en concreto el Hg, las actividades se centran en el control de los límites máximos (establecidos en la legislación) de este metal en el pescado. Conocer cómo evolucionan los niveles a lo largo del tiempo, así como los factores que se asocian a las concentraciones, puede dar información que ayude a la vigilancia y control de la expo-

Niveles de mercurio en pescado en la Comunitat Valenciana: evolución temporal (2011-2017) y factores asociados.
CAROLINA BLANCO et al.

sición al Hg en áreas con un alto consumo de pescado.

El objetivo del presente trabajo fue describir las concentraciones de THg y MeHg en las especies de pescado dispuestas para el consumo en la Comunitat Valenciana, así como los factores asociados a dichas concentraciones y su evolución en el período 2011-2017.

MATERIAL Y MÉTODOS

Diseño, período y ámbito de estudio. Se realizó un estudio descriptivo, retrospectivo, de los niveles de Hg en pescado en la Comunitat Valenciana y su evolución, en el período 2011-2017.

VARIABLES DE ESTUDIO. Los datos de Hg en pescado provinieron de la toma de muestras de pescado y su análisis en el laboratorio que forma parte de la Vigilancia Sanitaria de los Alimentos (Sector Pescados, Moluscos, Crustáceos y derivados, en este caso), recogida en el *Plan de Seguridad Alimentaria de la Comunitat Valenciana*, desarrollada por los Servicios de la Dirección General de Salud Pública de la Generalitat Valenciana. Este Programa lleva a cabo la Vigilancia Sanitaria de los alimentos producidos/consumidos en la CV, mediante la toma de muestras y el análisis de los mismos, con objeto de valorar su adecuación a la normativa vigente para, en caso de incumplimiento, adoptar las medidas necesarias para su control. En este programa, inspectores de Salud Pública recogen muestras en industrias de elaboración/envasado/almacenamiento de productos de la pesca frescos/congelados y en puntos de venta (pescaderías, minoristas de alimentación).

Como parte del *Programa de Vigilancia*, se midieron las concentraciones de THg y MeHg. A partir de las 635 muestras recogidas durante el período de estudio, se realizaron un total de 803 mediciones. Las muestras se analizaron en el laboratorio de Salud Pública de Valencia y en el laboratorio de Salud Pública de Ali-

cante. En 595 muestras se analizaron los niveles de THg, en 208 los de MeHg, y, de estas, en 168 se analizaron ambos compuestos. Todas las mediciones incluían un valor de incertidumbre con un intervalo de confianza del 95%. En todas las muestras, los niveles de THg y MeHg se expresaron en mg/kg. El 27% de las mediciones estuvieron por debajo del límite de cuantificación (LOQ). Al tratarse de datos correspondientes a un amplio periodo de muestreo y análisis en el laboratorio, los LOQ no fueron homogéneos, presentando un rango de entre 0,01 y 0,02 para MeHg y de entre 0,02 y 0,10 para THg, dependiendo de la técnica utilizada y del laboratorio donde fueron analizadas las muestras (Alicante o Valencia). Con respecto a los métodos analíticos para la determinación de los niveles de THg y MeHg, se utilizaron los siguientes: espectroscopía de absorción atómica (AAS); espectroscopía de absorción atómica con vapor frío (CV-AAS); espectroscopía de absorción atómica-analizador avanzado de Hg (AAS-AMA-254); y espectrometría de masas por plasma acoplado inductivamente (ICP-MS).

A partir de dicha información, se construyó una base de datos por parte de la Subdirección General de Seguridad Alimentaria de la Dirección General de Salud Pública y Adicciones de Valencia, que recogió las concentraciones de metales en alimentos e información complementaria. Los datos fueron recogidos siguiendo las pautas establecidas por la EFSA (*Chemical monitoring reporting guidance*) (18).

Para alcanzar los objetivos del presente estudio se construyó una nueva base de datos. Las variables utilizadas fueron: THg; MeHg; código de producto EFSA (especie o tipo de pescado/producto de la pesca muestreada); tratamiento del producto (en lata, congelado, ahumado, procesado, cocinado, pasteurizado o descamado); zona de origen de la pesca (mar/océano de procedencia del producto, es decir, el lugar donde se había pescado); año de muestreo (el año de recogida de la muestra coincide con el año de análisis del contenido

Niveles de mercurio en pescado en la Comunitat Valenciana: evolución temporal (2011-2017) y factores asociados.

CAROLINA BLANCO et al.

Rev Esp Salud Pública
Volumen 97
8/9/2023
e202309073

de Hg). En el caso del MeHg, solo se analizó su concentración a partir del año 2013.

Las determinaciones de THg y MeHg con valores por debajo del LOQ se imputaron siguiendo la siguiente fórmula: $LOQ/\sqrt{2}$ (19). No obstante, en 37 mediciones (2 de MeHg y 35 de THg) de la base de datos original, correspondientes a 2014, no constaba un valor numérico, pero tampoco un valor de LOQ recogido, por lo que estas mediciones no se pudieron imputar y se consideran datos perdidos. Por tanto, para el análisis final se dispuso de 766 observaciones con un valor numérico asignado (real o imputado), en concreto 560 mediciones de THg y 206 mediciones de MeHg (el 27,86% y el 12,14% de las mediciones de THg y MeHg fueron niveles imputados, respectivamente).

Por otro lado, dada la alta variabilidad de las categorías en la variable *Tipo de pescado/producto de la pesca* (recogida según el código de producto EFSA) presentes en la base de datos original, esta variable se recategorizó en nueve grupos de la siguiente manera: Atún/bonito frescos; atún en lata; cefalópodos; crustáceos; moluscos; otros en lata y/o procesados; otros pescados azules; pescado blanco; pez espada/emperador.

De la misma manera, la variable *Zona de origen de la pesca* se reagrupó en las siguientes categorías: Atlántico; Índico; Mar del Norte; Mediterráneo; Pacífico; de río; y desconocido.

Análisis estadístico. Se realizó un análisis descriptivo de los niveles de THg y MeHg en todas las muestras, así como según el año de recogida, el grupo de pescado y la procedencia del pescado. Para ello, se calcularon medidas de tendencia central (media, mediana) y medidas de dispersión (desviación estándar, percentiles 25-75 y rango). Se examinaron las distribuciones de los niveles de Hg de acuerdo con los valores máximos según la normativa vigente. También se analizó la distribución de

los pesos de los grupos de pescado muestreados por año de estudio.

Se realizó un análisis de normalidad de los niveles de Hg, tanto para THg como para MeHg, mediante el test de normalidad Shapiro-Wilk. Como la variable seguía una distribución no normal, se aplicó la prueba estadística Kruskal-Wallis para evaluar las diferencias por categorías.

Se describió la evolución temporal de los niveles de THg y MeHg, tanto en general como para los grupos de pescado que mostraban un mayor contenido de Hg. Para ello, dado que la distribución de los valores de la concentración en carne de pescado presentó algunos valores extremos, se calculó también la media geométrica y su intervalo de confianza al 95%. Se realizó un análisis de regresión lineal para evaluar la tendencia anual media de los niveles de THg y MeHg a lo largo del período estudiado. Para este análisis, los niveles de Hg se transformaron en log2. La tendencia anual media de los niveles de THg y MeHg se ajustó por el peso relativo de las muestras de pez espada/emperador sobre el total de muestras para cada año de estudio.

Se construyeron modelos de regresión lineal multivariantes para evaluar la asociación del año de recogida de la muestra, el tipo de pescado y la procedencia del mismo con las concentraciones de THg y MeHg. Para este análisis, los niveles de Hg se transformaron en log2.

Se prefijó el nivel de significación en 0,05, de modo que una p menor de 0,05 fue considerada estadísticamente significativa. Los datos se analizaron mediante el programa estadístico *RStudio*® (versión 4.1.3.).

RESULTADOS



Niveles de THg y MeHg en general y por años. En las **TABLAS 1 y 2** se describen los niveles de Hg (THg y MeHg, respectivamente) para todo

Tabla 1

Descripción de los niveles de THg (mg/kg) de las muestras de pescado analizadas en el período 2011-2017 (Comunitat Valenciana, España).

Descriptivo/ Año	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	TOTAL
n	77	90	86	80	61	112	54	560
GM (IC95%)	0,07 (0,05-0,10)	0,17 (0,13-0,23)	0,27 (0,21-0,35)	0,41 (0,34-0,51)	0,10 (0,08-0,12)	0,18 (0,14-0,22)	0,22 (0,15-0,34)	0,18 (0,16-0,20)
Mediana (p25-p75)	0,06 (0,01-0,15)	0,23 (0,06-0,50)	0,32 (0,10-0,70)	0,49 (0,26-0,80)	0,07 (0,07-0,10)	0,15 (0,07-0,55)	0,35 (0,07-0,79)	0,20 (0,07-0,56)
Rango	0,01-1,61	0,01-1,51	0,02-2,29	0,05-2,13	0,04-1,20	0,01-1,70	0,01-2,70	0,01-2,70

n= número de mediciones. Se muestra la media geométrica (GM) y su intervalo de confianza al 95% (IC95%), la mediana, los percentiles 25 y 75 (p25 y p75), el mínimo y el máximo (rango) de los niveles de THg por años y en total teniendo en cuenta las mediciones para todos los años tras imputar aquellos niveles que estaban por debajo del LOQ.

Tabla 2

Descripción de los niveles de MeHg (mg/kg) de las muestras de pescado analizadas en el período 2013-2017 (Comunitat Valenciana, España).

Descriptivo/ Año	2013	2014	2015	2016	2017	TOTAL
n	35	52	52	51	16	206
GM (IC95%)	0,13 (0,07-0,22)	0,18 (0,12-0,25)	0,05 (0,04-0,08)	0,11 (0,07-0,17)	0,13 (0,05-0,35)	0,11 (0,09-0,13)
Mediana (p25-p75)	0,20 (0,04-0,39)	0,24 (0,06-0,48)	0,05 (0,02-0,17)	0,13 (0,03-0,39)	0,19 (0,01-0,64)	0,14 (0,03-0,36)
Rango	0,01-1,27	0,01-1,89	0,01-1,29	0,01-1,57	0,01-2,23	0,01-2,23

n= número de mediciones. Se muestra la media geométrica (GM) y su intervalo de confianza al 95% (IC95%), la mediana, los percentiles 25 y 75 (p25 y p75), el mínimo y el máximo (rango) de los niveles de MeHg por años y en total teniendo en cuenta las mediciones para todos los años tras imputar aquellos niveles que estaban por debajo del LOQ.

el período y por años. La mediana para el THg fue de 0,20 mg/kg, registrándose la más alta del período en 2014 (0,49 mg/kg). Para el MeHg, la mediana fue de 0,14 mg/kg, registrándose en 2014 la más alta (0,24 mg/kg).

Niveles de THg por subgrupos de pescado. Los descriptivos de los niveles de THg para todo el período entre los nueve grupos de pescado

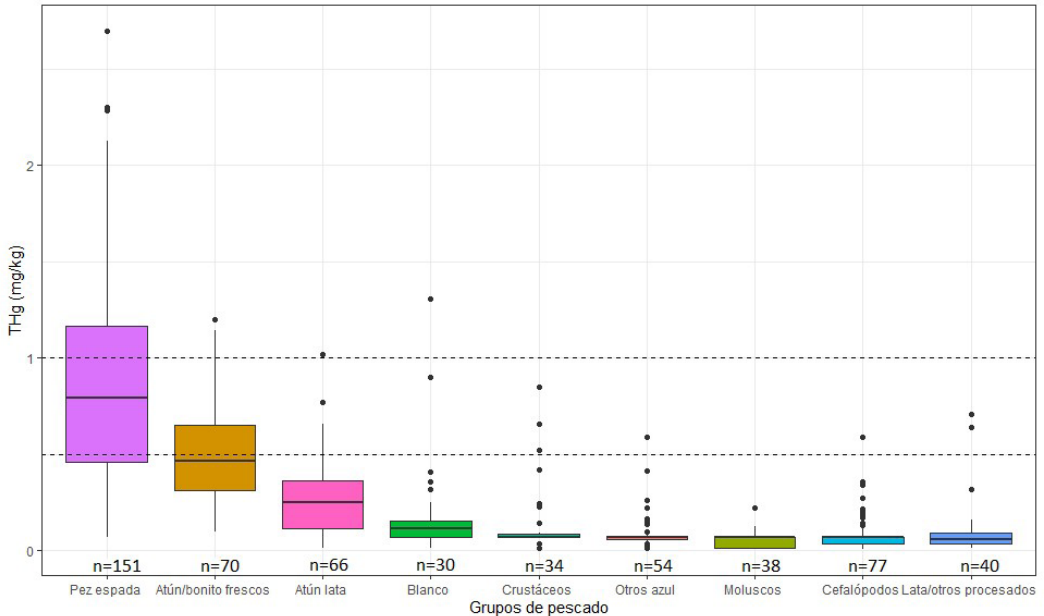
se recogen en la **FIGURA 1**. El pez espada/empeador fue el grupo de pescado que presentó niveles más altos (mediana de 0,80 mg/kg), seguido del atún/bonito frescos (0,46 mg/kg) y, en tercer lugar, del atún en lata (0,25 mg/kg). Los siguientes grupos con mayores niveles de THg fueron, por orden, el pescado blanco y los crustáceos, aunque sus niveles fueron sensiblemente más bajos que los ante-

Niveles de mercurio en pescado en la Comunitat Valenciana: evolución temporal (2011-2017) y factores asociados.

CAROLINA BLANCO et al.

Rev Esp Salud Pública
Volumen 97
8/9/2023
e202309073

Diagrama de cajas mostrando la distribución de los niveles de THg en los diferentes subgrupos de pescado. (n=560). La línea de puntos marca el límite máximo establecido de 1 mg/kg para algunas especies y de 0,5 mg/kg para otras especies.



riores (mediana de 0,11 y 0,07 mg/kg, respectivamente). El resto de los grupos presentaron contenidos de Hg más bajos. En el caso del pez espada/emperador, el rango fue muy amplio (mínimo de 0,07 a máximo de 2,70 mg/kg). El 31,8% de las muestras (n=48) superaron el límite legal establecido por la UE para esta especie (1 mg de THg por kg de peso).

En el caso del atún/bonito frescos, el rango de concentraciones de THg también fue amplio (0,10-1,20 mg/kg), y, en este caso, el 2,8% de las muestras superaron el límite legal de 1 mg/kg establecido para estas especies. Para el atún en lata, el rango fue de 0,01-1,02 mg/kg, aunque la mayoría de los niveles medidos estuvieron por debajo de 0,5 mg/kg, siendo la mediana de 0,25 mg/kg. Una muestra de atún en lata superó el límite máximo de 1 mg/kg de THg (1,02 mg/kg).

Dentro del grupo de pescado blanco, una muestra (el 3,3%) de rosada (*Genypterus spp.*) superó el límite establecido para esta especie de 1 mg/kg de THg, con unos niveles de 1,31 mg/kg.

Evolución temporal de los niveles de Hg. La evolución temporal de los niveles de THg en el período 2011-2017 para el conjunto de muestras analizadas se recoge en el **ANEXO III**. Se observó un aumento progresivo de los niveles, disminuyendo en 2015 y volviendo a aumentar hasta el año 2017, pero sin alcanzar en los últimos años los niveles medidos en 2013-2014. La tendencia en este período fue ascendente.

La evolución temporal de los niveles de MeHg en el período 2013-2017 se recoge en el **ANEXO IV**. En el caso del MeHg, se observó un descenso de los niveles en el año 2015, aun-

que en el resto de los años los niveles promedios se mantuvieron con pocas variaciones. Se observó una tendencia descendente de los niveles para el MeHg.

Como se observa en la **ANEXO V**, el peso proporcional en el muestreo anual de las especies con un mayor contenido de THg (pez espada/emperador y atún/bonito frescos) sobre el total de muestras en las que se midió el THg fue muy variable, observándose un rango para el pez espada/emperador entre el 3,3% (2015) y el 59,3% (2017), y entre el 1,9% (2017) y el 21,3% (2014) en el caso del atún/bonito frescos. Además, el peso proporcional de pez/espada emperador sobre el total de muestras en las que se midió el THg fue mayor que el peso de esta especie sobre el total de muestras en las que se midió el MeHg [**ANEXO VI**].

Al ajustar la tendencia de los niveles de THg en el período de estudio por el peso de pez espada/emperador en el muestreo (proporción de muestras de pez espada/emperador sobre el total de muestras para cada año), la tendencia se volvió negativa (β : -0,04; IC95%: -0,13; 0,05; $p=0,34$; β del peso de pez espada/emperador en el muestreo: 4,10; IC95%: 2,94; 5,27; $p<0,01$) [**ANEXO VII**]. Se ajustó también la tendencia de los niveles de MeHg por el peso relativo de las muestras de pez espada/emperador sobre el total y se observó una tendencia decreciente (β : -0,44; IC95%: -0,77; -0,12; $p=0,01$; β del peso: 4,90; IC95%: 1,45; 8,35; $p=0,01$) [**ANEXO VII**].

La evolución temporal de los niveles de THg para el pez espada/emperador en el período 2011-2017 se recoge en la **FIGURA 2**. La mediana de la concentración estaba por encima del límite legal de 1 mg/kg en el año 2011 y 2013 (1,03 y 1,02, respectivamente), registrándose la mediana más baja de este período en el año 2017 (0,70 mg/kg). Se observó una tendencia decreciente de THg para este grupo de pescado, con una disminución promedia de los niveles de un 7% por año (β : -0,07; IC95%: -0,15; 0,01; $p=0,09$). En el caso del MeHg, se

observó un descenso progresivo de los niveles en pez espada/emperador hasta 2015, año a partir del cual aumentaron, pero sin alcanzar los niveles de 2013 [**ANEXO VIII**]. La tendencia fue negativa (β : -0,08; IC95%: -0,43; 0,26; $p=0,63$).

La evolución temporal de los niveles de THg para el atún/bonito frescos, el atún en lata y el pescado blanco en el período 2011-2017 se recoge en los **ANEXOS IX, X y XI**. Se observó una tendencia decreciente de los niveles de THg para el atún/bonito frescos. (β : -0,03; IC95%: -0,16; 0,10; $p=0,61$).

Factores asociados a los niveles de THg y MeHg. En la **FIGURA 3** se muestra el modelo multivariante de los factores asociados a los niveles de THg. El año de análisis se asoció de manera estadísticamente significativa con las concentraciones de THg, observándose niveles más altos en todos los años respecto al año 2011, excepto para el año 2017 ($p=0,06$). Respecto a las categorías de pescados y otros productos de la pesca, se observó que la mayoría de los grupos (concretamente, todos los grupos que son específicamente de pescado) presentaban niveles de THg significativamente más altos que el grupo de referencia (otros pescados azules). De más a menos, según contenido de Hg, se situaron: emperador, atún y bonito frescos, atún en lata y pescado blanco. Por último, el origen del pescado también se asoció con las concentraciones de THg, observándose concentraciones significativamente menores en pescados procedentes del Atlántico y Pacífico con respecto a aquellos procedentes del Mediterráneo, ajustando por grupo de pescado.

Los factores asociados a las concentraciones de MeHg en pescado se muestran en la **FIGURA 4**. En este caso, el año de análisis no se asoció con los niveles de este compuesto en pescado, excepto para el año 2015, donde los resultados mostraron unos niveles significativamente más bajos respecto al año 2013. Respecto al grupo de pescado, el emperador,

Evolución temporal de los niveles de THg en pez espada/emperador. (n= 151). La línea de puntos marca el límite máximo establecido para este subgrupo (1 mg/kg).

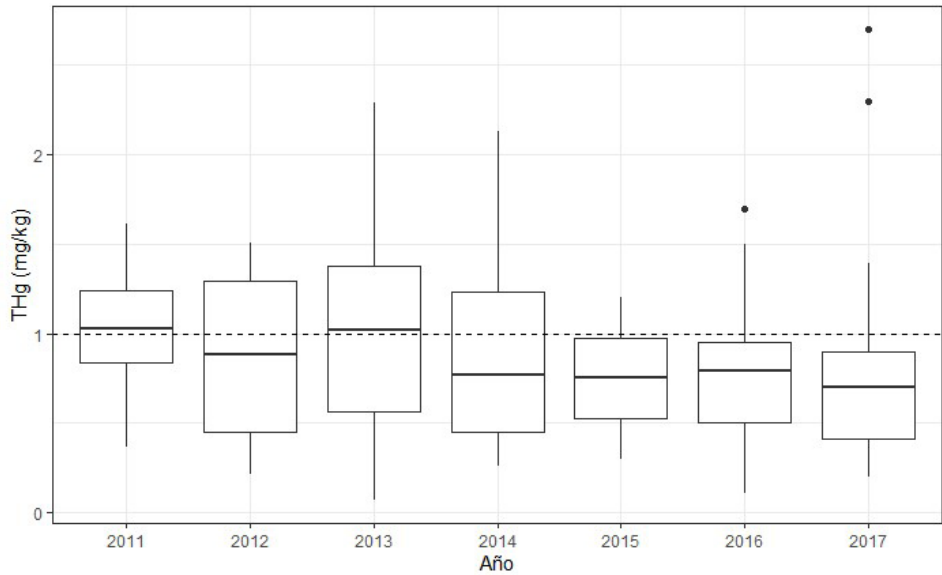
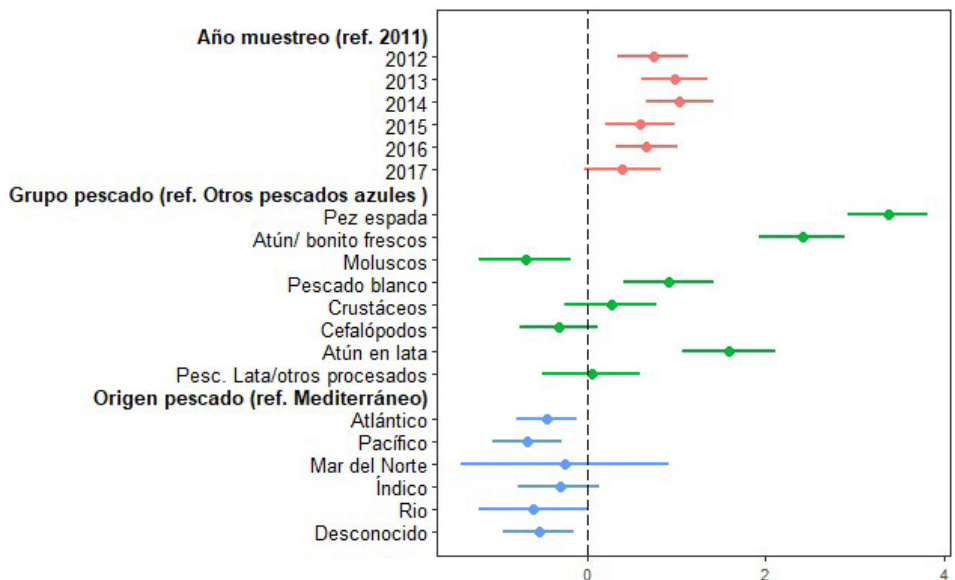


Figura 3

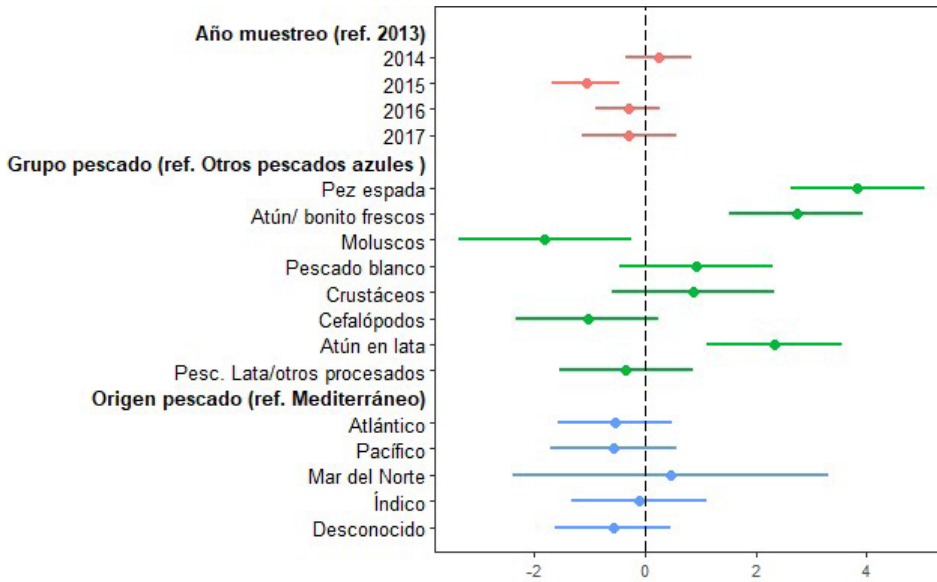
Coefficientes beta (IC95%) de la regresión lineal multivariante entre niveles de THg (transformados en log2) y el año de análisis, el grupo de pescado y la zona de origen de la pesca (mar/océano).



Categorías de referencia: año 2011; grupo de pescado: otros pescados azules; origen: Mediterráneo. n=560. Variable dependiente: niveles de THg. Variables independientes: año, grupo de pescado, origen. R²=0,67. R² ajustada=0,66. p-valores: año (p<0,05), grupo de pescado (p<0,05), origen (p<0,05).

Figura 4

Coefficientes beta (IC95%) de la regresión lineal multivariante entre niveles de MeHg (transformados en log2) y el año de análisis, el grupo de pescado y la zona de origen de la pesca (mar/océano).



Categorías de referencia: año 2013; grupo de pescado: otros pescados azules; origen: Mediterráneo. n=206. Variable dependiente: niveles de MeHg. Variables independientes: año, grupo de pescado, origen. R²=0,67. R² ajustada=0,66. p-valores: año (p<0,05), grupo de pescado (p<0,05), origen (p=0,6).

atún y bonito frescos y atún en lata presentaron concentraciones de MeHg significativamente mayores que el grupo de otros pescados azules. Finalmente, no se observaron diferencias estadísticamente significativas según el origen de la pesca (p=0,6).

DISCUSIÓN

EN EL PRESENTE ESTUDIO, LA MEDIANA DE los niveles de THg en las muestras de pescado analizadas en el período 2011-2017 se mantiene, en general, por debajo de 0,50 mg/kg (nivel máximo permitido para la mayoría de especies de pescado y productos de la pesca) para todos los años, aunque se observan variaciones durante el período estudiado. No obstante, en los grupos de pescado que presentan un mayor contenido de Hg, que son pez espada/emperador y atún/bonito frescos, se observan superaciones respecto a los niveles

los máximos permitidos según la legislación de la UE, que para estas especies es de 1mg/kg de THg (el 31,8% y el 2,8% de las mediciones, respectivamente).

En relación con el contenido de Hg por subgrupos de pescado se observan, tanto para el THg como para el MeHg, niveles significativamente mayores para el pez espada/emperador, el atún/bonito frescos y el atún en lata, tras ajustar por año de análisis y la procedencia del pescado.

En Murcia, una región mediterránea de España, Ortega *et al.* analizaron los niveles de THg para diferentes especies de pescado. Los resultados para el pez espada en nuestro estudio son mayores que los obtenidos en Murcia (media de 0,85 mg/kg y de 0,33 mg/kg, respectivamente), pero en el caso del atún, la media es mayor en el estudio murciano (media de

Niveles de mercurio en pescado en la Comunitat Valenciana: evolución temporal (2011-2017) y factores asociados.

CAROLINA BLANCO *et al.*

Rev Esp Salud Pública
Volumen 97
8/9/2023
e202309073

◀
0,71 mg/kg para atún rojo frente a 0,48 mg/kg para muestras de atún/bonito frescos) (20).

Di Lena *et al.* midieron las concentraciones de THg en diferentes especies procedentes de las costas italianas Adriática y Tirrena. La media para el atún (*Thunnus thynnus*) (N=251) y para el bonito (*Sarda sarda*) (N=46) fue de 0,81 y 0,80 mg/kg, respectivamente (21). Los niveles medios de THg para el atún/bonito frescos en nuestro estudio son inferiores (0,48 mg/kg).

Crépet *et al.* analizaron las concentraciones de THg en pescado consumido en Francia. De las especies analizadas, el atún fresco fue la que presentaba niveles más altos (0,81 mg/kg de media), seguido del atún en lata (media de 0,33 mg/kg). En nuestro estudio, el grupo atún/bonito frescos presenta unos niveles medios de 0,48 mg/kg, y en el atún en lata los niveles medios son de 0,28 mg/kg (22). Se puede observar, por tanto, que en nuestra muestra tanto el atún fresco como el atún en lata presentan una menor contaminación.

Groth *et al.* estudiaron los niveles de Hg en pescado y marisco consumido en Estados Unidos. Las mayores concentraciones se encontraron en el blanquillo, procedente del Golfo de México, el tiburón y el pez espada, en ese orden (23). La media en pez espada fue de 0,98 mg/kg, superior a la obtenida en el presente estudio (0,85 mg/kg).

En un estudio de la concentración de THg en pescado blanco (N=374) consumido por la población de las Islas Baleares (España), procedente del Mediterráneo Occidental, se obtuvo una media de 0,41 mg/kg, con un rango de 0,05 a 3,1 mg/kg (24). En nuestro estudio, la media de THg para el pescado blanco (N=30) es de 0,19 mg/kg, con un rango de 0,01 a 1,31 mg/kg. Estos niveles son menores que los observados en Baleares, aunque hay que tener en cuenta que en nuestro estudio las muestras de pescado blanco procedentes del Mediterráneo Occidental en las que se midió el THg son solo el 23,3%.

Capodiferro *et al.* estudiaron las concentraciones de Hg en diferentes especies procedentes del Mediterráneo Occidental y encontraron niveles bajos en, entre otras, sardinas y anchoas (mediana de 0,079 y 0,064 mg/kg, respectivamente) (25), especies incluidas en el grupo de otros pescados azules en nuestro estudio, donde la mediana resulta similar (0,07 mg/kg).

Al estudiar la evolución temporal de los niveles de THg del conjunto de muestras de pescado analizadas en el período 2011-2017 en la Comunitat Valenciana, se observa una disminución de los mismos en el año 2015, que podría deberse al hecho de que el peso relativo de muestras de pez espada/emperador sobre el total de muestras analizadas disminuye bruscamente ese año a un 3,3%. Se observa que, tras ajustar por el peso de pez espada/emperador en el muestreo, la tendencia es decreciente, aunque no de forma significativa. De hecho, cuando se analiza la evolución temporal de los niveles de THg en los subgrupos de pescado que presentan un mayor contenido en Hg, en concreto en pez espada/emperador y en atún/bonitos frescos, se observa una tendencia decreciente de los niveles. Específicamente en pez espada/emperador, la concentración de THg disminuye un promedio del 7% por cada año estudiado.

En cuanto al MeHg, la evolución temporal de los niveles en el período 2013-2017 muestra niveles significativamente más bajos en el año 2015 respecto a 2013, siendo en 2015 el peso proporcional de pez espada/emperador en el muestreo el más bajo del período (11,5%). Se observa una tendencia negativa que, al ajustar por el peso relativo de las muestras de pez espada/emperador, alcanza significación estadística. Se esperaría encontrar una tendencia descendente similar a la evolución temporal de la exposición a MeHg a través del consumo de pescado y productos de la pesca en la población de la Comunitat Valenciana, recogida en las *Memorias del Plan de Control Oficial* de la cadena alimenta-

ria (*Plan de Seguridad Alimentaria de la Comunitat Valenciana*) (17).

Son pocos los estudios encontrados en la literatura que describan la evolución temporal de los niveles de Hg en pescado, y la mayoría no son recientes. Grieb *et al.* revisaron los estudios publicados sobre tendencias temporales de la concentración de Hg en pescado y observaron una tendencia a la disminución de los niveles de Hg en especies marinas procedentes del Atlántico Norte, paralela a una disminución de las emisiones antropogénicas de Hg registradas en Norteamérica, así como un aumento de los niveles de Hg en pescado procedente del Pacífico Norte (26).

Bonito *et al.* hicieron una revisión de la concentración de diversos contaminantes en el período 1969-2012. En el caso del Hg, recogieron datos para diferentes especies y distintos lugares de origen del pescado (incluyendo Atlántico, Pacífico, Mediterráneo, Báltico, Índico y Golfo de México). Al estudiar la tendencia, observaron una disminución global en la concentración de Hg en el período estudiado (27).

En un estudio llevado a cabo en Cataluña (España) en 2012, se midieron los niveles de diversos metales en productos alimenticios. Se observó un aumento del 44% en la concentración media de THg en el grupo de pescado y marisco con respecto al año 2008 (0,16 y 0,22 mg/kg en 2008 y 2012, respectivamente) (28). Así mismo, en otro estudio realizado en Cataluña (Tarragona), González *et al.* analizaron las tendencias temporales de diversos metales en alimentos, midiendo los niveles en 2018 y comparándolos con los resultados obtenidos en estudios previos llevados a cabo por el mismo grupo, en 2013 y 1998. En el caso del Hg, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas al comparar los niveles (29).

Dado que la literatura que evalúa la evolución temporal del contenido de Hg en pescado es escasa, y que muchos estudios se cen-


tran en regiones geográficas muy concretas, sería adecuado estudiar las tendencias temporales, tanto regionales como nacionales e internacionales, con el objetivo de valorar el impacto que tienen a lo largo de los años algunas medidas dirigidas a disminuir los niveles de Hg en pescado, como el *Convenio de Minamata*, tratado internacional que se firmó en 2013 para controlar las emisiones antropogénicas de Hg y que entró en vigor en 2017 (30), o la legislación que regula los niveles máximos permitidos (en el caso de España, la legislación establecida por la UE).

Como limitaciones del estudio, hay que tener en cuenta que treinta y siete mediciones no se pudieron imputar por no tener un valor de LOQ recogido, por lo que se consideraron datos perdidos. Además, en el 27% de las muestras el origen de la pesca era desconocido (n=206 del total de 766 observaciones), por lo que el análisis de esta variable es solo aproximado.

Como fortalezas, cabe resaltar el elevado número de mediciones (560 de THg y 206 de MeHg) sobre las que se estudió la concentración de Hg en pescado y otras variables asociadas. Además, el muestreo fue representativo del pescado y productos de la pesca consumidos en la Comunitat Valenciana. Los datos analizados provinieron del *Plan de Seguridad Alimentaria*, y los resultados obtenidos en este estudio pueden tener utilidad para reforzar la inspección y control de algunas especies, así como para revisar las recomendaciones de consumo, especialmente en el caso de especies con elevado consumo y niveles altos de THg, como el pez espada/emperador, pero con atención también al atún/bonito frescos.

En la recogida de muestras para el *Plan de Control Oficial*, nuestra recomendación sería mantener el porcentaje de cada especie sobre el total de muestras homogéneo a lo largo de los años. Sería adecuado el seguimiento de la tendencia temporal para ver si se refleja una disminución de los niveles, y, por tanto, com-

probar la efectividad que tienen ciertas medidas aplicadas para el control de estos.

A modo de conclusiones, en el presente estudio se observa que, de los grupos de pescado consumidos en la Comunitat Valenciana, aquellos que presentan mayor contenido de Hg son, por este orden, el pez espada/emperador, el atún/bonito frescos y el atún en lata. La evolución temporal de los niveles de THg en pescado en la Comunitat Valenciana en el período 2011-2017 presenta una tendencia global descendente cuando se ajusta por el peso relativo de pez espada/emperador sobre el total de muestras para cada año. Además, al estudiar los niveles de THg según especies, en el caso del pez espada/emperador se observa una tendencia decreciente. Los resultados de este estudio pueden ser de utilidad para orientar el Programa de Vigilancia del Plan de Seguridad Alimentaria de la Comunitat Valenciana, para el seguimiento y mejora del mismo y de las acciones derivadas, así como para la elaboración de recomendaciones locales de consumo de pescado. 

BIBLIOGRAFÍA



1. *Global Mercury Assessment 2018*. UNEP-UN Environment Programme [Internet]. Disponible en: <https://www.unep.org/resources/publication/global-mercury-assessment-2018>
2. *Commission Regulation (EC) No 1881/2006 of 19 December 2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs (Text with EEA relevance)*. 2006 [Internet]. Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=celex%3A32006R1881>
3. *Toxicological Profile for Mercury*. ATSDR 2022 [Internet]. Disponible en: <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp46.pdf>
4. Afandiyev I, Alimonti A, Barbosa F, Besbelli N, Bose-O'Reilly S et al. *Children's exposure to mercury compounds*. 2010;1:104.
5. Bjerregaard P, Andersen CBI, Andersen O. *Ecotoxicology of Metals-Sources, Transport, and Effects on the Ecosystem*. Handbook on the Toxicology of Metals: Fourth Edition. 2015;1:425-459.
6. European Food Safety Authority. *Scientific Opinion on the risk for public health related to the presence of mercury and methylmercury in food*. EFSA Journal. 2012;10(12).
7. *Mercury Levels in Commercial Fish and Shellfish (1990-2012)*. FDA [Internet]. Disponible en: <https://www.fda.gov/food/metals-and-your-food/mercury-levels-commercial-fish-and-shellfish-1990-2012>
8. Aesan-Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición [Internet]. Disponible en: https://www.aesan.gob.es/AECOSAN/web/seguridad_alimentaria/ampliacion/Hg.htm
9. *Reglamento (UE) 2022/617 de la Comisión de 12 de abril de 2022 por el que se modifica el Reglamento (CE) N° 1881/2006 en lo que respecta al contenido máximo de Hg en el pescado y la sal*. [Internet]. Disponible en: <https://www.boe.es/doue/2022/115/L00060-00063.pdf>

Niveles de mercurio en pescado en la Comunitat Valenciana: evolución temporal (2011-2017) y factores asociados.

CAROLINA BLANCO et al.

10. 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. [Internet]. Disponible en: <https://www.boe.es/doue/2006/364/L00005-00024.pdf>
11. European Food Safety Authority. *Statement on the benefits of fish/seafood consumption compared to the risks of methylmercury in fish/seafood*. EFSA Journal. 2015;13(1).
12. European Food Safety Authority. *Scientific Opinion on health benefits of seafood (fish and shellfish) consumption in relation to health risks associated with exposure to methylmercury*. EFSA Journal. 2014;12(7):3761.
13. *Recomendaciones de consumo de pescado por presencia de mercurio de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN)* [Internet]. Disponible en: https://www.aesan.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/publicaciones/seguridad_alimentaria/RECOMENDACIONES_consumo_pescado_MERCURIO_AESAN_WEB.PDF
14. Castaño A, Pedraza-Díaz S, Cañas AI, Pérez-Gómez B, Ramos JJ, Bartolomé M *et al*. *Mercury levels in blood, urine and hair in a nation-wide sample of Spanish adults*. *Science of the Total Environment*. 2019;670:262-270.
15. Marín S, Pardo O, Báguena R, Font G, Yusà V. *Dietary exposure to trace elements and health risk assessment in the region of Valencia, Spain: a total diet study*. *Food Additives & Contaminants: Part A*. 2016;34(2):228-240.
16. Marín S, Pardo O, Sánchez A, Sanchis Y, Vélez D, Devesa V *et al*. *Assessment of metal levels in foodstuffs from the Region of Valencia (Spain)*. *Toxicology Reports*. 2018;5:654-670.
17. *Memoria del Plan de Control Oficial de la cadena alimentaria 2017*. Plan de Seguridad Alimentaria de la Comunitat Valenciana. [Internet]. Disponible en: https://www.sp.san.gva.es/DgspPortal/docs/MEMORIA_CO_ANUAL_ALIMENTARIA2017.pdf
18. Brocca D, Bocca V. *Chemical monitoring reporting guidance: 2022 data collection*. EFSA Supporting Publications. 2022;19(1).
19. *Third National Report on Human Exposure to Environmental Chemicals* Department of Health and Human Services Centers for Disease Control and Prevention. 2005; [Internet]. Disponible en: <https://clu-in.org/download/contaminantfocus/pcb/third-report.pdf>
20. Ortega-García JA, Rodríguez K, Calatayud M, Martín M, Vélez D, Devesa V *et al*. *Estimated intake levels of methylmercury in children, childbearing age and pregnant women in a Mediterranean region, Murcia, Spain*. *European Journal of Pediatrics*. 2008;168(9):1075-1080.
21. Di Lena G, Casini I, Caproni R, Fusari A, Orban E. *Total mercury levels in commercial fish species from Italian fishery and aquaculture*. *Food Additives and Contaminants: Part B Surveillance*. 2017;10(2):118-127.
22. Crépet A, Tressou J, Verger P, Leblanc JC. *Management options to reduce exposure to methyl mercury through the consumption of fish and fishery products by the French population*. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*. 2005;42(2):179-189.
23. Groth E. *Ranking the contributions of commercial fish and shellfish varieties to mercury exposure in the United States: Implications for risk communication*. *Environmental Research*. 2010;110(3):226-236.
24. Llull RM, Garí M, Canals M, Rey-Maqueira T, Grimalt JO. *Mercury concentrations in lean fish from the Western Mediterranean Sea: Dietary exposure and risk assessment in the population of the Balearic Islands*. *Environmental Research*. 2017;158:16-23.
25. Capodiferro M, Marco E, Grimalt JO. *Wild fish and seafood species in the western Mediterranean Sea with low safe mercury concentrations*. *Environmental Pollution*. 2022;314.
26. Grieb TM, Fisher NS, Karimi R, Levin L. *An assessment of temporal trends in mercury concentrations in fish*. *Ecotoxicology*. 2019;29(10):1739-1749.
27. Bonito LT, Hamdoun A, Sandin SA. *Evaluation of the global impacts of mitigation on persistent, bioaccumulative and toxic pollutants in marine fish*. *PeerJ*. 2016;4(1).

◀

28. Perelló G, Llobet JM, Gómez-Catalán J, Castell V, Centrich F, Nadal M *et al.* *Human Health Risks Derived from Dietary Exposure to Toxic Metals in Catalonia, Spain: Temporal Trend.* *Biological Trace Element Research.* 2014;162(1):26-37.

29. González N, Marquès M, Nadal M, Domingo JL. *Temporal trend of the dietary exposure to metals/meta-*

lloids: A case study in Tarragona County, Spain. *Food Research International.* 2021;147:110469.

30. *Minamata Convention on Mercury. Text and Annexes.* United Nations Environment Programme 2019 [Internet]. Disponible en: <https://www.mercuryconvention.org/sites/default/files/2021-06/Minamata-Convention-booklet-Sep2019-EN.pdf>

Niveles de mercurio en pescado en la Comunitat Valenciana: evolución temporal (2011-2017) y factores asociados.

CAROLINA
BLANCO
et al.

Productos alimenticios	Contenidos máximos de THg (mg/kg peso fresco)	
1. Carne de los siguientes pescados: Rape (Lophius species) Perro del norte (Anarhichas lupus) Bonito (Sarda sarda) Anguila (Anguilla species) Reloj (Hoplostethus species) Cabezudo (Coryphaenoides rupestris) Fletán (Hippoglossus hippoglossus) Rosada del Cabo (Genypterus capensis) Marlin (Makaira species) Gallo (Lepidorhombus species) Salmonete (Mullus species) Rosada chilena (Genypterus blacodes) Lucio (Esox lucius) Tasarte (Orcynopsis unicolor) Capellán (Trisopterus minutus)	Pailona (Centroscymnus coelolepis) Raya (Raja species) Gallineta nórdica (Sebastes marinus, S. mentella, S. viviparus) Pez vela (Istiophorus platypterus) Pez cinto (Lepidopus caudatus) Sable negro (Aphanopus carbo) Besugo o aligote (Pagellus species) Tiburón (todas las especies) Escolar (Lepidocybium flavobrunneum, Ruvettus pretiosus, Gempylus serpens) Esturión (Acipenser species) Pez espada (Xiphias gladius) Atún (Thunnus species, Euthynnus species, Katsuwonus pelanis)	1,0
2. Productos de la pesca y carne de pescado, excluidas las especies enumeradas en el primer punto		0,5
3. Complementos alimenticios		0,10

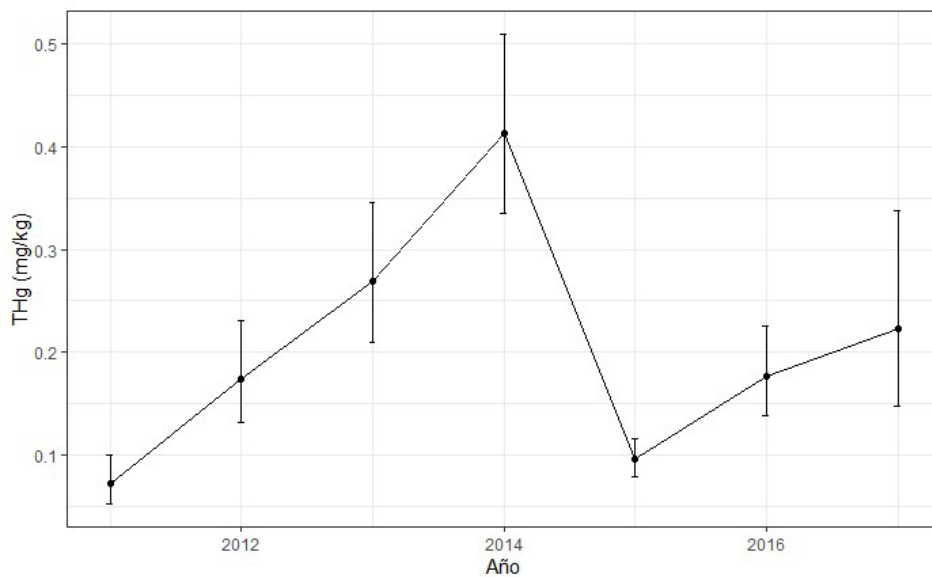
Niveles de mercurio en pescado en la Comunitat Valenciana: evolución temporal (2011-2017) y factores asociados.

CAROLINA BLANCO et al.

Productos alimenticios	Contenidos máximos de THg (mg/kg peso fresco)	
<p>1. Carne de los siguientes pescados: Aligote (<i>Pagellus acarne</i>) Sable negro (<i>Aphanopus carbo</i>) Besugo (<i>Pagellus bogaraveo</i>) Bonito (<i>Sarda sarda</i>) Breca (<i>Pagellus erythrinus</i>) Escolar negro (<i>Lepidocybium flavobrunneum</i>) Fletán (<i>Hippoglossus species</i>) Rosada del Cabo (<i>Genypterus capensis</i>) Marlín (<i>Makaira species</i>) Gallo (<i>Lepidorhombus species</i>) Escolar (<i>Ruvettus pretiosus</i>) Reloj anaranjado (<i>Hoplostethus atlanticus</i>) Rosada (<i>Genypterus blacodes</i>) Lucio (<i>Esox species</i>) Tasarte (<i>Orcynopsis unicolor</i>)</p>	<p>Capellán (<i>Trisopterus minutus</i>) Salmonete de fango (<i>Mullus barbatus barbatus</i>) Granadero (<i>Coryphaenoides rupestris</i>) Pez vela (<i>Istiophorus platypterus</i>) Sable plateado (<i>Lepidopus caudatus</i>) Escolar de canal (<i>Gempylus serpens</i>) Esturión (<i>Acipenser species</i>) Salmonete de roca (<i>Mullus surmuletus</i>) Atún (<i>Thunnus species</i>, <i>Euthynnus species</i>, <i>Katsuwonus pelanis</i>) Tiburón (todas las especies) Pez espada (<i>Xiphias gladius</i>)</p>	1,0
<p>2. Productos de la pesca y carne de pescado, excluidas las especies enumeradas en los puntos 1 y 3.</p>		0,5
<p>3. Cefalópodos Gasterópodos marinos Carne de los siguientes pescados: Anchoa (<i>Engraulis species</i>) Abadejo de Alaska (<i>Theraga chalcogramma</i>) Bacalao (<i>Gadus morhua</i>) Arenque (<i>Clupea harengus</i>) Pez basa (<i>Pangasius bocourti</i>) Carpa (especie perteneciente a la familia <i>Cyprinidae</i>) Lenguadina (<i>Limanda limanda</i>) Caballa (<i>Scomber species</i>) Platija (<i>Platichthys flesus</i>) Solla (<i>Pleuronectes platessa</i>) Espadín (<i>Sprattus sprattus</i>)</p>	<p>Pez gato del Mekong (<i>Pangasianodon gigas</i>) Abadejo (<i>Pollachius pollachius</i>) Carbonero (<i>Pollachius virens</i>) Salmón y trucha (<i>Salmo species</i> y <i>Oncorhynchus species</i>, excepto <i>Salmo trutta</i>) Sardina (<i>Dussumieria species</i>, <i>Sardina species</i>, <i>Sardinella species</i> y <i>Sardinops species</i>) Lenguado europeo (<i>Solea solea</i>) Pez gato iridiscente (<i>Pangasianodon hypothalamus</i>) Merlán (<i>Merlangius merlangus</i>)</p>	0,30
<p>4. Complementos alimenticios</p>		0,10
<p>5. Sal</p>		0,10

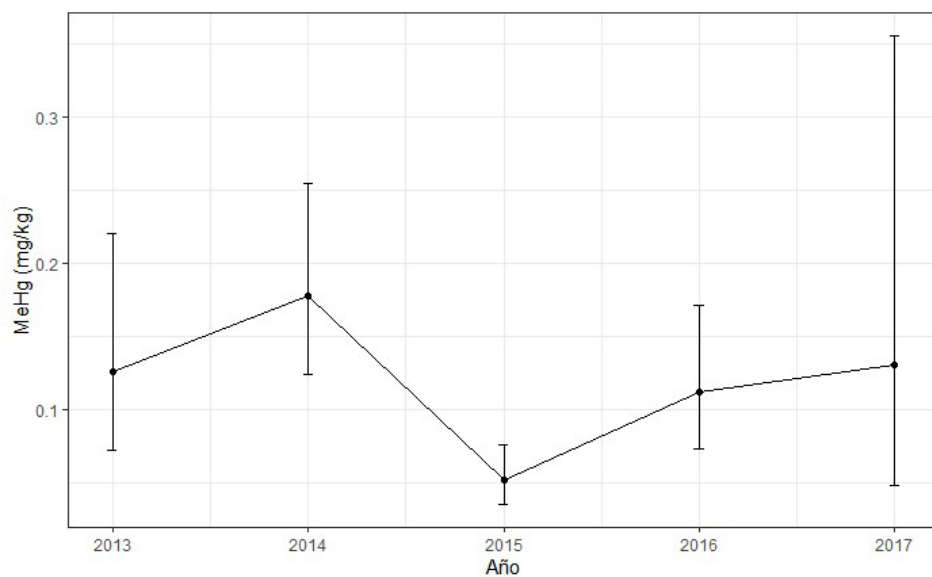
Anexo III

Evolución temporal de los niveles de THg en el período 2011-2017 usando la media geométrica y su IC al 95% (n=560).



Anexo IV

Evolución temporal de los niveles de MeHg en el período 2013-2017 usando la media geométrica y su IC al 95% (n=206).



Niveles de mercurio en pescado en la Comunitat Valenciana: evolución temporal (2011-2017) y factores asociados.

CAROLINA BLANCO et al.

Rev Esp Salud Pública
Volumen 97
8/9/2023
e202309073

Peso relativo de las muestras de pez espada/emperador y atún/bonito frescos respecto al total de muestras analizadas en las que se ha medido el THg por años.

% de muestras sobre el total	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Pez espada/emperador (n)	11,7% (9)	21,1 (19)	29,1 (25)	41,3 (33)	3,3% (2)	27,7 (31)	59,3 (32)
Atún/bonito frescos (n)	3,9% (3)	13,3 (12)	20,9 (18)	21,3 (17)	4,9% (3)	14,3 (16)	1,9% (1)
n total por años	77	90	86	80	61	112	54

n= número de mediciones.

Peso relativo de las muestras de pez espada/emperador respecto al total de muestras analizadas en las que se ha medido el THg y el MeHg por años.

% de muestras sobre el total	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
THg	11,7%	21,1%	29,1%	41,3%	3,3%	27,7%	59,3%
MeHg	-	-	14,3%	17,3%	11,5%	23,5%	56,25%

Tendencia anual media para los niveles de THg^(*) (2011-2017) y MeHg^(*) (2013-2017) tras ajustar por el peso de pez espada/emperador en el muestreo.

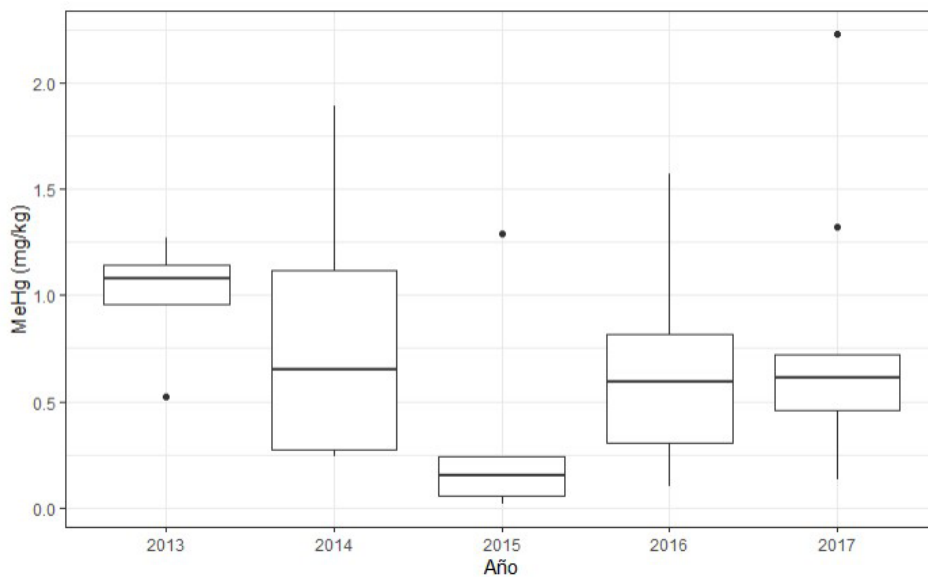
Hg	Coefficiente de regresión	Límite inferior IC 95%	Límite superior IC 95%	p
THg	-0,04	-0,13	0,05	0,34
MeHg	-0,44	-0,77	-0,12	0,01

THg: n=560; MeHg: n=206; IC 95% (intervalo de confianza al 95%); p=p de tendencia.

(*) Los niveles de Hg transformados en log2.

Anexo VIII

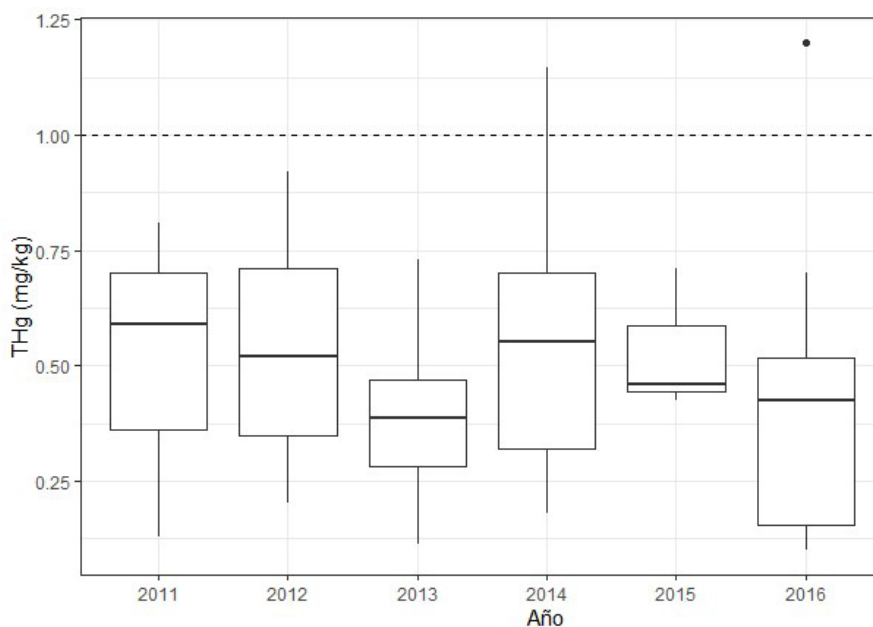
Evolución temporal de los niveles de MeHg en pez espada/emperador. (n=41).



Anexo IX

Evolución temporal de los niveles de THg en atún/bonito frescos. (n=69).

La línea de puntos marca el límite máximo establecido para estas especies (1 mg/kg).



Niveles de mercurio en pescado en la Comunitat Valenciana: evolución temporal (2011-2017) y factores asociados.

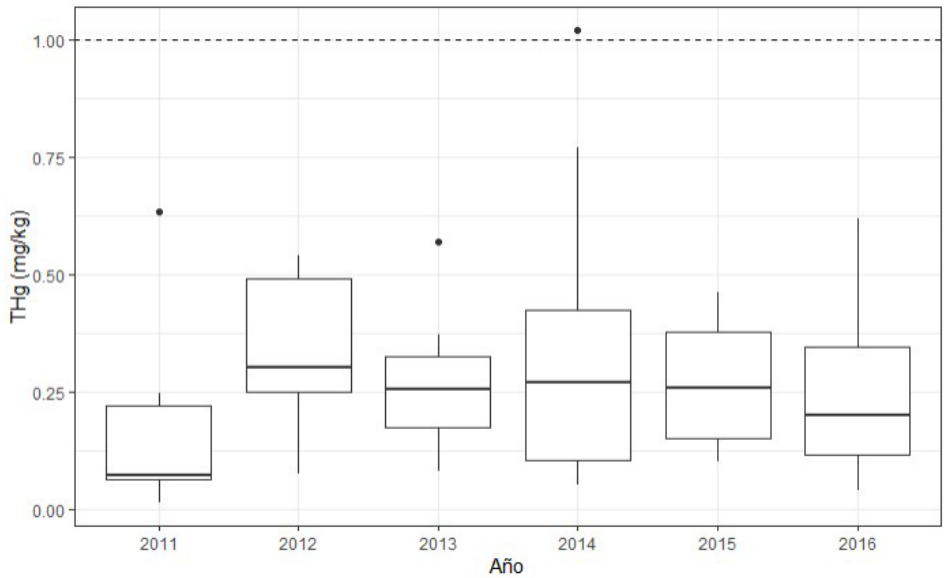
CAROLINA BLANCO et al.

Rev Esp Salud Pública
Volumen 97
8/9/2023
e202309073

Anexo X

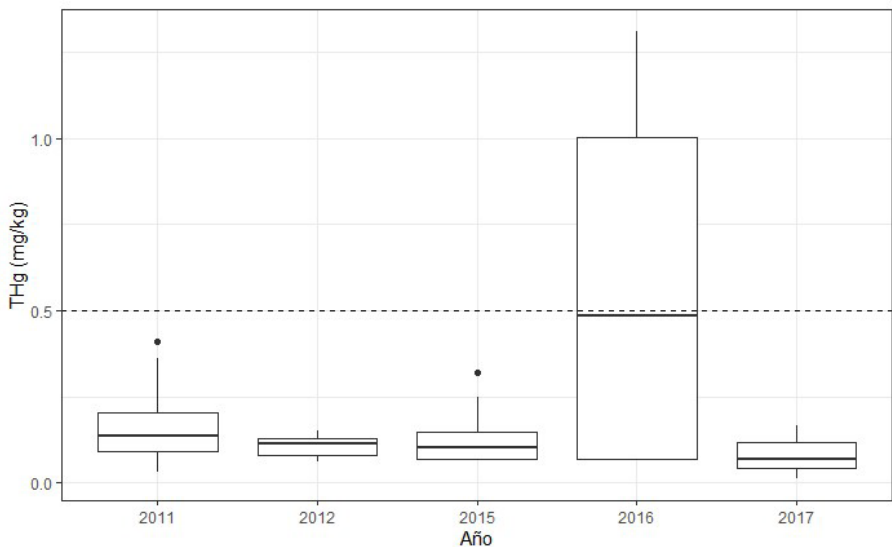
Evolución temporal de los niveles de THg en atún en lata. (n=66).

La línea de puntos marca el límite máximo establecido para esta especie (1 mg/kg).



Anexo XI

Evolución temporal de los niveles de THg en pescado blanco. (n=30). La línea de puntos marca el límite máximo establecido para la mayoría de especies de este subgrupo (0,5 mg/kg).



Niveles de mercurio en pescado en la Comunitat Valenciana: evolución temporal (2011-2017) y factores asociados.

CAROLINA BLANCO *et al.*